

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 28 年 10 月 19 日現在

機関番号：32419

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2012～2015

課題番号：24500609

研究課題名(和文) T2強調画像信号およびT2緩和時間を指標とした筋活動分析：上肢前腕の筋活動比

研究課題名(英文) Analysis of muscle activity using indexes of T2 relaxation and T2wMRI

## 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

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：リハビリテーション医療における運動分析はこれまで表面筋電図や超音波が使用されてきた。我々は低磁場MRI装置(0.2T)によるマルチスライススピンエコー法の前腕筋断面から観察部位の位置を確認し、後にCMPGマルチエコー法により運動による筋活動の分析を可能にした。運動条件は最大収縮筋収縮力の15～25%Maxの負荷により運動分析が可能であることがわかった。深部筋の活動、協同作用など評価に有用と考える。

研究成果の概要(英文)：Electromyography and ultrasound scanning has been detect muscle contraction in the medical rehabilitation. We confirmed the location of the observation part from cross section of muscle on forearm use by multislice spin echo method with low magnetic field MRI (0.2T) and the analysis of muscle activation use by CMPPG multi-echo method. We understood that it is possible according to the load of 15 to 25%Max of the maximum muscle contraction by this exercise method. We thought that it is useful to apply the assessment for the deep muscle and synergist muscle.

研究分野：理学療法学

キーワード：筋活動 MRI リハビリテーション医学 理学療法

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、クロストークがあり活動分析が容易ではない。また、超音波における観察範囲が限定される。基礎分野として、運動による活動筋、非活動筋、深部筋、協同筋について観察できれば応用範囲の可能性は大きいと考えられる。

2. 研究の目的

低磁場である0.2TコンパクトMRI装置を用い前腕の冠状断について筋活動の分析方法を確立し、同時に深部筋、協同筋の分析を行えるようにすることを目的とした。

3. 研究の方法

骨格筋の活動について、マルチスライススピネコー法により11枚の冠状断を撮影し、全筋が観察可能な位置を決定できるようにした。また半定量的に筋活動を分析するため、CPMGマルチエコー法を用いた。運動前と運動後の撮像位置の再現性を高めるために機能的固定具を作成した。運動負荷の方法は主動作に対して最大等尺性収縮(100%Max)として、その5%Max、15%Max、25%Maxの等張性運動をオールアウトになるまで行った。また電気的筋収縮による筋収縮と随意運動による比較を行った。

各運動のプロトコルを下記に示す。

【測定プロトコル】

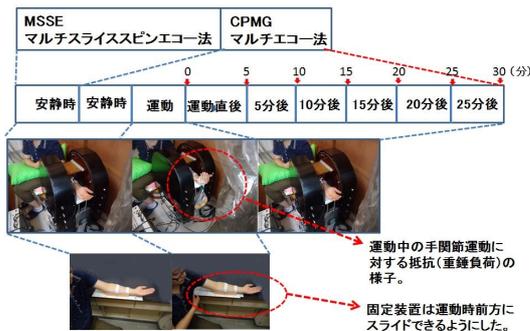


図1 運動と撮像のプロトコル

4. 研究成果

骨格筋の観察には撮像条件としてTR2000ms、TE39msが最適であることが分かった。機能的固定具の作成により再現性よく観察できるようになった。運動負荷では15%Max、25%Maxで観察可能であることがわかった。図2は手関節屈曲運動のT2強調画像変を示す。図3は緩和時間の変化を示す。図4は回外運動時におけるT2強調画像変化を示す。図5は回外運動における緩和時間の変化を示す。図6は回内運動における緩和時間の変化を示す。

す。図7は回内運動時における緩和時間の変化を示す。各運動で主動筋と協同筋の活動が確認できた。また前腕の回外運動、回内運動について筋活動が確認することができた。

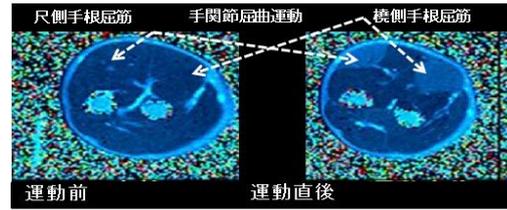


図2 屈曲運動時のT2強調画像変化

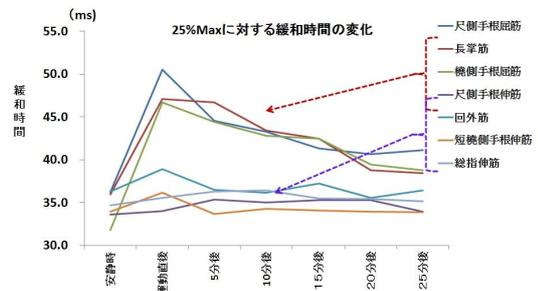


図3 屈曲運動時に緩和時間の変化

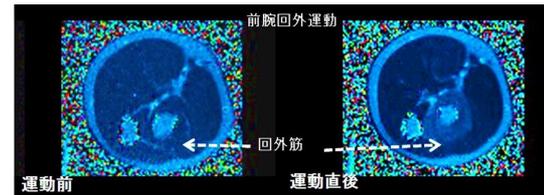


図4 回外運動におけるT2強調画像の変化

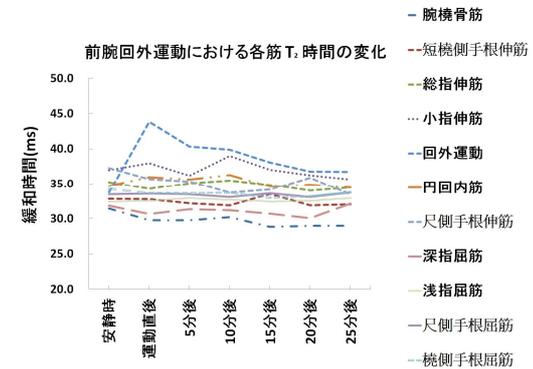


図5 回外運動における緩和時間の変化

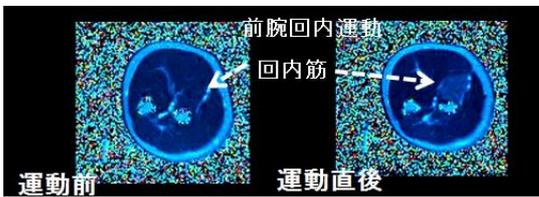


図 6 回内運動における T2 強調画像の変化

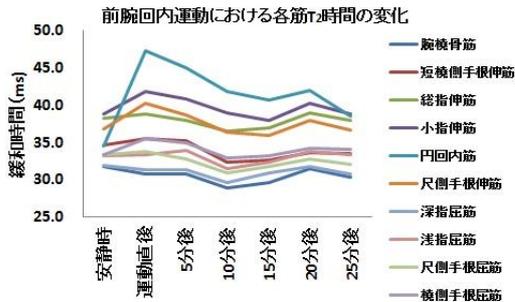


図 7 回外運動における緩和時間の変化

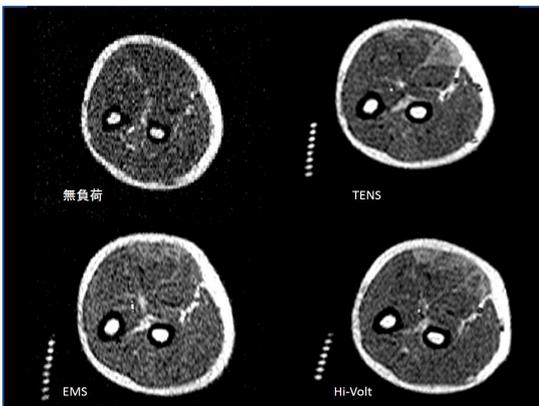


図 8 無負荷運動と各種モードにおける電気刺激の様子

電気刺激と随意運動の比較では、目視観察では、各電気刺激法（各モード）で収縮筋に高輝度変化を認めた。橈側手根伸筋（基準値）に対して尺側手根屈筋に対して有意な変化を認めたのは、TENS モードと Hi-Voltage モードと考えられた。通電時の痛みの少ない Hi-Voltage モードでより強い収縮を求めたが、橈側手根屈筋、長掌筋にも変化を認めた。電極位置と電極の大きさのためと考えられる。電気刺激による収縮では、5%Max の負荷よりも緩和時間の延長していることがわかった。

以上から 0.2T コンパクト MRI 装置を使用して、我々の考案した撮像条件、運動負荷条

件により運動に対する活動筋分析が可能になった。

今後はこれらの知見をもとに従来の運動学における筋活動を確認するとともに、日常生活関連動作として道具を用いたときの筋活動を明らかにしていく予定である。

## 5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 1 件)

Masayoshi Takamori, Sumikzau Akiyama, Kazuya Yoshida, Yoshie Ohashi, Mika Hayakawa, Fumie Yamazak, Hiroshi Ootuka, Tomoyuki Haishi, Yshiteru Seo, Change to Muscle T2 after Single-finger Exercise Measured with 0.2T MR imaging, Magn Reson Med Sci, 査読有り、14 巻、2015 , 359-366

〔学会発表〕(計 10 件)

秋山純和、高森正祥、今泉好偉、横井実佳、拝師智之、瀬尾芳輝、T2 緩和時間変化による MRI 画像変化～手関節屈曲運動における筋活動分析～第 16 回 NMR マイクロイメージング研究会

高森正祥、秋山純和、今泉好偉、横井実佳、拝師智之、瀬尾芳輝、0.2T T2 強調画像による筋活動評価、第 40 回日本核磁気共鳴学会

秋山純和、高森正祥、吉田一也、大橋好偉、早川実佳、大塚博、拝師智之、瀬尾芳輝、T2 緩和時間を指標した 25%最大筋力時の手関節屈曲尺側屈曲運動の解析、第 41 回日本核磁気共鳴学会

高森正祥、秋山純和、瀬尾芳輝、MRI を用いた筋活動分析の基礎的検討、第 23 回病態生理学会

秋山純和、高森正祥、大橋好偉、早川実佳、大塚博、拝師智之、瀬尾芳輝、筋運動強度に対する T2 緩和時間の変化、第 17 回 NMR マイクロイメージング研究会

秋山純和、高森正祥、吉田一也、大橋好偉、早川実佳、大塚博、拝師智之、瀬尾芳輝、T2 緩和時間を指標した 15%最大筋力時の手関節伸展運動の解析、第 42 回日本核磁気共鳴学会

秋山純和、高森正祥、吉田一也、大橋好偉、早川実佳、大塚博、拝師智之、瀬尾芳輝、T2 緩和時間を指標した 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

秋山純和、高森正祥、吉田一也、大橋好偉、早川実佳、大塚博、拝師智之、瀬尾芳輝、T2 緩和時間を指標した 5%最大筋力時の前腕回内運動の解析、第 43 回日本核磁気共鳴学会

高森正祥、秋山純和、吉田一也、早川実佳、大塚博、拝師智之、瀬尾芳輝、T<sub>2</sub> 強調画像による低周波電気刺激による筋収縮の解析、第 43 回日本核磁気共鳴学会  
吉田一也、秋山純和、高森正祥、早川実佳、大塚博、拝師智之、瀬尾芳輝、T<sub>2</sub> 強調画像を指標とした徒手筋抵抗運動時の前腕筋活動分析、第 43 回日本核磁気共鳴学会  
秋山純和、高森正祥、吉田一也、石坂勇人、瀬尾芳輝、MRI を用いた電気刺激による筋収縮の状態観察、第 80 回理学療法科学学会

## 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) 連携研究者

該当なし

### (4) 研究協力者

高森 正祥 (TAKAMORI MASAYOSHI)  
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・理学療法学科・講師  
研究者番号：10622772  
大橋 好偉 (OHASHI YOSHIE)  
獨協医科大学・医学部・技術員  
研究者番号：該当なし  
早川 実佳 (HAYAKAWA MIKA)  
獨協医科大学・医学部・技術員  
大塚 博 (OOTSUKA HIROSHI)  
人間総合科学大学・義肢装具学科・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