

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 20 日現在

機関番号：32610

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K16369

研究課題名(和文) 運動イメージ中の脊髄神経活動は運動イメージ能力に左右されるか？

研究課題名(英文) The influence of motor imagery ability on spinal excitability during motor imagery.

研究代表者

門馬 博 (Momma, Hiroshi)

杏林大学・保健学部・学内講師

研究者番号：60583680

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では運動イメージ想起による脊髄神経活動の興奮性の変化に、個々の運動イメージ能力が影響するかどうかについて検討した。運動イメージ能力の評価には、手の心的回転課題の解答時間と正答率を指標とした。脊髄神経活動の変化についてはF波の振幅の増大率を指標とした。第一段階として健常者を対象として実験を行った結果、運動イメージ想起によりF波振幅の増大傾向が認められたが、手の心的回転課題の解答時間、正答率との間に相関関係は認められなかった。また脳卒中片麻痺患者においても同様の結果となった。脊髄神経活動は運動イメージにより変化するが、運動イメージ能力による影響は大きくないのではないかと考えられた。

研究成果の概要(英文)： Previous research showed that there is a correlation between motor imagery ability evaluated by questionnaire or hand mental rotation test and cortical excitability during motor imagery. On the other hand, the correlation between motor imagery ability and spinal excitability during motor imagery is unknown. The purpose of this study is to clarify whether the motor imagery ability influences spinal excitability during motor imagery. Our study indicated motor imagery effect not only cortical excitability but also spinal excitability. However, there was no significant correlation between changes of F-wave parameters and motor imagery ability. These result suggested that spinal excitability is not so affected by motor imagery ability than cortical excitability. In motor skill learning using mental practice, not only motor intensity but motor skills are very important. From these results, it seems that cortical activation is more important for motor skill learning using mental practice.

研究分野：リハビリテーション

キーワード：運動イメージ

1. 研究開始当初の背景

運動イメージとは、実際の筋活動を伴わずに運動を想起する精神作業であり、運動イメージを用いて運動スキルの向上を図る練習方法をメンタルプラクティス(MP)という。近年、MPを用いたリハビリテーションの効果が報告されており(Lancet, 2009), RCTにおいても肯定的な結果が示されている(例えば, Barclay-Goddard, 2011; Ietswaart, 2011)。さらに、MPは転倒や負傷の危険がない、場所や時間の制約が小さい、筋疲労を伴わないなど、リハビリテーションの対象患者において多くの利点をもった治療法である(門馬, 2008)。

一方で、MPは適切な運動イメージがあって初めて治療効果をあげることができる治療法であるが、その治療導入基準として質問紙、心的時間測定、心的回転課題などの行動学的検査、または運動誘発電位など神経生理学的検査の結果から運動イメージ能力を評価することが重要であることが報告されている(門馬, 2014)。

運動イメージによる脳活動は、被検者の運動イメージ能力により左右されることが近年明らかにされている(門馬, 2014; Williams, 2013, など)。さらに、イメージする運動の難易度によって、運動イメージ中のF波の出現頻度が変化すると報告することから(前田, 2013), 『運動イメージが適切に行えているかどうか』が大脳皮質と同様に脊髄運動ニューロンへ影響している可能性が高いと考えられる。

以上より、運動イメージ能力は運動イメージ中の脊髄運動ニューロンの活動にも影響しうると考えられるが、運動イメージ能力を考慮して運動イメージ中の脊髄神経活動について検討した研究はみられていないのが現状である。

2. 研究の目的

本研究では、運動イメージ能力が運動イメージ中の脊髄前角細胞の興奮性に与える影響を検証することにより、運動イメージを用いた治療であるMPの治療的根拠を構築することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 運動イメージ能力の評価

運動イメージ能力の評価には先行研究において有用とされた手の心的回転課題を用いた。コンピューター上に手の画像を提示し、左右どちらの手であるかをボタンで解答させた。画像は角度(0度から45度間隔の8種類)、面(手掌面、手背面の2種類)、左右2種類の32種類の画像を各3回、計96試行をランダムに提示し、被検者にはできるだけ早く正確にボタンで解答するよう求めた。

(2) 脊髄神経活動

脊髄神経活動の評価には誘発電位の一つ

であるF波を用いた。本研究では正中神経に対する最大上刺激を用いて、短母指外伸筋より安静時、運動イメージ想起時の2条件で導出した。得られたF波の振幅(最大M波との比, F/M), 出現頻度を指標として検討した(図1, 2)。

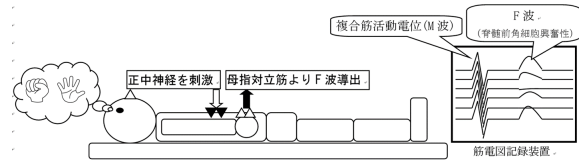


図1: F波計測方法

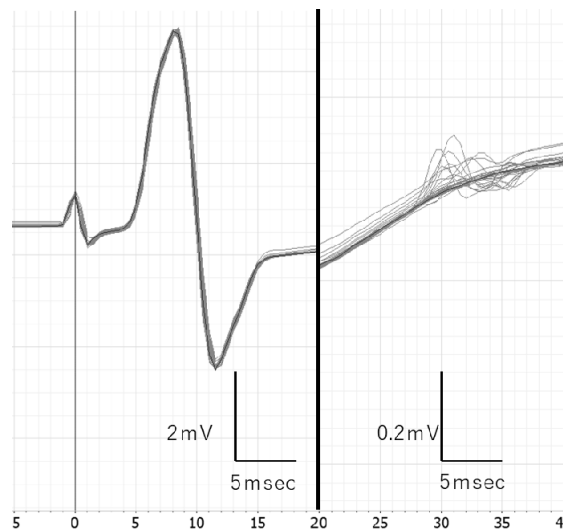


図2: F波実測波形の一例

4. 研究成果

健常者10名を対象として検討した結果、F波における振幅(F/M)は安静時に比べ運動イメージ想起により有意に増大した(図3)。しかし、手の心的回転課題における正答率、反応時間とF波振幅の間に相関関係は認められなかった。

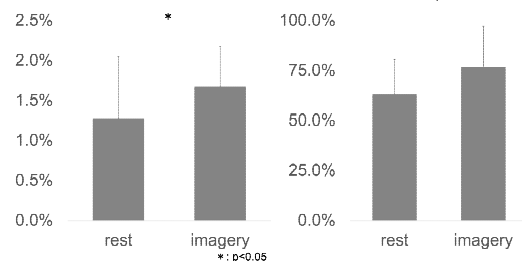


図3: F波振幅(F/M)(左)とF波出現頻度(右)の安静時、運動イメージ想起時の変化

次いで、脳卒中片麻痺患者7名を対象として同様の検討を行った。平均年齢は67歳、右片麻痺4名、左片麻痺3名であった。被検者の選定においては、ADL自立、且つコミュニケーションがFIM5以上であり、実験におけるボタン押しなどの操作が可能な者を対象とした。手の心的回転課題（角度8条件、左右2条件、提示面2条件、各3回ずつ）96試行に対する正答率、反応時間を計測。F波は正中神経に対する最大上刺激を用いて、短母指外筋より安静時、運動イメージ想起時の2条件で導出した。結果、F波の計測値（F/M）は安静時（1.2%）に比較して運動イメージ想起時（1.7%）に有意に増加した（図4）。しかしながら、F波振幅の増大率と心的回転課題における解答時間・正答率との相関関係は認められなかった（図6）。

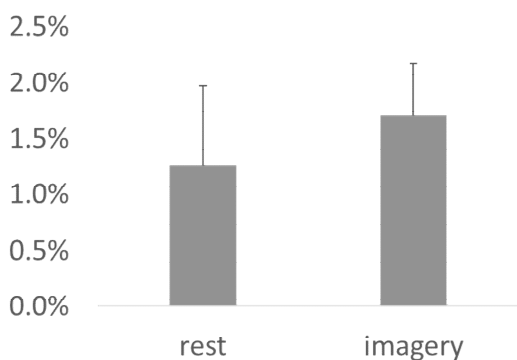


図4：F波振幅値（F/M）

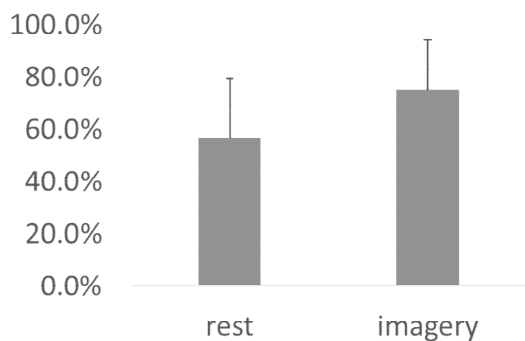


図5：F波発生頻度

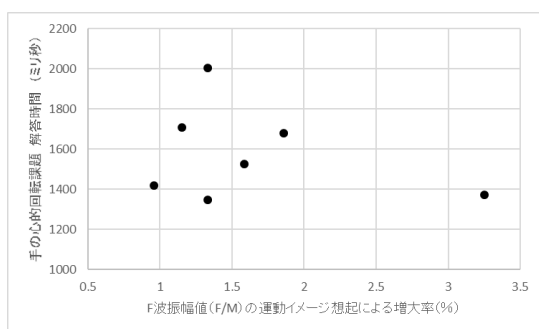


図6：手の心的回転課題解答時間とF波振幅値の運動イメージ想起による増大率の関係

以上の結果より、運動イメージ想起による脊髄神経の興奮性の変化は運動イメージ能力ではなく、他の要因が影響していることが推測された。

F波は姿勢保持をはじめとした筋収縮の影響を大きく受けると言われている。本研究においては安静背臥位にて計測し、測定筋、およびその他の筋収縮による影響に対し可能な限り配慮して検討したが、実験環境、運動イメージ課題による精神的緊張が影響した可能性は否めない。この点を明らかにするために計測中の心拍変動（LF/HF）など、自律神経活動をモニタリングすることも必要ではないかと考えられた。

先行研究において、経頭蓋磁気刺激を用いた大脳皮質の興奮性の変化では、運動イメージ想起による振幅の増大割合と運動イメージ能力の間に相関関係が認められた。本研究では運動イメージにより脊髄運動ニューロンの興奮性を示すF波に変化は認められたが、運動イメージ能力の指標とされる手の心的回転課題の評価結果との間に相関関係は認められなかった。運動イメージは大脳皮質運動関連領域の興奮性を変化させることから、運動学習にもつながりうると考えられるが、脊髄運動ニューロンへの影響は大脳皮質に比較して小さいのではないかと推測された。

運動イメージを用いたMPにより運動スキルが改善するといった報告は多くみられ、リハビリテーション領域においても脳卒中片麻痺患者に対する練習効果が報告されている。本研究の研究結果から推測すると、これらの変化は大脳皮質運動野を中心とした神経ネットワークの可塑性が影響したものと考えられる。一方で脊髄神経はこれらの運動スキル改善への関わりが小さいのではないかと考えられ、脊髄損傷者に対するMPの効果については、大脳皮質と末梢の神経・筋組織のつながり、すなわち脊髄損傷の重症度が大きく影響する可能性があるのではないかと考えられた。

## 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0件)

〔学会発表〕(計1件)

Hiroshi Momma: The influence of motor imagery ability on spinal excitability during motor imagery. WCPT - Asia Western Pacific Regional Congress 2017, 28-30 June 2017, Bangkok International Trade & Exhibition Centre (BITEC), Bangkok, Thailand.

〔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)研究代表者

門馬 博 (MOMMA, Hiroshi)

杏林大学・保健学部・学内講師

研究者番号：60583680