

令和元年6月13日現在

機関番号：22604

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K10324

研究課題名(和文)高磁場MRIを用いた腸管ぜん動運動の定量評価：自動解析と臨床応用の研究

研究課題名(英文)Quantative assessment of bowel contraction using MRI: computerized automated assessment and clinical application

研究代表者

古川 顕 (Furukawa, Akira)

首都大学東京・人間健康科学研究科・教授

研究者番号：80199421

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：MRIを用いた消化管蠕動運動の動的画像化は、消化管非吸収性経口薬による前処置後、steady state free precession sequenceで、呼吸停止下に連続撮像する方法が最適であった。コンピュータを用いた自動定量評価法においては、“super-pixel segmental method”による消化管壁の自動認識、一定領域の腸管の形状追跡による消化管径の変化の観察、任意の関心領域の経時的信号変化の加算値による小腸蠕動運動を包括的評価、が有用であることが明らかとなった。また、臨床検討では、大建中湯の効果が小腸蠕動運動亢進作用が関与する可能性をcine-MRIで示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

小腸の蠕動運動は、内因性には小腸平滑筋や小腸壁内に存在する神経叢、外因性には自律神経や様々なホルモンにより制御されている。そのため、消化管の蠕動運動は、その制御機構に機能的異常をきたす自律神経障害、薬剤、腹部手術の侵襲、感染症などにより障害され、様々な臨床症状をきたす。臨床においては、消化管症状をきたす様々な疾患の診断上、消化管蠕動運動障害の有無、その障害の程度の評価、さらに、消化管機能障害患者における治療効果判定、経過観察の評価において、消化管運動機能を定量的に評価することは極めて重要である。本研究成果は、その臨床要望に応える一助となる。

研究成果の概要(英文)：In cine-MR imaging of the bowel contraction, steady state free precession sequence should be applied with the bowel preparation by oral administration of non-absorbable fluid. In computerized assessment of the results, 1) automated demarcation of the bowel wall using super-pixel segmental method is useful to measure the temporal changes of bowel volume. 2) Measurement of the temporal changes of the bowel caliber is possible by chasing the changes of the shape of the bowel in a region of interest (ROI). 3) Temporal changes of the sum of the MR signal intensity in a ROI is useful in comprehensive assessment of the bowel contraction in the ROI. In the clinical research, cine MRI demonstrated the effect of day-kenchu-to on the bowel to increase the bowel contraction as a possible reason to release symptoms of abdominal discomfort.

研究分野：放射線医学

キーワード：MRI 消化管運動 機能評価 定量評価 bowel motility

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

小腸の蠕動運動は、内因性には小腸平滑筋や小腸壁内に存在する神経叢、外因性には自律神経や様々なホルモンにより制御されている。そのため、消化管の蠕動運動は、その制御機構に機能的異常をきたす自律神経障害、薬剤、腹部手術の侵襲、感染症などにより障害され、様々な臨床症状をきたす。さらに、消化管内腔狭窄をきたす器質的要因によっても消化管蠕動運動は障害を受ける。

臨床においては、消化管症状をきたす様々な疾患の鑑別診断上、消化管蠕動運動障害の有無、その障害の程度の評価、さらに、消化管機能障害患者における治療効果判定、経過観察の評価において、消化管運動機能を定量的に評価することは極めて重要である。しかし、現在の検査法は患者への負担が大きく容易に施行できない現状があり、臨床応用可能な侵襲性の低い定量的消化管運動機能検査・診断法が待望される。

2. 研究の目的

MRI を用いた小腸蠕動運動の動的画像化とその定量的評価法の確立；コンピュータによる自動評価法を含めた、臨床応用可能な検査法・診断法の確立を目指す。

3. 研究の方法

1) 最適な動的画像化の検討においては、MR における pulse sequence (撮像法)、撮像時間、前処置 (経口造影剤の種類、量) について検討した。

2) 定量評価法については；

画像上の消化管径を手動的に計測して、消化管蠕動運動の振幅と周波数を計測した。

コンピュータを用いた自動評価法の開発を目指し、次の二つの方向から検討した。

i) 消化管蠕動運動の振幅と周波数の計測を目指す手法

画像信号を二値化して、

・消化管壁を自動認識させ、一定領域の消化管面積の変化から消化管蠕動運動を評価する方法

・消化管壁上の特定の2点の動きを自動追跡して、手動的計測を再現させる方法

を検討した。

ii) 腹部に設定されて任意の関心領域の小腸蠕動運動を包括的に計測・評価する方法

任意に設定された領域の経時的信号変化を加算して、同領域内の消化管運動の定量的評価を行う方法

を検討した。

3) 臨床例における検討では、大建中湯 (消化管蠕動運動改善薬) の効果について健常ボランティアを用いて検討した。

4. 研究成果

1) MRI を用いた消化管蠕動運動の動的画像においては、steady state free precession sequence (撮像時間 0.5 秒の高速撮像法) で、呼吸停止下に 30 秒間連続撮像する方法が最適であった。また、消化管運動を定量評価するためには腸管が虚脱している状態は不向きで、撮像時に適度に拡張していることが望ましく、消化管非吸収性経口薬による前処置が有効であることが明らかとなった。水道水では、消化管吸収により回腸以下の十分な腸管拡張が得られなかった。

2) 定量評価法については、

消化管径の手動的計測による手法の再現性は高いが、作業が煩雑で時間を要する問題がある。

コンピュータを用いた自動評価法の開発では；

i) 消化管蠕動運動の振幅と周波数の計測を目指す手法

・消化管壁を自動認識させ、一定領域の消化管面積の変化から消化管蠕動運動を評価する方法では、“super-pixel segmental method” を用いることにより、消化管壁の認識度が高まり、良好な結果が得られることが明らかになり論文発表した。ただし、過度な収縮 (腸管の完全虚脱) は、計測誤差の原因となった。

・消化管壁上の特定の2点の動きを自動追跡する手法においては、一定領域の腸管の形状を追跡することにより、腸管上の特定の点を決定し、その経時変化を追跡することで良好な結果が得られた。

ii) 腹部に設定されて任意の関心領域の小腸蠕動運動を包括的に計測・評価する方法

任意に設定された領域の経時的信号変化の加算値は、同領域の消化管の蠕動運動の周波数に相関し、関心領域の小腸蠕動運動を包括的に計測・評価において良好な結果が得られた。

3) 臨床応用においては、

大建中湯 (消化管蠕動運動改善薬) の効果に同薬の小腸蠕動運動亢進作用が関与する可能性を cine-MRI で示し、論文発表した。

5. 主な発表論文等

- Nguyen Dai Hung Linh, Akira Furukawa, Ayako Taniguchi, Yen Wei Chen, Akitoshi Inoue, Shuzo Kanasaki, Yoshiaki Mizumoto, Akira Andoh. Computerized assessment of small bowel motility function using cine-MR imaging: a prelim results in super-pixel segmental method. The Journal of Transportation Medicine 2017: 71;896-
- Inoue A, Furukawa A, Yamamoto H, Ohta S, Linh NDH, Syerikjan T, Kaida S, Yamaguchi T, Murata S, Ohta T, Tani M, Murata K. Acceleration of small bowel motility after oral administration of dai-kenchu-to (TJ-100) assessed by cine magnetic resonance imaging. PLoS One 2018;10;13(1) doi: 10.1371/journal.pone.01901044.
- Otsuki K, Furukawa A, Yen-Wei Chen, et al. Automated assessment of small bowel motility function based on feature point tracking. Proc. Of the 14th International Conference on Natural Computation, Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (ICNC-FSKD2018)
- Yamamoto H, Inoue A, Furukawa A, Kaida S, Yamaguchi T, Murata S, Tani M. Daikenchuto enhances intestinal motility and reduces endotoxin levels: A novel strategies for the treatment of metabolic syndrome. DDW 2016 San Diego, USA
- Yamamoto H, Kaida S, Yamaguchi T, Murata S, Inoue A, Furukawa A, Kadowaki M, Obata T, Tani M. Daokentyuto enhances intestinal motility –possible strategies for the treatment of metabolic syndrome- 第 71 会日本消化器外科学会総会 徳島市

〔雑誌論文〕(計 2 件)

〔学会発表〕(計 3 件)

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕
出願状況 (計 0 件)

取得状況 (計 0 件)

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名：陳延偉

ローマ字氏名：Yen-Wei Chen

所属研究機関名：立命館大学

部局名：情報理工学部

職名：教授

研究者番号 (8 桁): 60236841

研究分担者氏名：安藤 朗

ローマ字氏名：Akira andoh

所属研究機関名：滋賀医科大学

部局名：医学部

職名：教授

研究者番号 (8 桁): 90252395

研究分担者氏名：山本 寛

ローマ字氏名：Hiroschi Yamamoto

所属研究機関名：滋賀医科大学

部局名：医学部

職名：非常勤講師

研究者番号（8桁）：00283557

(2)研究協力者

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。