

令和 3 年 6 月 7 日現在

機関番号：17301

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2020

課題番号：18K17675

研究課題名（和文）実践的な運動イメージ評価の確立に向けた多面的評価視点からの検討

研究課題名（英文）The study of multifaceted perspective toward established the practical assessment for motor imagery

研究代表者

森内 剛史（MORIUCHI, Takefumi）

長崎大学・医歯薬学総合研究科（保健学科）・助教

研究者番号：40814124

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,000,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は運動イメージの評価方法の確立に向け、運動イメージする課題に対してどの程度鮮明にできたかを主観的に評価する鮮明度評価としてのVisual Analogue Scale（VAS）と、対象者の運動イメージ能力を評価するMovement Imagery Questionnaire-Revised（MIQ-R）が神経生理学的指標である経頭蓋磁気刺激（TMS）による運動誘発電位（MEP）振幅を指標とした皮質脊髄路の興奮性評価との間にどのような関連性があるかを検証した。その結果、鮮明度評価であるVASと皮質脊髄路の興奮性とのみ有意な正の相関関係が認められた（ $r = 0.465$, $p < 0.001$ ）。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の成果は、鮮明度評価としてのVASが客観的な指標である神経生理学的指標との間に関連性が認められ、効果的な運動イメージトレーニングの実践に向けた確立された評価の標準化につながる研究への発展も期待できる結果となった。今後は実際の運動イメージトレーニングによって改善したパフォーマンスとの関連性についても検討する必要があるものの、リハビリテーションにおける運動イメージトレーニングの発展において評価の観点から寄与するものと考えられる。

研究成果の概要（英文）：The present study aimed to investigate the relationship between motor imagery (MI) assessment (visual analogue scale (VAS) and Movement Imagery Questionnaire-Revised (MIQ-R)) and neurophysiological assessment [transcranial magnetic stimulation (TMS)-induced motor-evoked potentials (MEPs)] during MI. VAS was assessment for how vividly that was able to image MI task, and, MIQ-R was assessment for subject's MI ability. Sixteen subjects completed an MI task playing the piano with both hands, and neurophysiological assessment was performed during the MI task. A TMS pulse was delivered during the MI task, and MEPs were subsequently recorded in the abductor pollicis brevis (APB). We found a significant positive correlation between the VAS score and the TMS-induced MEPs ($r = 0.497$, $p < 0.001$). These findings suggest that the VAS score could potentially reflect the corticospinal excitability during MI.

研究分野：リハビリテーション科学

キーワード：運動イメージ 鮮明度評価 VAS MIQ-R 経頭蓋磁気刺激 運動誘発電位 運動イメージトレーニング 運動イメージ評価

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、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

運動イメージ (Motor Imagery; MI) とは、実際に明確な運動や筋活動が無い状態で心的に運動をシミュレートする行為であると定義されている。近年の脳イメージング技術の発展に伴い、MI 中に活性化される脳領域は実際に運動実行した際に活性化される脳領域と同様であることが明らかとなっている。その流れから、運動課題の遂行を積極的に改善する目的で、MI を繰り返し行うメンタルプラクティス (Mental Practice; MP) 所謂、MI トレーニングがリハビリテーション領域でも応用されるようになってきた。その効果に関しては、既に脳卒中後の運動機能の回復に対しても無作為化比較試験 (RCT) によって証明されている (Page et al., 2001, 2012)。但し、効果的な MP を実践するためには、対象者がどの程度鮮明に MI を実施できているかが重要 (Ruffino et al., 2017) とされており、より効果的な MP の実践には MI の評価が必要不可欠である。しかしながら、MI を客観的に評価することは難しく、それが MP の普及を妨げる要因の一つになっていると考える。

これまで、MI の評価として、対象者の MI 能力を評価する質問紙、MI 課題の主観的鮮明度の評価、神経生理学的指標を用いた評価などが検討されてきているが、それぞれ個別の検討に留まっているため、MP の実践における有効な MI 評価についてはいまだ確立していないのが現状である。

2. 研究の目的

本研究の目的は、MP の実践における MI 評価の確立に向け、MI 課題に対して、どの程度鮮明にできたかを主観的に評価する鮮明度評価としての Visual Analogue Scale (VAS) と、対象者の MI 能力を評価する Movement Imagery Questionnaire-Revised (MIQ-R) が客観的な神経生理学的指標である経頭蓋磁気刺激 (TMS) による運動誘発電位 (MEP) 振幅を指標とした皮質脊髄路の興奮性評価との間にどのような関連性があるかを検証することである。

3. 研究の方法

健常成人 16 名を (男性: 8 名, 女性: 8 名, 年齢: 25.2 ± 5.0 歳) 対象に、鮮明度評価としての VAS と能力評価としての MIQ-R が、MI 中の TMS による MEP 振幅を指標とした皮質興奮路の興奮性との間にどのような関連性があるかを検証する目的で以下の実験を実施した。

(1) 運動イメージ課題

MI 課題には、両手でのピアノ演奏課題を用いた。課題に用いた演奏曲については、先行研究で用いられていたピアノ演奏課題を参考に両手でのピアノ演奏の難易度を考慮し一部修正し、図 1 に示す楽譜に沿ってオリジナルの課題にて演奏を行った。本研究では運動イメージと経頭蓋磁気刺激のタイミングを一致させるために、映像を観察しながらの方法を採用した。この課題映像を作成するために、web カメラ (c920r, Logicool, Lausanne, Switzerland; 30fps) を用いて、一人称視点にて、ピアノ歴 10 年以上のモデルが本研究で用いる課題を演奏している動作を撮影した。

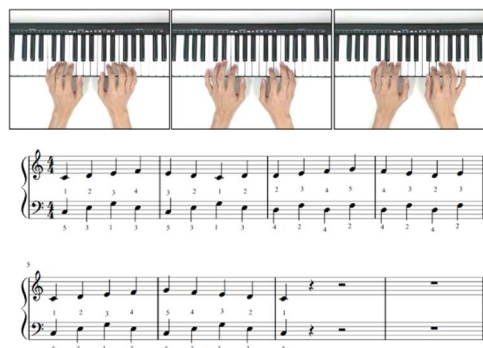


図 1. MI 課題に用いた映像と演奏曲

(2) 運動イメージ評価

■ 神経生理学評価：経頭蓋磁気刺激による運動誘発電位の測定 (TMS 評価)

MI 課題中に TMS を与え、導出された MEP を指標に皮質脊髄路の興奮性を評価するものである。TMS は、刺激タイミングと MI 課題を同期させるために、一人称視点で撮影したピアノ演奏課題を観察しながら MI を実施し、鍵盤を右母指または小指で押さえたタイミングで刺激を与え、右手の短母指外転筋 (APB) から導出された MEP を指標とした。

■ MI 課題の鮮明度評価：Visual Analogue Scale (VAS)

左端を“全く運動イメージできなかった”(0%)、右端を“実動作と同じ程度鮮明に運動イメージできた”(100%)と定義された 100mm の線分上にどの程度鮮明にできたかをマークしてもらい、左端からマークされたまでの線分の長さを指標に鮮明度の評価を実施する。

■ MI 能力評価：Movement Imagery Questionnaire-Revised (MIQ-R)

自分自身が実際に運動イメージ課題を実施しているようにイメージする体験イメージ(一人称視点イメージ)尺度(4項目)と、運動する自分自身の姿を第三者的に外から見るようにイメージする観察イメージ(三人称視点イメージ)尺度(4項目)の合計 8 項目から構成されている。対象者はまず、検査者から指示された運動を一度実行し、その後、座位にて直前に実行した運動を一人称視点もしくは三人称視点にてイメージするよう指示される。どの程度運動イメージできたかを 7 件法の尺度をもって採点し、その合計点をもって MI 能力を評価する。合計得点が多い位ほど、MI 能力が高いことが明らかとなる。

(3) 実験手順

はじめに、対象者の MI 能力を評価するために、MIQ-R を実施した。次に、MI 課題である両手でのピアノ演奏課題について、認知的な要素をできる限り排除すべく、鍵盤を叩く順番を覚える時間を設けた。特に制限時間などはなく、叩く順番を覚えるまで実施した。自己報告にて鍵盤を叩くタイミングなどの MI 課題を十分に理解し、確認した後、神経生理学評価を開始した。TMS による神経生理学評価は、MI 課題を 50 試行実施する中で、1 試行毎に TMS を 1 回、合計 50 回実施した。その中で、MI 課題 10 試行実施する毎に、その 10 試行分どの程度鮮明に MI 課題を実践することができたかを VAS を用いて MI 課題合計 50 試行のうち、5 回実施した。それぞれの評価で得られたデータをもとに、対象者の MI 能力評価(MIQ-R)と MEP との関連性は、MIQ-R の合計点と 50 試行で得られた MEP の平均値を、MI 課題の鮮明度評価 (VAS) と MEP との関連性は、10 試行で得られた MEP の平均値と対応する VAS の値について、それぞれ Spearman の順位相関係数にて解析した。

4. 研究成果

本研究は、効果的な MP の実践に向けた MI 評価の検討を主眼において、MI 課題の鮮明度評価 (VAS)、対象者の MI 能力評価 (MIQ-R)、神経生理学評価 (TMS による MEP を指標とした評価) との関連性について多面的に検討した。その結果、VAS と MEP との間にはのみ有意な正の相関関係が認められ ($\rho=0.465, p<0.01$) (図 2)、どの程度鮮明に MI を実践できているかにより、MI 中の大脳皮質運動野から脊髄を経て骨格筋

に至る軸索(神経線維)の伝導路である皮質脊髄路の興奮性が変化する可能性があることが示唆された。今後は、実際の MP 実践より引き起こされるパフォーマンスの変化との関連性についても更なる検討を行い、効果的な MP 実践における有効な MI 評価を確立していく必要がある。

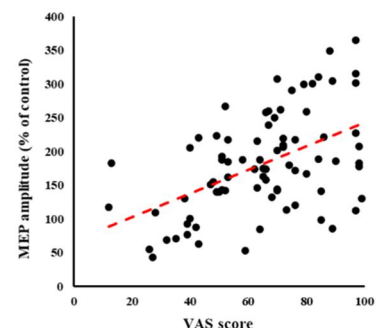


図 2. VAS と神経生理学評価との関連性

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 8件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Moriuchi Takefumi, Nakashima Akira, Nakamura Jiro, Anan Kimika, Nishi Keita, Matsuo Takashi, Hasegawa Takashi, Mitsunaga Wataru, Iso Naoki, Higashi Toshio	4. 巻 14
2. 論文標題 The Vividness of Motor Imagery Is Correlated With Corticospinal Excitability During Combined Motor Imagery and Action Observation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Frontiers in Human Neuroscience	6. 最初と最後の頁 581652
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fnhum.2020.581652	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Matsuo Takashi, Moriuchi Takefumi, Iso Naoki, Hasegawa Takashi, Miyata Hironori, Maruta Michio, Mitsutake Tsubasa, Yamaguchi Yoichi, Tabira Takayuki, Higashi Toshio	4. 巻 43
2. 論文標題 Effects of prism adaptation on auditory spatial attention in patients with left unilateral spatial neglect: a non-randomized pilot trial	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Rehabilitation Research	6. 最初と最後の頁 228 ~ 234
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1097/MRR.0000000000000413	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Mitsunaga Wataru, Higashi Toshio, Moriuchi Takefumi, Koyanagi Masahiko, Honda Yuuichirou, Okita Minoru, Honda Sumihisa, Tateishi Youhei, Shiraishi Hirokazu, Tsujino Akira	4. 巻 84
2. 論文標題 Factors related to post-stroke depression during the first 2 weeks after stroke	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 British Journal of Occupational Therapy	6. 最初と最後の頁 15 ~ 21
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1177/0308022620936865	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Nakashima Akira, Moriuchi Takefumi, Matsuda Daiki, Hasegawa Takashi, Nakamura Jirou, Anan Kimika, Satoh Katsuya, Suzuki Tomotaka, Higashi Toshio, Sugawara Kenichi	4. 巻 16
2. 論文標題 Corticospinal excitability during motor imagery is diminished by continuous repetition-induced fatigue	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Neural Regeneration Research	6. 最初と最後の頁 1031 ~ 1031
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4103/1673-5374.300448	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Matsuda Daiki, Moriuchi Takefumi, Ikio Yuta, Mitsunaga Wataru, Fujiwara Kengo, Matsuo Moemi, Nakamura Jiro, Suzuki Tomotaka, Sugawara Kenichi, Higashi Toshio	4. 巻 15
2. 論文標題 A Study on the Effect of Mental Practice Using Motor Evoked Potential-Based Neurofeedback	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Frontiers in Human Neuroscience	6. 最初と最後の頁 637401
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fnhum.2021.637401	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Higashi Toshio, Matsuo Moemi, Iso Naoki, Fujiwara Kengo, Moriuchi Takefumi, Matsuda Daiki, Mitsunaga Wataru, Nakashima Akira	4. 巻 16
2. 論文標題 Comparison of cerebral activation between motor execution and motor imagery of self-feeding activity	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Neural Regeneration Research	6. 最初と最後の頁 778 ~ 782
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4103/1673-5374.295333	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Keita Nishi, Kazunobu Saiki, Joichi Oyamada, Keishi Okamoto, Keiko Ogami-Takamura, Takashi Hasegawa, Takefumi Moriuchi, Junya Sakamoto, Toshio Higashi, Toshiyuki Tsurumoto & Yoshitaka Manabe	4. 巻 95
2. 論文標題 Sex-based differences in human sacroiliac joint shape: a three-dimensional morphological analysis of the iliac auricular surface of modern Japanese macerated bones.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Anatomical Science International	6. 最初と最後の頁 219-229
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12565-019-00513-2	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Nishi Keita, Tsurumoto Toshiyuki, Okamoto Keishi, Ogami-Takamura Keiko, Hasegawa Takashi, Moriuchi Takefumi, Sakamoto Junya, Oyamada Joichi, Higashi Toshio, Manabe Yoshitaka, Saiki Kazunobu	4. 巻 232
2. 論文標題 Three-dimensional morphological analysis of the human sacroiliac joint: influences on the degenerative changes of the auricular surfaces	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Anatomy	6. 最初と最後の頁 238 ~ 249
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/joa.12765	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計12件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 森内 剛史, 光永 済, 山口 良太, 磯 直樹, 東 登志夫
2. 発表標題 効果的なメンタルプラクティス実践に向けた運動イメージ評価の検討 神経生理学的指標との関連性について
3. 学会等名 第53回日本作業療法学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 森内 剛史, 磯 直樹, 東 登志夫
2. 発表標題 効果的なメンタルプラクティス実践に向けた運動イメージ評価の検討 神経生理学指標との関連性について
3. 学会等名 第27回日本運動生理学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 磯 直樹, 森内 剛史, 東 登志夫
2. 発表標題 運動イメージ課題中の局所的脳血流動態と課題の習熟度との関係
3. 学会等名 第27回日本運動生理学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中島 輝, 松田 大樹, 阿南 君佳, 森内 剛史, 東 登志夫
2. 発表標題 運動イメージの持続的な反復に伴う疲労の出現には実動作時の筋発揮の強さが影響する
3. 学会等名 第13回日本作業療法研究会学会学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山口 良太, 光永 済, 森内 剛史, 磯 直樹, 東 登志夫
2. 発表標題 急性期脳卒中患者の損傷側の違いにおける運動イメージについて 多面的評価からの検討
3. 学会等名 第53回日本作業療法学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 光永 済, 山口 良太, 森内 剛史, 小柳 昌彦, 東 登志夫
2. 発表標題 急性期脳卒中患者のPost stroke depressionに影響を及ぼす関連要因の検討
3. 学会等名 第53回日本作業療法学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 磯 直樹, 藤原 謙吾, 磯 ふみ子, 森内 剛史, 東 登志夫
2. 発表標題 NIRSを用いた運動イメージ課題中の局所的脳血流動態と課題の習熟度との関係
3. 学会等名 第53回日本作業療法学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松尾 萌美, 磯 直樹, 藤原 謙吾, 森内 剛史, 東 登志夫
2. 発表標題 食事動作の運動実行と運動イメージにおける脳血流動態の比較
3. 学会等名 第53回日本作業療法学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松尾萌美, 東登志夫, 磯直樹, 藤原謙吾, 森内剛史
2. 発表標題 食事動作の運動イメージ中における局所的脳血流動態に関する研究
3. 学会等名 第52回日本作業療法学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 森内剛史, 松田大輝, 中島輝, 光永済, 藤原謙吾, 山口良太, 松尾崇史, 磯直樹, 東登志夫
2. 発表標題 運動イメージ鮮明度評価は運動イメージ中の皮質脊髄路の興奮性を反映する
3. 学会等名 第12回日本作業療法研究会学会学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 磯直樹, 藤原謙吾, 松尾萌美, 森内剛史, 中島輝, 松田大輝, 光永済, 磯ふみ子, 東登志夫
2. 発表標題 NIRS を用いた運動イメージ課題中の局所的脳血流動態変化と課題の習熟度との関係
3. 学会等名 第12回日本作業療法研究会学会学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山口良太, 光永済, 森内剛史, 磯直樹, 小柳昌彦, 藤原謙吾, 東登志夫, 辻野彰
2. 発表標題 急性期脳卒中患者における麻痺側による運動イメージ想起能力の違いについて
3. 学会等名 第12回日本作業療法研究会学会学術大会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

長崎大学 神経障害リハビリテーション学 東研究室
<http://www2.am.nagasaki-u.ac.jp/higashi-lab/index.html>

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------