

令和元年9月10日現在

機関番号：13901

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2016～2018

課題番号：16K15957

研究課題名(和文)ポータブル腸電位計を用いた在宅療養者の腸蠕動運動評価と排泄ケアに関する研究

研究課題名(英文)Evaluation of the evacuation Rhythm using the portable Electroenterogram for evidence based daily bowel monitoring

研究代表者

前川 厚子(MAEKAWA, ATSUKO)

名古屋大学・医学系研究科(保健)・教授

研究者番号：20314023

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究プロジェクトでは健康な成人と在宅療養者の排泄ケアに活用できるポータブル腸電位計を開発し、日常生活における排便リズムの測定原理を明らかにした。下腹部に電極を装着し、飲食後30分程の下部消化管の腸蠕動運動と超音波エコーによる結腸の動きを同時測定した。測定データの一貫性を確認することにより信頼性を確保した。

被験者から得た経時データを腸電位図として捉え、フーリエ解析後にカラーマッピングで表すことにより個別的な腸活動と排便リズムの予測的に関する検討を行い、良好な結果を得た。2017年にポータブル腸電位計の特許申請を行い、成果は国際がん看護学会とストーマ・排泄関連学会で発表した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ポータブル腸電位計開発により、誰でも、どこでも簡単に下部消化管リズムが測定でき、経時的なデータが収集できるようになった。これにより科学的根拠に基づく排便ケア計画への道を拓いたことに意義がある。これまで判別しにくかった排便異常のパターンや症状は腸電位図解析により病型分類が進み、オーダーメイド治療方略に深化をもたらす。看護ヘルスケアにおいては排便予測モデルに基づき、最も効果的な排泄ケアプランに結びつくことを考える。

腸電位図はカラーマッピンググラフにより、個別パターンが可視化され、結腸の動きと排便リズムがわかるので下痢と便秘の自覚症状がわかる人だけでなく、重度障害者や認知症の方にも活用できる。

研究成果の概要(英文)： We developed the portable electroenterogram (EENG) for the evidence based daily bowel monitor of excretion care. We determined principle of measurement of the evacuation rhythm in the life. Attached 3 electrodes to the abdominal region and measured the intestinal peristalsis campaign of the lower digestive tract and the colic movement by the ultrasonic echo after eating and drinking at the same time. We secured reliability by examining an agreement degree of the measurement data.

We caught the trans time data which we obtained from subjects as electroenterogram and performed individual bowel activity and examination to relate to predict of the evacuation rhythm in color mapping graph by what we expressed after Fourier analysis and obtained good results. We conducted the patent application of the portable electroenterogram in 2017, and the result gave a presentation in International Cancer Nursing Society and Japanese Society of Stoma and Continence Rehabilitation.

研究分野：地域在宅看護

キーワード：ポータブル腸電位計 排便異常 慢性便秘 排便ケア 腸蠕動運動 下痢 排便リズム カラーマッピンググラフ

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

(1) 研究代表者は排泄ケアのスペシャリストとして 40 余年間の実践と研究歴を持つ。研究分担者と協力者も排泄ケアに深く関わっている。多彩な要因から起こる下痢や慢性便秘に苦しむ人々の排泄コントロールや排便予測に関心を持ち、非侵襲的な方法で新たな腸管リズムの測定と可視化に着眼し、排泄機能の変調を自覚する患者の症状改善に役立てたいと考えた。

(2) 研究開始時には腸管の動きを電位で測定するアイデアはあった。計測具は大型ラボ据え置きタイプの胃電位計で、気軽に持ち運べなかった。また、先行研究ではラットやイヌを対象とした腸電位と腸音測定研究があったが、ヒトでの研究は見当たらなかった。そこで、本研究では軽量小型腸電位測定器を開発し、有用性ならびに測定具の信頼性を確認することとした。

2. 研究の目的

ポータブル腸電位計を利用して排便困難状態にある在宅療養者に安全・快適な排便ケアができるように腸管機能の客観的評価法を開発し、排泄ケアの質向上に資することである。

3. 研究の方法

(1) プロトタイプのポータブル腸電位計を複数台作成し、測定具の信頼性を確認する。ポータブル腸電位計を開発する業者として松栄電子研究所を選定し、形状、機能性、操作性など意見交換しながらタイムスタンプとモニタを可視化する。腸電位モニタリングのための最適な電極を選択する。電極コードの形状デザインを決定する。記録媒体はマイクロ SD カード 16GB とし、長時間持続測定可能とする。さらに至適電極装着部位として臍を基点とした左側結腸(下行結腸、S 状結腸、臍下 6 cm)3 点とし、電位を記録する。

(2) 腸電位測定プロトコール開発とデータ収集項目の決定を行う。起床直後に電極を付け、測定開始し、朝食を経て排便があれば終了 45 分までデータ収集を行う。自記式体調管理記録は一般状態と排便リズム、便の性状（ブリストルスケール）、薬剤服用の有無とする。

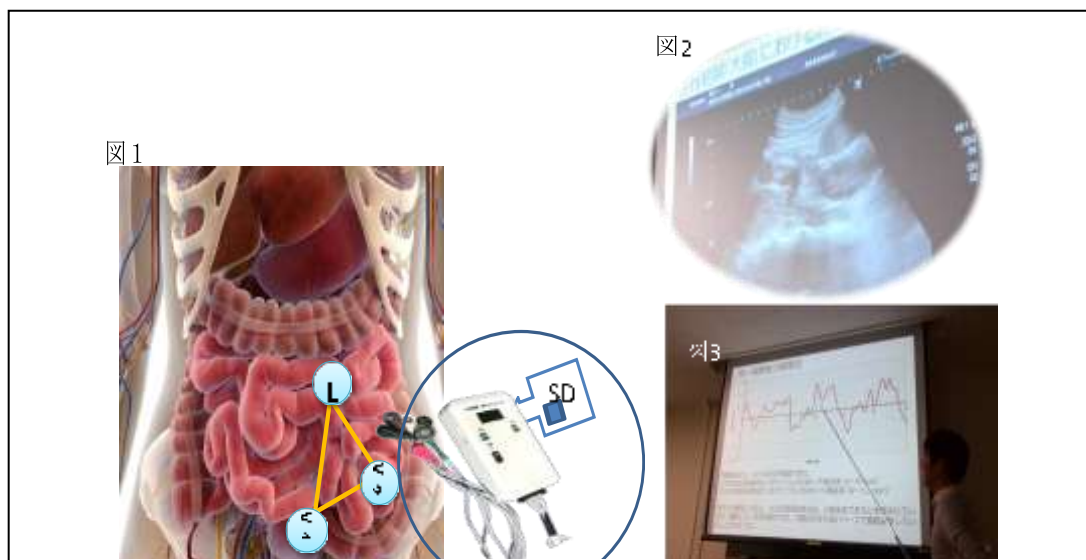
(3) データ解析プログラムの開発を行う。腸電位データは腸電位計本体の SD カード記録部位から記録媒体を取り出し、パソコンのエクセルで読み込めるようにする。独自開発プログラムで電位を数値化したのち、ノイズを取り除き、結腸の蠕動運動を波形で表示する。さらに高速フーリエ解析を加え、排便前兆候から排便時、排便後の蠕動運動を可視化する。

(4) 名古屋大学医学系研究科生命倫理委員会への研究倫理審査を経て、健康被験者 20 名の腹部エコー診断と同時に腸電位測定を行う。データ収集開始から 15 分後にコーヒーを 200cc 飲用し、蠕動運動の亢進を確認する。このうち 10 名の被験者からは起床時から就寝前までの普段の生活における継続的なデータ収集を行い、測定具の安定的な使用状況を検討する。

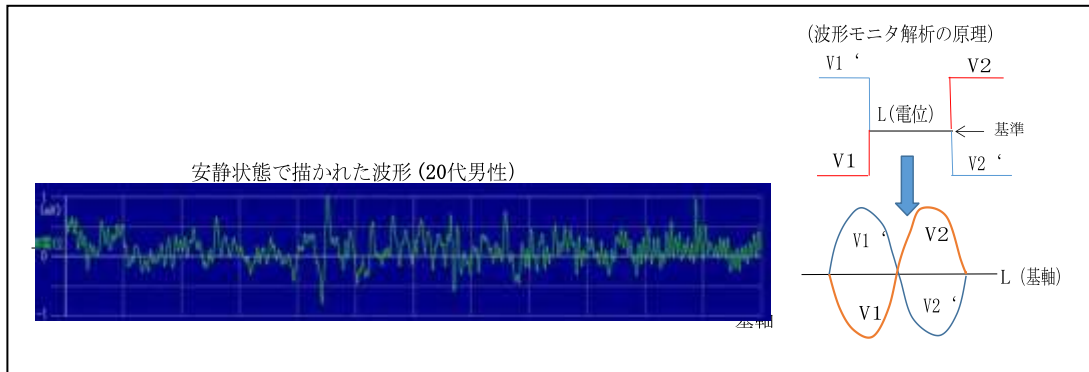
4. 研究成果

(1) 平成 28 年から 29 年度にかけてウェアラブルポータブル腸電位計を開発した。プロトタイプ腸電位計を用いて研究者自身の基礎データ収集を行い、経時的な腸管リズム把握に役立つことを証明した。測定具は単 3 電池 2 本で稼働し、重量 450 g と軽量であり、ポシエットで肩から吊り下げて使用できるため、日常生活や排泄行為を妨げないことが分かった。

図 1 は腸電位計(サークル内)と電極装着部位を示す。図 2 はエコーとの同時測定記録、図 3 は腸電位の波形である。



(2) 腸電位計測定原理を明らかにした。腸の動きは神経に生体電流が流れ、腸の平滑筋刺激が生じることにより腸内の微弱な電位差をキャッチする。腸電位計では生体電流の大きさを電位差に読み替えて、腸活動を評価することができる。便意を催すときには、腸は活潑に動いており、電位差も大きく捉えられる。一方、便秘や排便後には蠕動運動は緩慢になり、電位差は少ないことが分かった。下記に安静状態で描かれた 20 代健康な男性被験者の波形を示した。波形モニタ解析では、L が基軸として V1 と V2 の電位差が複雑な波形となっている。



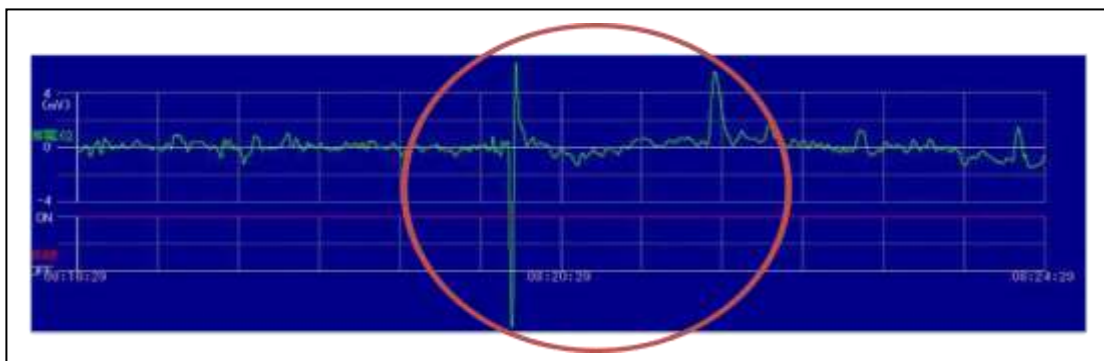
20 代男性の腸電位波形解析の評価

安静状態を維持し、なおかつ腸活動が落ち着いている状態で描かれた波形では以下のことが分かった。

振幅：波の高さ(単位：mV)～ 大きいほど腸活動が強い。周波数：時間内における波の振動頻度(単位：Hz)では、周波数が大きいほど腸活動が活発であることが示された

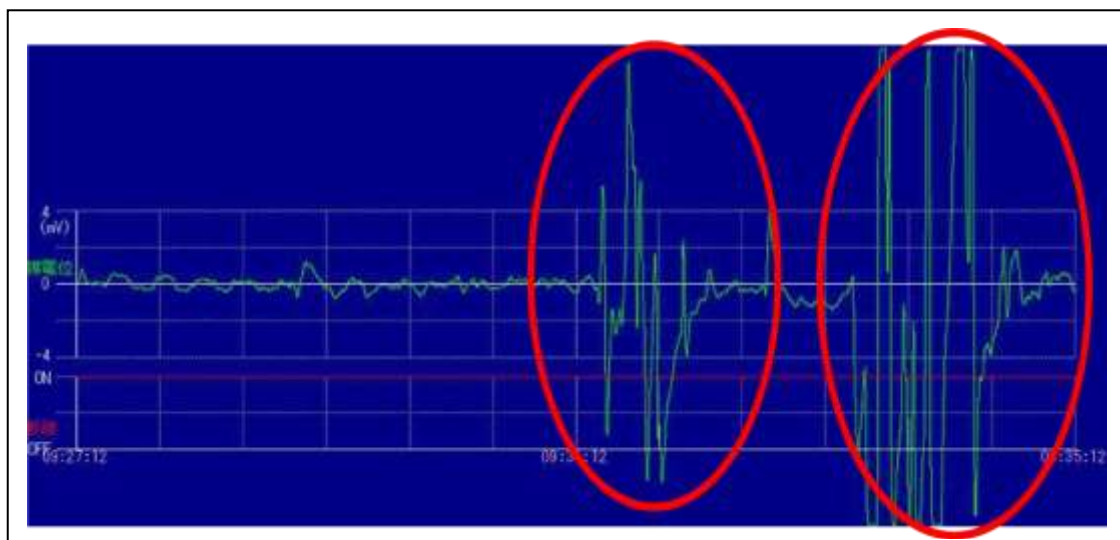
(3) 腸電位波形解析結果より、排便前後において明らかな 腸活動パターンが示された。

A) 40 代男性 被験者、朝 8 時 20 分頃に排便あり (ブリストル便性 スケール 4 便量普通)



B) 20 代男性 朝 9 時 33 分頃から 2 回の排便あり (ブリストルスケール 4 便量多量)

振幅は大きく 4 mV を超え、二峰性のデータとして示された。

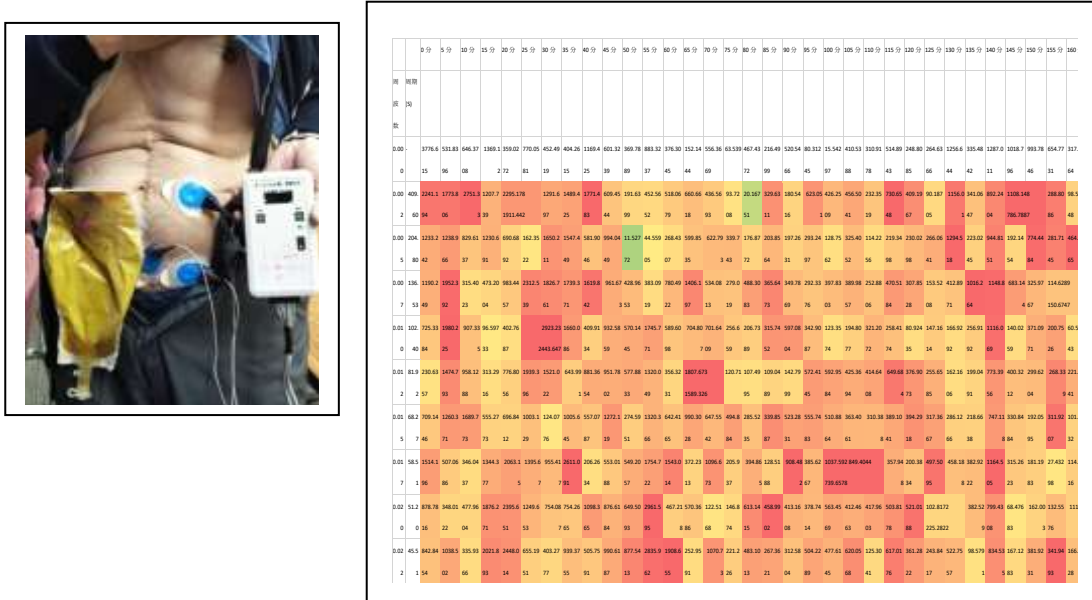


(4) 排便前後の波形をカラーマッピングで示すと大蠕動の生じた時間は濃い色調に変化しており、便意が衰退していくとオレンジ色から黄色に変化していく様相が示された。グレーは排便時の腸電位である。

c) 40代男性被験者：朝食後に排便あり。排便前15分頃より便意が徐々に亢進していることが示されている。



(5) 現在は健康な60代男性被験者で大腸全摘術とイレオストミーを保有する者の腸電位では、食後すぐに排便が始まり、2時間程度絶え間ない腸活動が見られ、腹部に装着したストーマバッグに便が排出される様子と共にデータ収集できた。回腸ストーマ保有者の絶え間ない排便の状況は小腸の腸電位リズムとして、デジタルカラーマッピング記録として把握された。結腸の動きとは異なる平滑筋運動と考えられるが、さらなる基礎的研究の蓄積が必要である。



(6) まとめ

以上のように、ウェアラブルポータブル腸電位計を開発し、ふだんの生活において非侵襲的に腸の動きを定量データ化できるシステムを構築した。これまで、小型軽量で簡単に持ち運べ、誰でも簡単に定量データ収集できるシステムはなかったが、聴診器や超音波エコーに代わり、経時的な腸管リズム把握に役立つ測定器であることを証明した。高速フーリエ解析 (FFT) とカラーマッピング解析より、排便前後において明らかな腸活動パターンの亢進が示された。排便リズムの客観的定性、定量評価は、排泄機能の異常と正常の識別に役立ち、エビデンスに基づく保健指導、薬剤投与プログラムや排便介護実践に信頼度の高い根拠をもたらすことになる。

今後は、ポータブル腸電位計の商品化と臨床応用の拡大を図りたい。そのためには低刺激性で長期間使用可能な電極の開発、入浴やシャワーが可能な耐水性ワイヤレス電極の開発、解析プログラムの簡便化などが課題として残されている。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計2件)

- 1) 前川厚子、吉田和枝、竹井留美、進藤勝久：腸管リズムの把握と排便ケアに役立つウェアラブル腸電位計の実用化、日本ストーマ・排泄リハ学会誌.Vol.35(1)、P250、2019.査読あり
- 2) Atsuko MAEKAWA, Kazue YOSHIDA, Shogo WATANABE, Sandai OHNISHI, Naoko HORII, Rumi TAKEI, Akiko OKAWA, Masamitsu KOBAYASHI, Katsuhisa SHINDO : Evaluation of the Evacuation Rhythm Using the Bowel Electrometer, Abstract International Conference on Cancer Nursing. 学会抄録集 P321、Sep. 2018. 査読あり

〔学会発表〕(計3件)

- 1) 前川厚子、吉田和枝、竹井留美、進藤勝久：腸管リズムの把握と排便ケアに役立つウェアラブル腸電位計の実用化、日本ストーマ・排泄リハビリテーション学会、Feb, 2019.大阪
- 2) 前川厚子：腸管リズムの把握と排便ケアに役立つウェアラブル腸電位計の開発、バイオメディカルメッセ名古屋、Nov,2018、名古屋
- 3) Atsuko MAEKAWA, Kazue YOSHIDA, Shogo WATANABE, Sandai OHNISHI, Naoko HORII, Rumi TAKEI, Akiko OKAWA, Masamitsu KOBAYASHI, Katsuhisa SHINDO : Evaluation of the Evacuation Rhythm Using the Bowel Electrometer, International Conference on Cancer Nursing. Sep. 2018, ニューージーランド、オークランド

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

○出願状況 (計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年：
国内外の別：

○取得状況 (計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等 なし

6. 研究組織

(1) 研究分担者

①研究分担者氏名：大西山大

ローマ字氏名：Ohnishi Sandai

所属研究機関名：藤田医科大学

部局名：医学部

職名：その他

研究者番号(8桁)：00257669

②研究分担者氏名：渡辺彰吾

ローマ字氏名：Watanabe Shogo

所属研究機関名：岡山大学

部局名：保健学研究科

職名：講師

研究者番号(8桁)：20548341

③研究分担者氏名：吉田和枝

ローマ字氏名：Yoshida Kazue

所属研究機関名：三重大学

部局名：医学部

職名：准教授

研究者番号（8桁）：40364301

④研究分担者氏名：竹井留美

ローマ字氏名：Takei Rumi

所属研究機関名：椙山女学園大学

部局名：看護学部

職名：講師

研究者番号（8桁）：80402626

⑤研究分担者氏名：堀井直子

ローマ字氏名：Horii Naoko

所属研究機関名：中部大学

部局名：生命健康科学部

職名：教授

研究者番号（8桁）：90410662

(2) 研究協力者

①研究協力者氏名：松尾功一、(株)松栄電子研究所、会長

ローマ字氏名：Matsuo Koichi

②研究協力者氏名：西村かおる、日本コンチネンスセンター、保健師

ローマ字氏名：Nishimura Kaoru

③研究協力者氏名：鬼頭正人、きとうクリニック、院長

ローマ字氏名：Kito Masato

④研究協力者氏名：久野寿美代、きとうクリニック、訪問看護師

ローマ字氏名：Kuno Sumiyo

⑤研究協力者氏名：佐原力三郎、東京山手メディカルセンター、副院長

ローマ字氏名：Sahara Rikisaburo

⑥研究協力者氏名：伊藤美智子、東京山手メディカルセンター、看護師長

ローマ字氏名：Ito Michiko

⑦研究協力者氏名：杉本由佳、すぎもと在宅クリニック、院長

ローマ字氏名：Sugimoto Yuka

※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。