

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 16 日現在

機関番号：17301

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23500602

研究課題名(和文)メンタルプラクティスの効果的な実践方法の開発に向けた神経生理学的検討

研究課題名(英文)Neurophysiological study towards development of the effective mental practice

研究代表者

東 登志夫(HIGASHI, TOSHIO)

長崎大学・医歯(薬)学総合研究科・教授

研究者番号：40244090

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円、(間接経費) 1,170,000円

研究成果の概要(和文)：メンタルプラクティス(MP)の実践においては対象者が運動イメージ(MI)を鮮明に想起していることが前提となるが、1人称MIを想起することは容易ではない。そのため、効果的なMPを実践するには、この1人称MIの鮮明度を十分に確保する必要がある。本研究では対象者が1人称のMIを想起する際に、想起する課題に関する感覚情報を提示することで、1人称MIの鮮明度が強化されるという仮説を立て、大脳皮質運動野興奮性の変化と主観的なMI鮮明度評価の観点から検証した。その結果、動作に関連した聴覚情報や視覚情報の負荷した条件では対象者の主観的なMIの鮮明度を高め、またMI中の大脳皮質運動野の興奮性も高値を示した。

研究成果の概要(英文)：Mental practice might be a powerful therapeutic tool in neurorehabilitation. However, in effective mental practice, imagining the specific task vividly is indispensable. Nevertheless, kinesthetic imagery is not easy. The purpose of this study was to examine the relationships between the extent of corticospinal excitability changes by using motor evoked potentials (MEPs) and the vividness of motor imagery in different imagery conditions. The MEP amplitude of both muscles was larger for the conditions with sensory information than for the condition without sensory information. The VAS score was higher for the conditions with sensory information (VIS, AUD, and VIS+AUD) than for the condition without sensory information. Therefore, the visual and auditory information enhances the vividness of motor imagery and facilitates corticospinal excitability. These findings open new possibilities for enhancing the mental aspects of neurorehabilitation.

研究分野：複合領域

科研費の分科・細目：人間医工学・リハビリテーション科学・福祉工学

キーワード：メンタルプラクティス 経頭蓋磁気刺激 運動誘発電位 運動イメージ

1. 研究開始当初の背景

近年の脳イメージング技術の進歩により、これまでブラックボックスとして扱われてきた脳のメカニズムの解明が進んできている。それによると、脳はこれまで想像されてきた以上に可塑性を有しており、脳血管障害等により脳が損傷された場合であっても、トレーニングによっては可塑的变化が起こることで機能回復が得られることが定説となりつつある。しかしながら、実動作の反復訓練においては対象となる麻痺側の随意性を必要とする為、随意性の回復が十分に得られていない急性期や亜急性期の患者、回復期であっても麻痺の程度が中等度より重度な患者は適応外となってしまう問題がある。そこで、近年になって運動療法(実動作の反復訓練を含む)を補完するトレーニング方法としてメンタルプラクティスに期待が集まってきている。メンタルプラクティスとは、ある運動課題を積極的に改善する目的で、運動イメージ(心的あるいは象徴的なりハーサル)を繰り返して行うことであり、従来からスポーツ分野等では広く実践されてきた方法である。最近になって、脳イメージング研究によって運動イメージ中には実際の運動を実行した際と同等の領域が賦活されることが明らかとなったことから、リハビリテーションの分野への応用が開始されている。一般に、運動イメージは、あたかも自分自身が運動を行っているかのような1人称の運動イメージと、第3者もしくは自分自身がその運動を実践している3人称の運動イメージに分類されるが、中でも、実際に運動を行った時の感覚もシミュレートされる1人称の運動イメージの方がより、運動学習に効果があると考えられている。

メンタルプラクティスは、対象者の麻痺肢の随意性を問わずに実施でき、また、訓練場所も問わず、またリスクが極めて低い方法であることから、訓練室内での訓練に囚われず、自主トレーニングでも実施が可能である。また、その効果については、海外では多くの無作為化比較試験(RCT)が実施され、そのエビデンスが示されている。しかしながら、その具体的な実践方法についてはまだ統一した見解が示されていない現状にある。

2. 研究の目的

メンタルプラクティスの実践においては対象者が運動イメージを鮮明に想起していることが前提となるが、想起する課題の種類や対象者の課題に対する経験量などにより、課題を実際に実行した際に生じる感覚情報も同時にシミュレートする1人称運動イメージを想起することは、容易ではなく個人差がみられる。そのため、効果的なメンタルプラクティスを実践するためには、この1人称運動イメージの鮮明度を十分に確保する必要がある。そこで、本研究では対象者が1人称の運動イメージを想起する際に、想起する

課題に関する感覚情報を同時に提示することで、1人称運動イメージの鮮明度が強化されるであろうという仮説を立て、経頭蓋磁気刺激による運動誘発電位を指標とした大脳皮質運動野興奮性の変化と主観的な運動イメージ鮮明度評価(Visual Analogue Scale; VAS)の観点から検証するものである。

3. 研究の方法

実験

運動イメージ課題において、同時に運動イメージ課題と関連した感覚情報を提示することが、1人称運動イメージの想起の鮮明度を高めるかどうかを大脳皮質運動野の興奮性変化と、主観的な運動イメージの鮮明度評価によって検討した。

対象は、右利きの健常成人8名(平均年齢は26.5歳)であった。

方法は、異なる4つの条件で被験者にMIを想起させ、その間にTMSを与えて、右の母指球筋と第一背側骨間筋からMEPを計測した。また、MEPの計測直後に、各条件における主観的なMIの鮮明度をVASで評価した。MIの課題は、はさみで長方形の画用紙を切る動作とした。被験者にはあらかじめ1人称視点で第3者がこの動作を行っている映像を見せ、「この動作を実際にあなた自身が行っているかのようにMIしてください。」と指示した。

MI条件は、閉眼にて情報なしにMIを想起するNo Information条件(NI)、実際の動作時の音を提示するAuditory条件(AUD)、1人称視点での動作映像を見せるVisual条件(VIS)、1人称映像とその音声も同時に提示する条件(VIS+AUD)の4条件とした。実験は、AUD、VIS、VIS+AUDについては各条件を12回ずつランダムに提示して、はさみが閉じる瞬間にTMSを与え各条件12発のMEPを導出記録した。NI条件に関しては、被験者に閉眼状態でMIを想起させ、任意のタイミングでTMSを加えた上で、TMSされた時点がMIのはさみを閉じようとしている時か、開こうとしている時かを1回ごとに確認し、閉じようとしている際にTMSされたMEP12発を解析に用いた。TMSにはMagstim200(マグスティム社)を用い、被験筋は右手の母指球筋(TH)と第1背側骨間筋(FDI)とした。刺激部位は左大脳皮質運動野の手指の領域から安静時に両筋より0.5-1mV程度のMEPが計測できる位置に決定した。刺激強度は運動閾値の1.1-1.3倍程度に設定した。記録したMEPは振幅を計測し、事前に測定した安静時のMEP振幅を基準に相対値化し各条件間で比較検討した。記録したMEPは振幅を計測し、事前に測定した安静時のMEP振幅を基準に相対値化し各条件間で比較検討した。

統計処理は、「運動イメージ条件」と「筋」を2要因とし、MEP振幅について二元配置分散分析にて比較した。また、VASにおいては「映像提示条件」の1要因で一元配置分散分析にて比較した。さらに、条件間で

Bonferroni による多重比較を行った。

実験

運動イメージ課題時に同時に提示する情報を視覚情報(ビデオ映像)に絞り、ビデオ映像の方向(視点)によって、運動イメージ想起の鮮明度を高める効果に差があるかどうかを、と同様に MEP による大脳皮質運動野の興奮性変化と VAS による主観的運動イメージの鮮明度評価によって検討した。

対象は右利きの健常成人 14 名(平均年齢は 29.6 歳)であった。

方法は、運動イメージ課題として水の入った 500ml のペットボトルに右手を伸ばして円筒握りで持ち上げる動作とし、「映像に合わせて、あなたが実際にペットボトルを持ち上げている様に運動イメージしてください」と被験者に 1 人称運動イメージを行うよう指示した。映像の提示方法は、視点の異なる 3 種類の映像を用いた(図 1)。



図 1 実験 に用いた映像

実験はマルチトリガーシステム(メディカルトライシステム社)を用いて各映像をランダムに提示し、映像中のペットボトルが持ち上がる瞬間に TMS が生じるよう設定した。各映像で 10 発ずつの合計 30 発の TMS を実施し、MEP を導出して記録した。被験筋は右手の母指球筋 (TH) と第 1 背側骨間筋 (FDI) とした。記録した MEP は振幅を計測し、事前に測定した安静時の MEP 振幅を基準に相対値化し各条件間で比較検討した。

また、実験直後に各映像提示条件での主観的な運動イメージの鮮明度について VAS を用いて評価した。「映像提示条件」と「筋」を 2 要因とし、MEP 振幅について二元配置分散分析にて比較した。また、VAS においては「映像提示条件」の 1 要因で一元配置分散分析にて比較した。さらに、条件間で Bonferroni による多重比較を行った。

4. 研究成果

実験

運動イメージの主観的な鮮明度として用いた VAS の値は、VIS+AUD が最大で、続いて VIS, AUD, NI の順であった。反復測定による一元配置分散分析の結果、MI 条件間で有意差が認められ ($F=26.67, p<0.01$)、Bonferroni の多重比較の結果、VIS と VIS+AUD は NI と比較して有意に高値を示し、さらに VIS+AUD は VIS と比較しても有意に高値であった(図 2)。

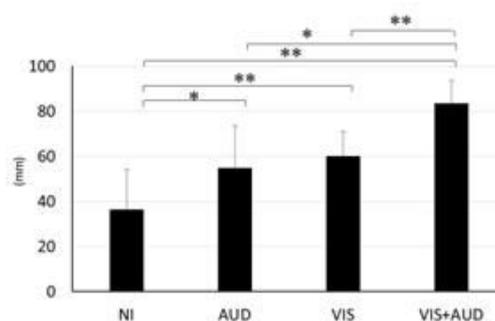


図 2 各条件における VAS の平均値

全被験者の MEP 振幅の平均は、AUD, VIS, VIS+AUD で比較すると VIS+AUD が最も高値を示し、続いて VIS, AUD の順であり「MI 条件」と「筋肉」を 2 要因とする二元配置分散分析を行った結果、「MI 条件」において有意な主効果 ($F=5.34, p<0.05$) が認められた(図 3)。

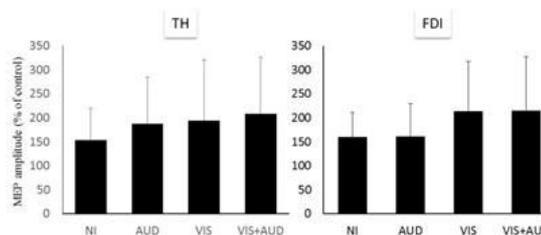


図 3 各条件における MEP 振幅の平均値

本研究の結果より、はさみ動作課題の運動イメージにおいて動作に関連した聴覚情報や視覚情報は対象者の主観的な運動イメージの鮮明度を高め、その結果として運動イメージ中の大脳皮質運動野の興奮性がより高まることが示唆された。以上の結果より、メンタルプラクティス実施の際には、運動イメージの補助手段として、視覚情報や聴覚情報を提示することが効果的であると考えられた。

実験

全被験者の MEP 振幅の平均は、「映像提示条件」と「筋」を 2 要因のうち、「映像提示条件」の主効果 ($F=8.718, P<0.01$) が認められた。しかし、「映像提示」×「筋」の交互作用は認められなかった。各条件における MEP 振幅は、安静時と比較して 1 人称視点で最も大きく、次いで側方視点、3 人称視点の順であった(図 4)。

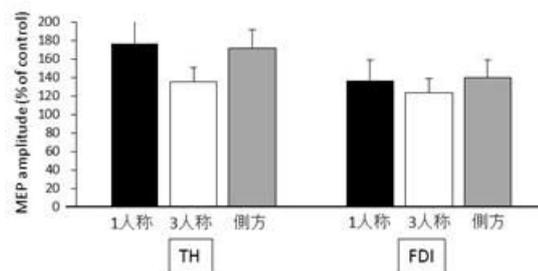


図 4 各条件における MEP 振幅の平均値

一方、映像提示条件において主効果を認め ($F=3.734$, $P<0.05$), 条件間では1人称視点と3人称視点において有意差を認め ($P<0.05$), 1人称視点が最も高値を示した(図5)。

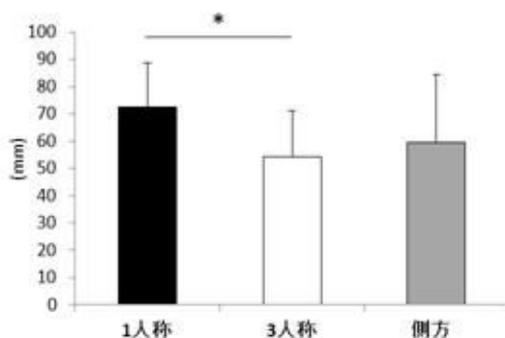


図5 各条件における MEP 振幅の平均値

以上の結果より、映像に合わせた1人称の運動イメージにおいては映像の提示視点によって MEP 振幅の大きさが異なることが示唆された。この結果は、VAS による主観的な運動イメージの鮮明度とも一致していたことから、1人称視点での映像提示は、主観的な運動イメージの鮮明度を高めると同時に、皮質運動野の興奮性を高めることが推察された。したがって、1人称運動イメージを補助するためには、1人称視点の映像を提示することが効果的であることが示唆された。

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 5 件)

- 1) Suzuki T, Higashi T, Takagi M, Sugawara K: Hemispheric asymmetry of ipsilateral motor cortex activation in motor skill learning. Neuroreport. 24(13): 693-697, 2013. 査読有
- 2) Sugawara K, Tanabe S, Suzuki T, Higashi T: Different motor learning effects on excitability changes of motor cortex in muscle contraction state. Somatosens Mot Res. 30(3):133-139, 2013. 査読有
- 3) Sugawara K, Tanabe S, Higashi T, Suzuki T, Tsurumi T, Kasai T. Functional plasticity of surround inhibition in the motor cortex during single finger contraction training. NeuroReport, 23(11), 663-667, 2012. 査読有
- 4) Ikeda K, Higashi T, Sugawara K, Tomori K, Kinoshita H, Kasai T. The effect of visual and auditory enhancements on excitability of the primary motor cortex during motor imagery: a pilot study, International Journal of Rehabilitation Research, 35(1), 82-84.2012. 査読有
- 5) Ohno K, Higashi T, Sugawara K, Ogahara K,

Funase K, Kasai T. Excitability changes in the human primary motor cortex during observation with motor imagery of chopstick use, Physical Therapy Science, 23:703-706, 2011. 査読有

〔学会発表〕(計 4 件)

- 1) Higashi T, Sugawara K, Moriuchi T, Iso N, Sagari A, Fujiwara K. Visual and auditory information enhance the vividness of motor imagery and excitability of the primary motor cortex. 5th Asian and oceanian congress of clinical neurophysiology, 2013.8, Bali Nusa Dua Convention center(インドネシア)
- 2) Moriuchi T, Iso N, Sagari A, Ogahara K, Kawano S, Higashi T. The primary motor cortex is more activated while observing a slow video clip. 5th Asian and oceanian congress of clinical neurophysiology, 2013.8, Bali Nusa Dua Convention center(インドネシア)
- 3) 東登志夫, 菅原憲一, 森内剛史, 磯直樹, 佐賀里昭. 視覚情報と聴覚情報は運動イメージの鮮明度を増大させる. 第47回日本作業療法学会, 2013.6, 大阪国際会議場(大阪市)
- 4) 磯直樹, 佐賀里昭, 森内剛史, 菅原憲一, 東登志夫. 1人称運動イメージを鮮明にするための映像提示方法に関する検討. 第47回日本作業療法学会, 2013.6, 大阪国際会議場(大阪市)

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

東 登志夫 (HIGASHI, Toshio)
長崎大学大学院・医歯薬学総合研究科・教授
研究者番号: 40244090

(2) 研究分担者

菅原 憲一 (Sugawara, Kenichi)
神奈川県立保健福祉大学・保健福祉学部・教授
研究者番号: 90280198