

令和元年6月28日現在

機関番号：32419

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K01430

研究課題名(和文) T2強調画像信号強度およびT2を指標とした活動筋分析：把握動作時の筋活動分析

研究課題名(英文) Analysis of activated muscle based on T2-weighted image signal intensity and T2

研究代表者

秋山 純和 (AKIYAMA, SUMIKAZU)

人間総合科学大学・保健医療学部・教授(移行)

研究者番号：10285976

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：0.2TコンパクトMRIを用い手関節運動に関する運動分析をおこなった。本研究では、道具を使用したときの把握動作の活動筋分析を行った。各把握動作は、握力把握系としてハンドグリップ運動、鍋の上下運動、精密把握系として瓶蓋開閉動作、消しゴム運動とした。撮像は、MSSE法とCPMG法とした。また、表面筋電図法との比較をおこなった。道具を用いたときの各筋の協同作用や深部筋の活動分析が可能と考えられた。活動筋の判定方法は、T2緩和時間 $34 \pm 4$  msを一つの基準として提唱した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

コンパクトMRIは、設備において場所を取らず日常の診療やリハビリテーション医療における評価として有用と考えられる。低磁場0.2TコンパクトMRIを用いた骨格筋の評価や運動分析が可能となれば、リハビリテーション医療の現場で脳血管障害における協同運動からの分離、萎縮の程度など骨格筋の質の変化、また、運動器疾患における変形性関節症等の量、質、構造的変化の評価が的確になり、対象者のリハビリテーションに有益な情報を与えると考えられる。さらに、超高齢社会においては、予防的リハビリテーションの観点から、四肢の骨格筋の状態を評価できる可能性を示すことができた。

研究成果の概要(英文)：Motion analysis of wrist joint movement was performed using 0.2T compact MRI. In this study, we analyzed the activation muscle of the grasp motion when using a tool. Each grasping operation was a handgrip exercise as a grasping force system, up and down movement of a pan, a bottle lid opening / closing operation as a precise grasping system, and an eraser exercise. The imaging was MSSE method and CPMG method. In addition, it compared with the method of surface electromyogram. It was considered possible to analyze the joint action of each muscle and the activity of deep muscle with the tool. In conclusion, the T2 values in the resting forearm muscles show T2 relaxation time  $34 \pm 4$  ms as one reference value.

研究分野：理学療法

キーワード：前腕骨格筋 骨格筋の評価 把握動作 瓶蓋開閉動作 鍋上下運動 消しゴム動作 理学療法 作業療法

## 1.研究開始当初の背景

リハビリテーション医学における運動分析は、表面筋電図法、超音波法が大きな役割を果たしてきた。表面筋電図では深部筋、クロストークの問題があり活動分析が容易ではない。また、超音波法では活動範囲が限定される。運動による活動筋、非活動筋、深部筋、協同筋について全筋で活動が観察できる MRI 法では応用範囲が大きいと考えられる。我々は 0.2T コンパクト MRI を用い骨格筋の運動分析が可能となるよう基礎研究をおこなってきた(科学研究費補助筋基盤研究(C)24500609)。本研究ではより小さい筋束で測定が可能になるよう解像度の高いプローブを用い、活動筋分析の応用として日常生活動作における道具使用時の前腕筋群の活動筋分析をおこなった。道具使用時の手関節運動と把握動作の活動筋分析を示すことで、従来の運動分析方法に加えて新しい手法になると考えられる。

## 2.研究の目的

前腕筋の活動分析は、表面筋電図法による運動分析が散見される。しかし、深部筋や協同筋を含めての報告はほとんどない。さらに道具使用時の筋活動分析は皆無と考えられる。我々は、低磁場である 0.2T コンパクト MRI 装置を用い前腕冠状断の筋活動分析を試みた。また、表面筋電図法と比較をおこなった。把握動作は、鎌倉の分類による握力把握系では、ハンドグリップ運動、鍋の柄持つての上下運動、精密把握系運動として、瓶蓋開動作、消しゴムを使用する運動とした。筋活動の判定では、 $T_2$  画像強調画像による目視と  $T_2$  緩和時間の変化とした。研究の経過中に  $T_2$  値の基準値が必要となったので検討した。

## 3.研究の方法

0.2T 立位膝用コンパクト MRI を使用し MSSE 法、CPMG 法で撮像した。固定装置を製作した後に以下の研究を行った。

- 1) ハンドグリップ運動では 30 回もしくは 40 回を 1 セットとして運動を行った。表面筋電図法の電極位置を MRI で確認した。
- 2) 瓶蓋開動作では、5 秒の静止性収縮を施行した。回数による漸増法で行った。
- 3) 鍋の上下運動は、最大握力の 5% に相当する負荷とした。運動時は肘を体側につけ、下運動は肘屈曲 30~90° で 2 秒程度の速さとした。
- 4) 消しゴム運動では、肘が 90 度の位置で、できるだけ速く前後に擦る運動とした。  
各各運動はオールアウトになるまで施行した。なお、ボルグスケールを用い 18 以上をオールアウトとした。
- 5)  $T_2$  値の基準値は、健康成人 26 名に対する安静時から運動時における  $T_2$  の変化について検討した。

## 4.研究成果

- 1) ハンドグリップ運動は、前腕部で短橈側手根伸筋、浅指屈筋、深指屈筋の変化が著明であった。手内筋では、とくに小指対立筋に変化が窺われた。拇指対立筋、橈側手根屈筋は、非活動と推察される。
- 2) 瓶蓋開動作では、深指屈筋、浅指屈筋、尺側手根伸筋、短橈側手根伸筋が活動していると考えられた。瓶蓋動作では、蓋を指屈筋群で把持し、蓋を廻すとき手関節伸筋群が使用されると推察された。
- 3) 鍋の上下運動では、腕橈骨筋、前腕伸筋群の活動を確認した。深指屈筋の活動は、手関節背屈に伴う tenodesis action がおこり PIP 関節の屈曲で鍋の柄を強く握っているためと考えられた。
- 4) 消しゴム運動では、各研究参加者に運動後の  $T_2$  値の変化を認めたが、運動方略に差異が

あると推察された。活動筋から消しゴムを押し擦る場合は手関節背屈、手関節尺側、回内から手関節背屈方向、回内から手関節尺側、手前にて擦る場合は手関節屈曲筋が活動すると推察された。

#### 5) T<sub>2</sub> 値の基準値についての検討

前腕筋群の安静時 T<sub>2</sub> 値の基準値は、以下に示す結果を得た。3 段階の運動負荷強度での運動から、筋活動直後の T<sub>2</sub> 値を得て、感度、特異度、尤度比を比較し、活動筋判定に適切な基準閾値を提案した。正規性の判定では、コルモゴロフスミルノフ検定、シャピロウィルク検定、ジャックペラ検定を行った結果、すべてにおいて、正規分布であると判定された。26 例の平均値は、T<sub>2</sub> 値は 33.77 msec、標準偏差 3.09 msec であった。結果から、成人の骨格筋に対する基準値を T<sub>2</sub> Mean / SD = 34 ms / 3 ms とした。

#### 5. 主要な発表論文等

(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 3

##### 1) 吉田一也、高森正祥、秋山純和、瀬尾芳輝

T<sub>2</sub>緩和時間を指標とした15%最大筋力時の手関節伸展運動の解析  
獨協医学会、査読有り、44:73-79, 2017

##### 2) Kazuya Yoshida, Sumikazu Akiyama, Masayoshi Takamori, Hiroshi Otsuka, Yoshiteru Seo

Changes in T2-weighted MRI of supinator muscle, pronator teres muscle, and extensor indicis muscle with manual muscle testing、査読有り  
J. Phys. Ther. Sci、29: 409-412

##### 3) Masayoshi Takamori, Sumikazu Akiyama, Kazuya Yoshida, Hidefumi Wakashin, Yoshiteru Seo

T<sub>2</sub> Distribution in the Forearm Muscles and the T<sub>2</sub> Threshold for Defining Activated Muscle、査読あり  
Magn Reson Med Sci、1-,20, 2018.

##### [学会発表] (計 10 件)

##### 1) 吉田一也、秋山純和、高森正祥、大塚博、早川実佳、瀬尾芳輝

T<sub>2</sub>強調画像信号強度を指標とした徒手筋抵抗運動時の前腕筋活動分析の試み  
第43回日本磁気共鳴医学会大会、東京、9.9,2015

##### 2) 高森正祥、秋山純和、吉田一也、早川実佳、瀬尾芳輝

T<sub>2</sub>強調MRI法による低周波電気刺激による筋収縮の解析  
第43回日本磁気共鳴医学会大会、東京、9.9,2015

##### 3) 秋山純和、高森正祥、吉田一也、石坂 勇人、早川実佳、拝師智之、大塚博、瀬尾芳輝

T<sub>2</sub>緩和時間を指標とした5%最大筋力時の前腕回内運動の解析  
第43回日本磁気共鳴医学会大会、東京、9.9,2015

##### 4) 秋山純和、高森正祥、吉田一也、大塚博、大橋好偉、早川実佳、拝師智之、大塚博、瀬尾芳輝

T<sub>2</sub> 緩和時間を指標とした5%最大筋力時の前腕回外運動の解析  
第19回NMRマイクロイメージング研究会、神奈川、8.12, 2015.

##### 5) 秋山純和、高森正祥、吉田一也、大橋好偉、早川実佳、拝師智之、大塚博、瀬尾芳輝

ツイスト式瓶蓋開閉動作における前腕筋の筋活動

第 20 回 NMR マイクロイメージング研究会、千葉、8.10,2016.

6) 秋山純和、高森正祥、吉田一也、石坂勇人、大橋好偉、早川実佳、拝師智之、大塚 博、瀬尾芳輝

T<sub>2</sub> 強調画像と T<sub>2</sub> 緩和時間による手関節屈曲漸増抵抗運動の活動筋分析

第44回日本磁気共鳴医学会、9.9,2016

7)第87回理学療法科学学会

秋山純和、吉田一也、緒方輝、石井秀明、中太智樹、鈴木利弥、服部友希

前腕回外筋活動分析の検討

第 87 回理学療法科学学会、千葉、3.12, 2017

8) 秋山純和、高森正祥、吉田一也、大塚博、石坂勇人、大橋好偉、拝師智之、瀬尾芳輝

T<sub>2w</sub>-MRI を用いた連続負荷亜最大時の前腕筋活動分析 瓶蓋開動作

第 21 回 NMR マイクロイメージング研究会、東京、2017 年

9)Sumikazu Akiyama, Masayoshi Takamori, Kazuya Yoshida, Yoshiteru Seo

Analysis of muscle activity of forearm using T<sub>2w</sub>-MRI by the operation of opening bottle lid

第 45 回日本磁気共鳴医学会

宇都宮、2017 年

10)Masayoshi Takamori, Sumikazu Akiyama, Kazuya Yoshida, Yoshiteru Seo

Changes in T2-weighted MR image of skeletal muscle by electrical stimulation

第 45 回日本磁気共鳴医学会

宇都宮、2017 年

11) 秋山 純和、高森 正祥、緒方輝、石坂勇人、大塚博、瀬尾 芳輝

コンパクト MRI によるハンドグリップ運動の活動筋分析の検討

第 22 回 NMR マイクロイメージング研究、仙台、2018

12) 秋山純和、石坂勇人、高森正祥、瀬尾芳輝

T<sub>2</sub> 緩和時間を指標としたゴルフスイング時の活動分析の試み 前腕筋活動分析

第 7 回日本スポーツリハビリテーション学会、埼玉、2018 年

13) 緒方輝、秋山純和、高森正祥、石坂勇人、大塚博、瀬尾芳輝

T<sub>2</sub> 緩和時間を指標とした把握動作における前腕筋活動 鍋の上下運動

第 101 回理学療法科学学会、千葉、2018.

14) 緒方輝、秋山純和、高森正祥、石坂勇人、大塚博、瀬尾芳輝

T<sub>2</sub> 緩和時間を指標とした消しゴムの使用動作における前腕筋活動分析

第 7 回 アジアリハビリテーション科学学会、北京、2018 年

## 6.研究組織

### (1)研究代表者

秋山純和 (AKIYAMA SUMIKAZU)

人間総合科学大学・保健医療学部・教授

研究者番号：10285976

### (2)研究分担者

該当なし

### (3)研究協力者

高森 正祥 (TAKAMORI MASYOSHI)

葵メディカルアカデミー・専任講師

研究者番号：該当なし

吉田 一也 (YOSHIDA KAZUYA)  
人間総合科学大学・理学療法専攻・準教授  
石坂 勇人 (ISHIZAKA HAYATO)  
獨協医科大学・リハビリ部・理学療法士  
研究者番号：該当なし  
研究者番号：10622772  
大橋好偉人 (OHASHI YOSHIE)  
研究者番号：該当なし  
獨協医科大学・医学部・技術員  
早川 実佳 (HAYAKAWA MIKA)  
研究者番号：該当なし  
大塚 博 (OTUKA HIROSHI)  
人間総合科学大学・義肢装具専攻・教授  
研究者番号：70349361  
拝師 智之 (HAISHI TOMOYUKI)  
(株)エム・アール・テクノロジー・研究員  
研究者番号：該当なし  
瀬尾芳輝 (SEO YOSHITERU)  
獨協医科大学・医学部・教授  
研究者番号：90179317