

学位請求論文の内容の要旨

論文提出者氏名	病態制御科学領域消化器血液内科学分野 4年 氏名 樋口 直樹
<p>(論文題目)</p> <p>Automated evaluation of colon capsule endoscopic severity of ulcerative colitis using ResNet50 (ResNet50 を用いた潰瘍性大腸炎の大腸カプセル内視鏡的重症度の自動評価)</p>	
<p>(内容の要旨)</p> <p>【背景】 カプセル内視鏡検査は小腸または大腸病変の非侵襲的診断ツールとして開発された。近年、機械学習を利用した自動病変検出システムが考案され、ディープラーニングである畳み込みニューラルネットワーク(Convolutional neural network: CNN)により、潰瘍性大腸炎(ulcerative colitis: UC)患者の内視鏡的重症度の自動評価も報告されてきている。我々は大腸カプセル内視鏡検査(colon capsule endoscopy: CCE)を用いて、当施設における治療介入後の UC の粘膜評価を行ってきており、本研究は CNN の一つである ResNet50 を用いて、UC 患者の CCE 動画の自動評価システムを開発することを目的とした。また、CCE の読影には医師の多大な労力が必要となるが自動評価システムにより医師の画像読影の負担軽減を目指した。</p> <p>【方法】 2018年3月7日から2020年9月2日に当院で施行された治療介入後の UC 患者の CCE 動画 31 件を収集した。各検査動画のうち、大腸部分を合計 4 つのセグメント(盲腸及び上行結腸、横行結腸、下行結腸及び S 状結腸、直腸)に分割し、それぞれ約 50 枚の静止画を等間隔で自動的に抽出した。これらの静止画(576×576 ピクセル)からパッチ画像(128×128 ピクセル)を 32 ピクセルごとにストライドし、小さなスクエアでトリミングを行った。合計 739,021 枚のパッチ画像を手作業で 6 つのカテゴリ{0) Mayo Endoscopic Subscore(MES)0、1) MES1、2) MES2、3) MES3、4)前処置状況などにより評価に適さない画像、5)回腸粘膜}に分類し教師データを作成した。483,644 枚のデータセットを使用してトレーニングを行い、255,377 枚のデータセットを使用して検証を行った。各静止画像内の重症度の割合(MES0 から MES3)を積み上げ棒グラフで表示した。盲腸から直腸までの静止画の重症度を、棒グラフにより時系列で連続して並べて示すことで topography マップを作製した。</p> <p>【結果】 トレーニングデータセットと検証データセットの分類精度はそれぞれ 0.992 と 0.983 となった。一方で MES3 のトレーニングデータの分類精度は 0.951 と他の項目より精度が低い傾向がみられた。topography マップにより重症度分布を時間的・空間的に示した。</p> <p>【考察】 今回我々が開発した自動評価システムではビデオファイルの静止画像への変換、画像内の重症度評価と積み上げ棒グラフの作成、積み上げ棒グラフを用いた topography マップの作製までを行った。UC 患者において、CCE 動画を用いて侵襲的に全大腸の時間的・空間的に連続した疾患活動性を一枚のマッピング画像で示すことができた。トレーニングデータセットの MES3 の分類精度が 0.951 と他のカテゴリよりも低かったが、</p>	

潰瘍を覆う浸出液と粘膜表面に付着した残渣との区別ができなかったためと考えられた。また、検証データセットの MES1 と MES2 の分類精度はそれぞれ 0.948、0.913 と低かったが、誤分類された画像では腸管内の空気量が少ないと血管パターンの解釈が分かりにくくなる可能性が挙げられた。血管透見性の評価については、大腸内視鏡検査で十分な送気量の下で評価されており、送気機能がない CCE との違いであると考えられた。

パッチ画像の 52.4% がカテゴリ 4 (前処置状況などにより評価に適さない画像) に分類された。UC の連続的な活動度評価において支障はないものの前処置レジメンの再考が検討される。臨床的重症例では腸管洗浄液を用いた前処置が困難であることが多く、したがってカプセル内視鏡検査自体が施行困難である点などが CCE による自動評価における課題として考えられた。

【結論】

UC における CCE 重症度の自動評価システムを開発した。重症度をマッピングすることで疾患活動性・治療効果を空間的に評価することが可能であり、画像読影の負担を軽減しうるため非常に有用と考えられる。