

氏名	岡 潔
学位の種類	博士(医学)
学位記番号	乙第507号
学位授与の日付	平成26年10月6日
学位論文題名	Clinical study using novel endoscopic system for measuring size of gastrointestinal lesion 「消化管病変部計測のための新しい内視鏡システムを用いた臨床研究」 World Journal of Gastroenterology 20(14): 4050-4058. 2014. 4
指導教授	芳野 純治
論文審査委員	主査 教授 平田 一郎 副査 教授 吉岡 健太郎 教授 前田 耕太郎

論文内容の要旨

【背景】

内視鏡技術の飛躍的進歩により低侵襲で正確な検査・治療が行えるようになった。それと同時に、内視鏡下で病変の形状計測を行う手法が提案されてきたが、現在までに確立された手法はない。

【目的】

本研究では、①計測手法を単純化し簡易的な計測が行えること、②システム導入時のコストを抑えること、③従来の内視鏡操作を維持できること、④形状計測の精度は実用的なレベルとすること、⑤普及性の高いシステムであること、の5つのコンセプトのもとに、通常の内視鏡と組み合わせて非接触にて消化管内の病変部を計測することが可能な新しい形状計測システムを構築した。さらに、本システムの計測精度に関する基礎的な検証を行い、次に、臨床的評価を行った。

【方法】

本システムの構成は極細径プローブ、計測用レーザー光源、イメージプロセッサ、画像合成装置である。計測用レーザー光源は市販の血流計測装置を用いた。極細径プローブは2本のプラスチック製光ファイバー(直径 ϕ 1.8mm)より成り、通常の内視鏡の鉗子孔を通過可能で、内視鏡先端まで挿入される。1本の光ファイバーにより計測用レーザーを導光し、もう1本の光ファイバーで対象からの反射光を受光する。血流計測装置は反射光の受光量に相当する電圧値として出力し、対象間距離が変化すると反射受光量も変化する特性を利用し、コンピュータにより反射受光量から対象間距離を算出し、その距離に応じて計測用グリッドを画面上に描出する。同時に、内視鏡の対物レンズの歪曲収差に合わせてグリッドの形状を補正する。作成されたグリッドは画像合成装置によって内視鏡映像

と重ね合わされ、テレビモニタに表示される。病変とグリッドを重ねることによりグリッドの幅より病変の大きさを計測する。

①本システムの精度を確認する目的で、基礎的試験として、(A)対象間距離の測定精度、(B)グリッドの歪曲補正、(C)グリッドの大きさ調整及び(D)グリッドの計測精度の検証を行った。②臨床的評価として、健常者を含む30人の胃及び大腸内で計測試験を行った。このうち3病変では計測後に、摘出した病変の大きさを実測し、計測結果と比較した。

【結果】

①(A)対象間距離の測定での平均誤差は対象を正面視の場合 $4.0 \pm 2.3\%$ であった。(B)内視鏡映像の全視野においてグリッドの歪曲補正が可能であった。(C)対象間距離に応じてグリッドの大きさがリアルタイムで調整可能であった。(D)内視鏡と組み合わせた測定精度に関して、病変との距離が10～40mmの時に、正面視では計測誤差はなかった。内視鏡が病変部に対して左右あるいは奥行きと手前方向に傾いた場合では、奥行き方向の誤差が大きく、10°傾いた場合 $0.24 \pm 0.11\text{mm}$ 、20°傾いた場合 $0.90 \pm 0.58\text{mm}$ 、30°傾いた場合 $2.31 \pm 1.41\text{mm}$ の誤差が生じた。これらの結果より、観察対象と内視鏡との角度が20°以下であれば、平均誤差は約1mm以下であり、ほぼ正確に計測できることが示唆された。

②臨床において、内視鏡観察下に本システムにより容易に計測が可能であった。このうち、3病変(大腸ポリープ)を計測後に、摘出された生標本で病変の大きさを実測するといずれも計測誤差は1mm以内であった。

【結論】

本システムによる計測手法を用いることにより、通常の内視鏡操作にて容易に正確な計測結果が得られた。したがって、本システムによる計測手法は内視鏡下でリアルタイムに病変部の形状計測を行う方法として有効であると考えられた。さらに、本システムは治療経過の評価、生体情報の収集、病態生理の解明などへの応用が今後可能と考えられる。

論文審査結果の要旨

本研究では、通常の内視鏡と市販のレーザー血流計測装置及びパソコンなどを組み合わせることで、従来提案されている計測手法を単純化し、内視鏡操作を維持しつつ実用的な計測精度を保証しながら、普及性の高い形状計測システムを提案している。また、本システムでは、通常の内視鏡の画像は視野中心よりも周辺部の方が歪曲していることに着目し、観察画像ではなく、観察対象までの距離に応じて、グリッド(格子)を歪曲させて観察画像に重ねて表示させることで、画像処理時間を短縮させ、リアルタイムに計測可能なシステムとした。臨床試験を実施した結果、病変との距離が通常の内視鏡観察状況(10～40mm程度)の時、正面視における計測誤差はほぼ0であった。また、観察対象と内視鏡との角度が20°以下であれば、平均誤差は約1mm以下であり、実用的には問題なく病変部の形状を計測できることを証明した。

本研究により、内視鏡を用いて消化管内の病変の大きさを定量的かつ客観的に正確に把握することが可能になり、治療計画をより厳密に決定するなどの臨床的な診断や病変の治療経過などの病態解明に大いに寄与することから、本論文は学位論文としてふさわしい内容であると評価された。