

令和 6 年 6 月 6 日現在

機関番号：32713

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K02785

研究課題名（和文）視線追跡装置を用いた消化器内視鏡治療技術の可視化によるトレーニングシステム開発

研究課題名（英文）Development of Training System for assessment of proficiency in endoscopic submucosal dissection using Eye tracking system

研究代表者

前畑 忠輝（MAEHATA, TADATERU）

聖マリアンナ医科大学・医学部・教授

研究者番号：90534199

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、今まで暗黙知であった熟練者の「カン・コツ」や判断基準などのマニュアル化しにくいノウハウに関して視線追跡装置を用いて技術を抽出し可視化することで熟練者と非熟練者の違いや熟練者同士の共通点などを明らかにすることを目的とした。結果は、熟練者と非熟練者の違いとして見ている範囲や順番に違いがあり、さらに非熟練者は治療すべき部位を正確に見切れていないことが分かった。一方で熟練者に共通していたことは次のステップを予測した視線の動きになっており、効率的な視線運動をしていることが分かった。以上の結果から「よい動き」という定義は「次のステップを予測した動き」と断定した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

従来の内視鏡治療のトレーニングプログラムは指導者、研修生共に個人の技量に依存していた。この研究では、視線追跡装置を用いて熟練者の「無意識」を可視化し、視線の動かし方、専門家の知識を含めた「コツ」や判断基準を標準化し、技能の要素を抽出し分析する。この独自のアプローチにより、トレーニングプログラムを開発することができれば、何ができていて、何ができていないか、再教育や再指導、トレーニング強化のポイントを明確にし、教育の効率化が可能となる。将来的には内視鏡治療だけでなく、内視鏡検査などのトレーニングにも応用可能である。

研究成果の概要（英文）：The aim of this study was to use an eye tracking device to measure endoscopic skill, assess the differences between experienced and novice endoscopists, isolate commonalities between experienced endoscopists, and identify elements required for Endoscopic submucosal dissection (ESD). The experienced endoscopists in this study were able to predict their next step in advance and their movements were consistent. This showed that not only endoscopic skills but also the knowledge required to predict the next movement is important in ESD. The development of a training system based on this analysis could make ESD a safer and more efficient procedure.

研究分野：消化器内視鏡診断・治療

キーワード：消化管内視鏡 視線追跡 消化器癌

1. 研究開始当初の背景

消化管の早期がんに対する内視鏡的粘膜下層剥離術 (ESD) は 1990 年代後半に本邦において開発され、現在ではリンパ節転移の可能性のない早期消化管がんに対する標準的な局所切除法として普及している。従来の内視鏡治療よりも早期悪性腫瘍への高い根治切除が得られる点で臨床的に非常に有用である。

しかしながら、ESD は非常に技術的難度の高い内視鏡手技であり、そのトレーニングプログラムは伝統的な『師弟モデル』で行われている。具体的には、(1)見学、手技の介助で装置の使い方や困難な状況の管理方法を学び、(2)動物モデルを用いて ESD を施行、(3)必要な習熟度を身につけた後、実際の患者に対して簡単な病変から徐々に難易度の高い症例へとステップアップしながら ESD を行う。ただし、このプログラムには熟練医がエキスパートトレーナーとして参加する必要がある。米国消化器内視鏡学会 (ASGE) や欧州消化管内視鏡学会 (ESGE) でも同様なトレーニングプログラムが推奨されており、研究代表者らは国内外でハンズオントレーニング講師と参加している。しかし、内視鏡医のスキルレベルには個人差があり、このような知識伝達の問題を解決するためのトレーニングシステムは確立されていない。さらに、新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) 対策として、人との距離を十分に設けることの重要性が指摘されている。その影響はラボのトレーニングと実践を必要とする医療従事者や医療スタッフにも大きな影響を及ぼしており、研修施設の使用や人の移動に制約がかかるため、本来必要な面と向かっての対面トレーニングを行うことが非常に難しい状況である。そのため、個人の能力に依存せず、さらにいつでもどこでも行うことが出来るトレーニングシステムの開発が急務となっている。

2. 研究の目的

従来の内視鏡治療のトレーニングプログラムは指導者、研修生共に個人の技量に依存していた。この研究では、視線追跡装置を用いて熟練者の「無意識」を可視化し、視線の動かし方、専門家の知識を含めた「コツ」や判断基準を標準化し、技能の要素を抽出し分析する。本研究では、今まで暗黙知であった熟練者の「カン・コツ」や判断基準などのマニュアル化しにくいノウハウに関して視線追跡装置を用いて技術を抽出し可視化することで熟練者と非熟練者の違いや熟練者同士の共通点などを明らかにすることを目的とした。

この独自のアプローチにより、トレーニングプログラムが標準化され、言語の壁なくグローバルに内視鏡医間で共有することが可能となる。さらに何ができていて、何ができていないか、再教育や再指導、トレーニング強化のポイントを明確にし、教育の効率化が可能となる。将来的には内視鏡治療だけでなく、内視鏡検査などのトレーニングにも応用可能である。

3. 研究の方法

(1) ESD 技術の抽出

ESD 熟練者 (ESD 経験数 300 例以上) 20 名および非熟練者 (ESD 経験数 20 例以下) 20 名で豚切除胃に対して視線追跡装置である眼鏡を装着して通常通り ESD を施行する。本研究では視線計測に視線計測装置として Tobii Pro Glasses2 を用いる。本機器は目の色、性別、年齢、眼鏡・コンタクトレンズの着用の有無に関係なくキャリブレーションや視線の移動を計測することができる。Tobii Pro Glasses2 の左右についているカメラでトラッキングを行い、中央についている赤外線で見え方の距離や焦点を測ることで視線計測を行う。

(2) 熟練者と非熟練者の共通点および相違点の解析

熟練者および初心者の ESD を視線計測したデータを抽出する。その抽出したデータを基に、熟練者と初心者が何を見て判断しているか視線探索を比較し相違点を見つけ、さらに熟練者の共通点を抽出し、基本的な視線の「良い動き」を定義し、ESD 時に必要な要素を同定する。

(3) 同定した ESD 時に必要な要素と熟練医の視線動画を基に AR 技術を用いたトレーニングシミュレーションソフトを開発

ESD 時に必要な視線の動きを同定し、視線をシミュレーション化する。次に、実際に見ている内視鏡画像内に AR を用いて研修生自身の視線とシミュレーション化された「良い動き」の視線と熟練者のデバイスの動きをオーバーレイして表示出来るようなソフトを開発する。

4. 研究成果

結果は、熟練者と非熟練者の違いとして見ている範囲や順番に違いがあることが分かった。特に視線範囲で有意差をもって違いがあった。さらに非熟練者は治療すべき部位を正確に見切れていないことも分かった。一方で熟練者に共通していたことは次のステップを予測した視線の動きになっており、効率的な視線運動をしていることが分かった。以上の結果から「よい動き」

という定義は「次のステップを予測した動き」と断定した。非熟練者はこの動きができないため、次の処置への移行に非常に時間がかかるため、視線範囲が広がってしまうのと、処置の動きがバラバラになってしまっていることが考えられた。熟練者は経験から次の動きが予測できるため視線範囲が狭く、効率的に適切な順番で処置を行うことができると考えられた。このデータを基に、実際に見ている内視鏡画像内にMRを用いて内視鏡治療時の研修生自身の視線とシミュレーション化された「良い動き」の視線と熟練者のデバイスの動きをオーバーレイして表示出来るようなソフトを開発しようと考えたが、コロナ禍に伴い、当研究は密な状態での研究なため一時中断としていた期間があり、さらに研究再開後も場所と研究に参加できる人数に制限があったため、進捗に時間がかかったため、開発する過程までたどり着くことが出来なかった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	山本 博幸 (YAMAMOTO HIROYUKI) (40332910)	聖マリアンナ医科大学・医学研究科・教授 (32713)	
研究分担者	伊東 文生 (ITO FUMIO) (90223180)	聖マリアンナ医科大学・医学部・教授 (32713)	
研究分担者	矢作 直久 (YAHAGI NAOHISA) (90292937)	慶應義塾大学・医学部(信濃町)・教授 (32612)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関