

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 9 月 18 日現在

機関番号：33111

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2014

課題番号：25750268

研究課題名(和文) 両手運動時の感覚運動野における神経調節機構の解明-脳磁図・脳波を用いた研究-

研究課題名(英文) Investigation of neural modulation mechanism in sensorimotor cortex during bimanual movement

研究代表者

山代 幸哉 (Yamashiro, Koya)

新潟医療福祉大学・健康科学部・講師

研究者番号：20570782

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)：本研究は異なる運動様式の両手運動が体性感覚野の活動を变化させるか否かについて検討した。脳磁図(Magnetoencephalography:MEG)を用いて各運動時の体性感覚誘発脳磁場(Somatosensory evoked magnetic fields:SEFs)を記録した。安静条件、片手運動条件、左右対称条件、左右非対称条件の4条件とし、右手示指を刺激した際のSEFsを比較した。その結果、左右対称条件においてのみその他の条件と比べて、頭頂および側頭部の活動が有意に増加した。このことから左右対称運動時には感覚情報を得やすい可能性が示唆された。

研究成果の概要(英文)：The present study investigated the effect of differential bimanual movement on the activation of the sensorimotor cortex. We compared somatosensory evoked magnetic fields elicited by stimulation of the right index finger in four different conditions: control, unimanual movement, symmetric bimanual movement and asymmetric bimanual movement. The results revealed that the activity of the temporal and parietal areas corresponding to the primary somatosensory cortex (SI) and the secondary somatosensory cortex (SII) in the symmetric bimanual movement condition was significantly larger than that in other conditions. SI and SII are known to play an important role in sensorimotor integration. Therefore, we suggest that bimanual symmetric movement may easily extract somatosensory information.

研究分野：運動生理学

キーワード：両手運動 体性感覚 SEFs

1. 研究開始当初の背景

アスリートや音楽家の感覚運動野にはそれぞれのトレーニングによって、皮質活動の増加や皮質マップ拡大などの可塑的变化が起こることが報告されている。

これらの感覚運動野の可塑的变化が運動学習に関与していることも報告されており、運動学習を効率的に行うために、これらの可塑的变化を誘導するための運動様式やそのメカニズムを明らかにすることが重要である。

先行研究において、運動野の活動は脳梁を介して伝播することが知られている。このことから両手の運動は、両側の運動野および高次運動野・高次感覚野の活動を高め、感覚運動野の可塑性を導くための有効な手段になりうる可能性がある。

さらに、両手運動のなかでも運動様式によって運動の行い易さや行い難さが生じることから、運動様式によって感覚情報のフィードバックが異なり、それが運動野や感覚野の活動および可塑性に影響を与えていると考えられる。これらの視点から、運動野および感覚野の可塑性を効率的に導く方法について脳波や脳磁図の手法を用いて、運動様式ごとに詳細に検討することは意義深い。

2. 研究の目的

本研究は、脳磁図・脳波を相補的に利用する。脳磁図は皮質表層の活動を明瞭に捉える特徴を有し、脳波は脳の深部の活動まで捉えることができる。これら二つの機器を用いた実験によって記録された脳活動を基に両手運動時の感覚運動野の活動調節のメカニズムを解明し、感覚運動野の可塑的变化を促進する方法開発に貢献する知見を得る。

3. 研究の方法

(1) 計測方法

全頭型 306ch 脳磁計を用いて、サンプリング周波数 1000 Hz、バンドパスフィルター 0.03-300 Hz で体性感覚誘発脳磁場を記録した。安静条件と異なる 3 つの運動様式中に右示指にリング電極を用いて電気刺激を与え、体性感覚領域の脳活動を記録した。

(2) 運動条件

3 つの運動様式には右手示指のみを伸展する片手運動条件 (uni)、左右ともに示指を伸展する左右対称運動条件 (sym)、右は示指を伸展し、左は小指を伸展する左右非対称運動条件 (asym) を適用した。各条件において 70 回ずつ加算平均を行った。

4. 研究成果

4 条件すべてにおいて、頭頂領域に 50 ミリ秒から 100 ミリ秒の間に明瞭な脳活動が記録された。また、刺激から 70 ミリ秒から 150 ミリ秒の間に側頭領域の明瞭な脳活動が記録された。

(1) 中心頭頂領域の脳活動

図 1 に示すとおり中心頭頂領域では 50 ミリ秒付近にピークを持つ活動と 80 ミリ秒付近にピークを持つ 2 峰性の脳活動が記録された。

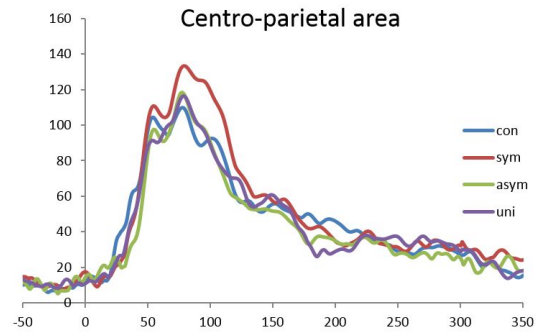


図 1. 中心頭頂領域の脳活動

この領域のセンサーは一次体性感覚野および後頭頂葉の活動を反映していると推察される。左右対称運動条件において 50・80 ミリ秒付近のどちらの脳活動もその他の条件に比べて有意に活動が大きかった。第一次体性感覚野の活動は刺激の情報量や刺激の識別を反映する脳活動と考えられている。また、後頭頂葉の活動は刺激部位の識別に関わっているとの報告がある。

これらの結果から左右対称条件における第一次体性感覚野および後頭頂葉の活動増大は、その他の運動様式と比較して、刺激の情報量や刺激の場所情報を多く抽出している可能性を示唆している。

(2) 側頭領域の脳活動

図 2 に示すとおり、刺激対側の側頭領域では 80 ミリ秒付近にピークを持つ 1 峰性の脳活動が記録された。

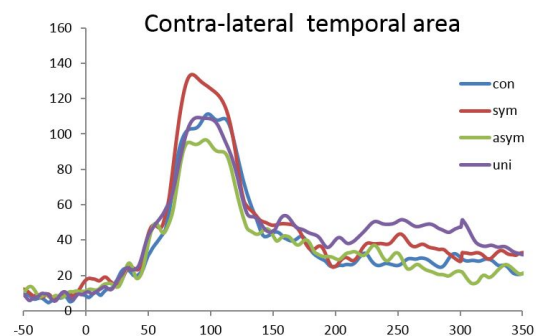


図 2. 側頭領域の脳活動

触覚刺激に対する側頭領域の脳活動は二次体性感覚野の活動を反映していると推察される。一次体性感覚野の脳活動と同様に 80 ミリ秒付近でピークとなる二次体性感覚野の脳活動も左右対称運動条件において、その他の条件と比較して活動が大きかった。また、興味深いことに左右非対称条件では安静条件や片手運動条件より脳活動がやや低い傾向が認められた。

二次体性感覚野は感覚情報と運動情報の統合、空間的注意、痛覚認知、変化検出などの役割を担っていることが報告されている。これらの結果から左右対称運動は刺激に対する注意効果を高め、感覚情報をより効率的に抽出し感覚運動情報の統合を促進している可能性が示唆された。

(3) 今後の研究の方向性

本研究においては主に両手運動時の体性感覚領域の脳活動を記録した。今後の研究では両手運動時の運動関連脳磁場を同様の条件で記録し、各運動様式における脳活動変化について検討する。また、本研究は脳磁図を用いて行ったが、脳波を用いて脳深部由来の活動についても検討する。

体性感覚野の脳活動には短潜時および長潜時の脳活動があるが、本研究ではおもに長潜時の脳活動に着目した。これまでの研究では運動と脳活動の関連は短潜時が主な研究対象されてきている。このことから短潜時成分の分析も必要と考えている。このように追加実験を実施し、より詳細に両手運動と運動野および体性感覚野の活動特性について明らかにしていく。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計6件)

Yamashiro K, Sato D, Onishi H, Sugawara K, Nakazawa S, Kameyama S, Maruyama A. Effect of changes in stimulus site on activation of the posterior parietal cortex. *Brain Topography* 2015, 28(2):261-68.
DOI:10.1007/s10548-014-0378-2.

Sato D, Yamashiro K, Onishi H, Baba Y, Shimoyama Y, Maruyama A. Whole-hand water flow stimulation increases motor cortical excitability: A study of transcranial magnetic stimulation and movement-related cortical potentials. *Journal of Neurophysiology* 2015, 113(3):822-33.
DOI: 10.1152/jn.00161.2014.

Sugawara K, Onishi H, Yamashiro K, Kojima S, Miyaguchi S, Kirimoto H, Tsubaki A, Tamaki H, Shirozu H, Kameyama S. The effect of anodal transcranial direct current stimulation over the primary motor or somatosensory cortices on somatosensory evoked magnetic fields. *Clinical Neurophysiology* 2015, 126(1):60-7
DOI: 10.1016/j.clinph.2014.04.014.

Sato D, Yamashiro K, Onishi H, Baba Y, Nakazawa S, Shimoyama Y, Maruyama A. Whole-body water flow stimulation to the

lower limbs modulates excitability of primary motor cortical regions innervating the hands: A transcranial magnetic stimulation study. *PLoS ONE* 2014, 9(7): e102472.
DOI:10.1371/journal.pone.0102472.

Onishi H, Sugawara K, Yamashiro K, Sato D, Suzuki M, Kirimoto H, Tamaki H, Murakami H, Kameyama S. Effect of the number of pins and inter-pin distance on somatosensory evoked magnetic fields following mechanical tactile stimulation. *Brain Research*. 2013, 16;1535:78-88.
DOI: 10.1016/j.brainres.2013.08.048.

〔学会発表〕(計6件)

山代幸哉, 佐藤大輔, 大西秀明, 菅原和広, 中澤翔, 亀山茂樹, 丸山敦夫. 左右対称運動が体性感覚野の活動に及ぼす影響. 第44回日本臨床神経生理学学会学術大会. 2014.11.19-21. 福岡.

山代幸哉, 佐藤大輔, 大西秀明, 菅原和広, 中澤翔, 亀山茂樹, 丸山敦夫. 左右対称運動が体性感覚誘発磁場に及ぼす影響. 第69回日本体力医学会 2014.9.19-21. 長崎.

Yamashiro K, Sato D, Onishi H, Sugawara K, Kameyama S, Maruyama A. Effect of changes in stimulation sites on activation of posterior parietal cortex. 30th International congress of clinical neurophysiology. Germany. 2014.3.19-23

山代幸哉, 佐藤大輔, 大西秀明, 菅原和広, 丸山敦夫. 表皮内電気刺激法(IES)を用いた運動時の gating 評価. 日本臨床神経生理学学会, 2013. 11. 7-9. 高知

山代幸哉, 佐藤大輔, 大西秀明, 菅原和広, 丸山敦夫. 特異的トレーニングが Go/NoGo 電位に与える影響. 日本体力医学会, 2013.9.21-23. 東京

山代幸哉, 乾幸二, 柿木隆介. 体性感覚刺激による Onset/Offset 反応(シンポジウム) 第28回日本生体磁気学会, 2013.6.7-8. 新潟

〔その他〕

ホームページ等

新潟医療福祉大学

<http://www.nuhw.ac.jp/faculty/health/hs/teacher/yamashiro.html>

新潟医療福祉大学運動機能医科学研究所

<http://www.ihms.jp/>

6 . 研究組織

(1)研究代表者

山代幸哉 (YAMASHIRO KOYA)

新潟医療福祉大学・健康科学部・講師

研究者番号：20570782