

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 5月24日現在

機関番号：14501
 研究種目：挑戦的萌芽研究
 研究期間：2010～2011
 課題番号：22659146
 研究課題名（和文） MR内視鏡の開発

研究課題名（英文） Development of MR endoscopy

研究代表者

東 健 (AZUMA TAKESHI)
 神戸大学・医学研究科・教授
 研究者番号：60221040

研究成果の概要（和文）：

MR内視鏡像を自作の管腔内RFコイルで撮像し、食道及び胃壁断層像を4層（粘膜、粘膜下層、筋層、漿膜又は外膜）に明瞭に描出することが出来た。また、内視鏡先端に装着したGdマーカを用い、MR像と内視鏡像を重畳した画像を構築することが出来た。MR内視鏡はがんのステージ診断等において、有効な検査手技となると期待される。

研究成果の概要（英文）：

The aim of this study was to define the detailed anatomy of gastrointestinal wall structure in vivo using original endoluminal radiofrequency coils. Gastric and esophageal wall structure was discriminated in the endoluminal MR imaging. Additionally, it was possible to visualize the vascular structures in the submucosal layer. Endoluminal MR imaging is an useful method for the staging diagnosis of gastrointestinal cancers.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,800,000	0	1,800,000
2011年度	1,100,000	330,000	1,430,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,900,000	330,000	3,230,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：内科系臨床医学・消化器内科学

キーワード：MR/ 内視鏡/ 胃壁構造

1. 研究開始当初の背景

我が国の死亡原因の第一位は癌であり、年々増加傾向を示し、現在3人に1人が癌で死亡している。癌の部位として、食道、胃、大腸など消化器癌がその上位を占めている。我が国では、これら消化器癌の早期発見早期治療による癌対策を進める中、産学の連携により新しい内視鏡機器が開発され、高度先進的な内視鏡検査と治療が可能になり、早期消化管粘膜癌に対し内視鏡的粘膜剥離術など、

低侵襲性の新しい治療手技が我が国で開発されてきた。しかし、現在の超音波内視鏡や拡大内視鏡などの内視鏡機器を駆使しても、術前の消化管粘膜癌の深達度診断の正診率は約85%であり十分とは言えない。また、高度先進的な内視鏡治療には出血、穿孔などの合併症が約10%に生じ、死亡例も認められる。したがって、より安全で正確な内視鏡検査・治療のために、新たな内視鏡機器開発が必要である。そこで我々は、軟部組織撮像として

地位が確立されてきた体外診断装置であるMRIによる組織内撮像と、管腔内診断装置である内視鏡による組織表面撮像を組み合わせたMR内視鏡システムの開発をスタートした。

我々は、これまでに、in vitro でブタの切除胃に試作RFコイル(図1)を当ててMRIを撮影し、胃の層構造と粘膜貫通血管を明確に捉えることが出来た(図2)。

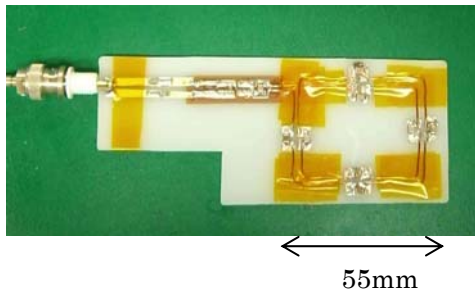


図1 試作RFコイル

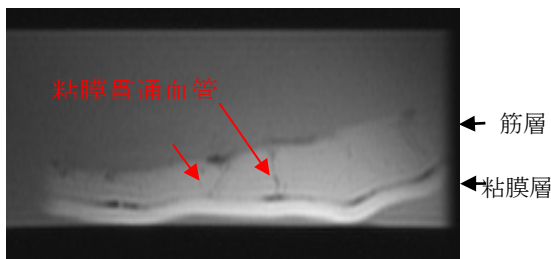


図2 ブタの胃粘膜断層像

2. 研究の目的

本研究では、安全で正確な高度先進的内視鏡検査・治療のために、体外診断装置であるMRによる組織内撮像と管腔内診断装置である内視鏡による組織表面撮像を組み合わせた、画期的な画像診断装置としてMR内視鏡を開発する。また、MR内視鏡により消化管を全層的に静止画像で観察するとともに、管腔内の内視鏡と周囲臓器、特に血管との関係をリアルタイムに三次元的に表示し、内視鏡検査・治療時の三次元ナビゲーションシステムを構築する。

3. 研究の方法

1)MR内視鏡開発

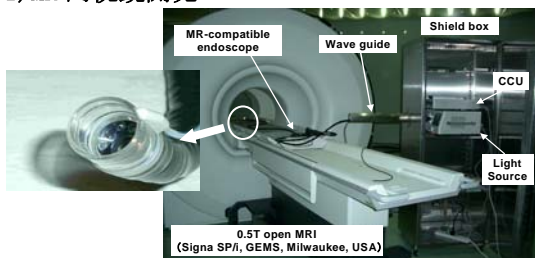


図3 MR対応消化器内視鏡
高磁場耐性素材による消化器内視鏡(図3)

下に自作した胃用体腔内RFコイルを挿入し(図4)、体腔内からMR撮像し、消化管の微細層構造、病変の進展範囲、周囲血管構造分布を空間分解能 $0.15 \times 0.15 \times 3\text{mm}^3$ 以下で描出する。

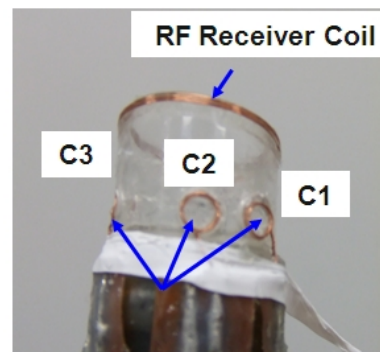


図4 RFコイル

また、食道に対して、RFコイルをオーバーチューブ内に装着し、内視鏡で位置を確認した上にオーバーチューブを挿入、MR撮像し、食道の層構造を構築する。

2)三次元ナビゲーションシステム開発

内視鏡で見ている組織表面像とその組織の断層MR像を重畳表示させ、且つ体内での内視鏡の位置・姿勢も反映可能な三次元ナビゲーションシステムを構築する。内視鏡先端のGdマーカーと検出コイルからの空間座標・姿勢を検出し重畳表示する。



Wireless marker coil and high water absorbed gel soaked in Gd-DTPA

図5 内視鏡先端に装着するGdマーカー

4. 研究成果

管腔内コイルを内視鏡下にブタ胃粘膜内に設置し(図6)MR撮像することにより、胃の層構造が4層(粘膜、粘膜下層、筋層、漿膜)に、さらに、周囲臓器が明瞭に描出された。食道も同様に4層に明瞭に描出された。



図6 管腔内コイルをブタ胃粘膜内に設置

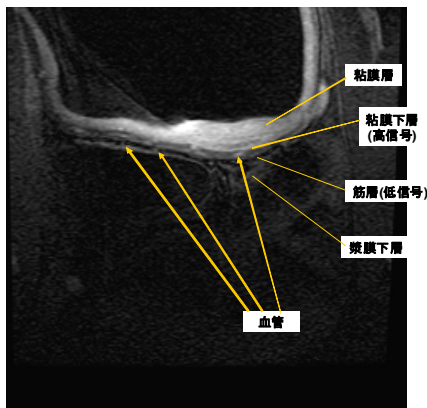


図7 MR内視鏡によるブタ胃の断層像

内視鏡カメラレンズの歪みを補正し、MR画像との整合処理を行う。また多断面撮像で得られたMRの画像を三次元構成し、内視鏡とMR画像の重畳像を構築することが出来た(図8)。

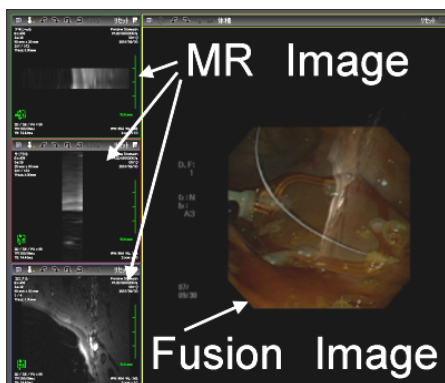


図8 内視鏡とMR画像の重畳像

さらに、MR内視鏡像と、現在頻用されている超音波内視鏡(EUS)像を胃壁構造の描出で比較検討したところ、MR内視鏡の方が明確

に壁構造を捉えることが出来、さらに、粘膜貫通血管も捉えることが出来た。



図9 超音波内視鏡による胃壁像

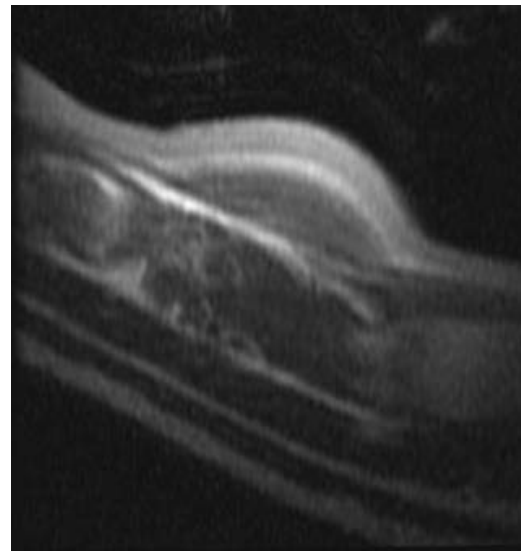


図10 MR内視鏡による胃壁像(EUSとの比較)

体外コイルを用いたMRIでは、体深部にあり、かつ薄い管壁構造を描出するのは困難である。本研究によるMR内視鏡は、高磁場耐性素材による消化器内視鏡により体腔内病変近傍にRFコイルを挿入し、体腔内からMR撮像し、消化管の微細層構造、病変の進展範囲、周囲血管構造分布等を描出するものであり、体外診断装置であるMRによる組織内撮像と管腔内診断装置である内視鏡による組織表面撮像を組み合わせた、斬新な着想による画期的な画像診断装置である。また、三次元ナビゲーションシステムは、MR内視鏡により消化管を全層的に静止画像で観察するとともに、内視鏡で見ている組織表面像とその組織の断層MR像を重畳表示させ、且つ体内での内視鏡の位置・姿勢も反映可能なシステムであり、管腔内の内視鏡と周囲臓器、特に

血管との関係をリアルタイムに三次元的に表示する独創的なシステムである。

したがって、MR内視鏡開発により、より安全で正確な内視鏡検査・治療が行うことが可能になり、臨床上極めて有用である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 1件)

- ① Matsuoka Y, Kumamoto E, Sugimoto M, Azuma T, Saito A, Shibasaki T, Kuroda K, Integrated MR-laparoscopy system with respiratory synchronization for minimally invasive liver surgery, J Hepatobiliary Pancreat Sci, 2010, 17(5):622-628. 査読有

6. 研究組織

(1) 研究代表者

東 健 (AZUMA TAKESHI)
神戸大学・医学研究科・教授
研究者番号：60221040

(2) 研究分担者

久津見 弘 (KUTSUMI HIROMU)
神戸大学・医学研究科・客員教授
研究者番号：70420461

豊永 高史 (TOYONAGA TAKASHI)
神戸大学・医学部附属病院・准教授
研究者番号：40464268

森田 圭紀 (MORITA YOSHINORI)
神戸大学・医学部附属病院・助教
研究者番号：60420460

(3) 連携研究者

該当なし