

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 15 日現在

機関番号：13901

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2013

課題番号：24700527

研究課題名(和文) 運動課題遂行時の作業記憶(WM)関与の解明 効果的な訓練法の開発に向けて

研究課題名(英文) The elucidation of the working memory engagement on the execution of motor task -For the development of the effective rehabilitation programs -

研究代表者

上村 純一 (UEMURA, Jun-ichi)

名古屋大学・医学(系)研究科(研究院)・助教

研究者番号：70467322

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円、(間接経費) 870,000円

研究成果の概要(和文)：運動イメージ中に事象関連電位(ERP)の記録を行い、運動イメージ課題における作業記憶の関与を検討した。結果、運動イメージ課題への認知負荷量を変化させることでERPに明瞭な差異を検出した。運動イメージ課題に要する作業記憶、注意資源量の変化により、ERPが変化したと考えた。本研究結果は関連学会において報告を行った。

研究期間を通じて、運動発現に至るまでのプロセスに作業記憶が関与することを明らかにできた。臨床的には作業記憶の関与が指摘されており、この点の神経生理学的な基礎的知見として有用な結果を見出したと考えている。

研究成果の概要(英文)：The effect of the working memory (WM) on the motor task execution was investigated using non-invasive neurophysiological technique. The present result showed that the amplitude of MMN and P3a were significantly increased and attenuated, respectively in the high load motor imagery task than the low load motor imagery task. This result indicated that the process of motor imagery could consume WM and/or attentional resources. Thus the MMN and P3a indexes the WM and/or attention resources could be affected. This result was reported at domestic meeting.

研究分野：総合領域

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：運動イメージ 作業記憶 注意 事象関連電位

1. 研究開始当初の背景

これまでリハビリテーションでは、運動障害に対して動作の繰り返しを含むプログラムを行うことで、その機能回復を図ってきた。プログラムを実施するなかで、直前に行ってきた動作の繰り返し内容を一時的に記憶にとどめ、次の動作に繋げることが、訓練の効果を得るためには重要な点となる。これには作業記憶が必須となると考えられる。

認知症や高次脳機能障害患者など、プログラムの訓練効果が得られにくい対象者群の中には、しばしば作業記憶の障害がリハ障害の主要因となっていることが認められる。

臨床的には、これまで作業記憶は記憶の一時的な保持とその操作を担う高次脳機能として多くの検討がなされてきたが、運動に言及した作業記憶の検討はほとんどなされていない。

機能回復を促進する手技(経頭蓋磁気刺激、Botox など)が開発・臨床応用されつつある昨今、これらに併行して行われる機能訓練内容の検討は大きく遅れており、早急な対応が必要である。

2. 研究の目的

本研究計画では、運動課題遂行中に関連する作業記憶機能の関与を非侵襲的神経生理学的手法により検出することを目的とした。

運動イメージ課題遂行中に作業記憶、注意の影響を受けるとされる聴覚逸脱刺激反応(ミスマッチ陰性電位: MMN)と P3a を記録した。運動イメージ課題の難易度を変化させることで各脳波成分が変化するのであれば、各課題に要す作業記憶や注意が変化したことを意味すると仮説立て検討を行った。

3. 研究の方法

(1) 脳波測定による研究

健常若年者 12 名(平均年齢 22.2 ± 2.1 (SD)、男性 8 名、女性 4 名)を対象に研究を行った。

被験者は指折りの動画を見ながら運動イメージを繰り返し行った。運動イメージは、母指から小指まで順に指折りを行うようにイメージするだけのもので、実際の動作は伴わない。動画は運動イメージと同様の内容のもの(一致条件動画)とそれを逆再生したもの(不一致条件動画)の 2 条件とした。

被験者が運動イメージ課題を行っている間、課題とは関係のない聴覚刺激を行い、事象関連電位(MMN, P3a)の記録を行った。記録電極は Fz(国際 10-20 法)、左右耳袋(Right Mastoid: RM, Left Mastoid: LM)の 3 点に貼り付けた。基準電極は鼻部とした。サンプリング周波数 5kHz、バンドパスフィルター(1.5Hz-200Hz)を適用して記録を行った。

聴覚刺激には標準刺激として 1000Hz 単純音を出現頻度(90%)、標的刺激には 2000Hz の単純音を出現頻度(10%)で呈示した。全部で 1000 回の聴覚刺激を行った。

被験者には終了の合図があるまで、運動イ

メージ課題をできるだけ鮮明に繰り返し行うよう教示を行った。また、聴覚刺激は課題には関係のないものであることを伝えた。

各課題終了後には、運動イメージがどれくらい鮮明に行えたかを、7 段階で自己評価する質問を行った。

得られた MMN, P3a の潜時、振幅について一致、不一致条件間で比較検討を行った。

運動イメージの遂行に動画が影響を与えることで、イメージ遂行の難易度が変化すると考えた。これによりイメージ課題に要す作業記憶、注意資源量が変化した場合、課題に関係ない刺激として呈示した聴覚刺激に対する MMN、P3a に変化が生じると考えた(図 1)。

(2) 脳磁場計測による研究

健常若年者 3 名(平均年齢 23.0 ± 1.0 (SD)、男性 3 名)を対象に測定を行った。

運動イメージ課題は(1)脳波測定による研究と同様ものを用いた。動画は(1)の研究で用いた一致条件、不一致条件の 2 条件にホワイトノイズ動画を加えて、3 条件とした。ホワイトノイズ動画をコントロール条件として、一致・不一致条件動画による運動イメージへの影響を検討した。

脳磁場計測はサンプリング周波数 5000Hz、バンドパスフィルター(0.3-500Hz)を適用して記録を行った。

解析には Minimum Norm Estimates (MNE) 法を用いて、運動イメージ課題中の聴覚刺激に対する脳内神経活動(MMN)の空間的分布を推定した。

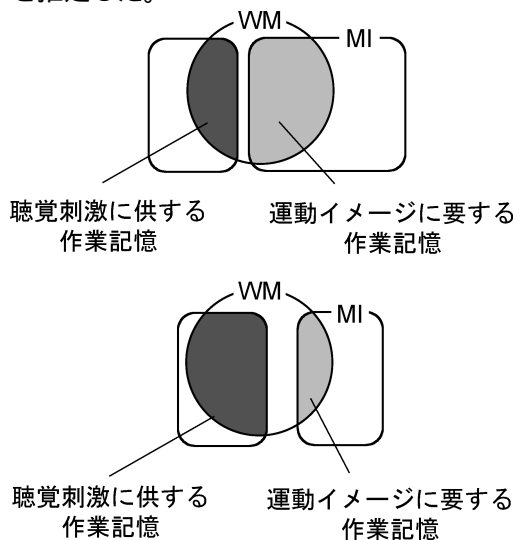


図 1、作業記憶(WM)と運動イメージ(MI)の関係: MI に要する WM 量が多いと、課題の関連のない聴覚刺激の抑制処理に供する WM の量が変化する。

4. 研究成果

(1) 脳波測定による研究

各条件下において、MMN と P3a はそれぞれ陰性成分、陽性成分として明瞭に記録された

(図2、3)。

解析の結果、Fzより記録された前頭葉成分MMNの振幅は一致条件において有意な増加を認めた($t(12)=2.72, p<0.05$) (図2)。

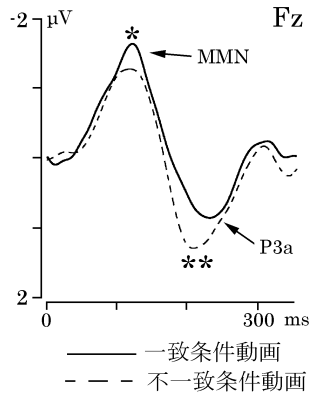


図2、Fzから記録された波形：MMN振幅は一致条件において、不一致条件に比して有意に増加した。対してP3a振幅は、一致条件において有意に減衰した。

一方、側頭葉成分MMNは潜時、振幅ともに条件間で差を認めなかった(図3)。

P3a振幅については、一致条件で有意に減少した($t(12)=1.89, p<0.05$) (図2)。

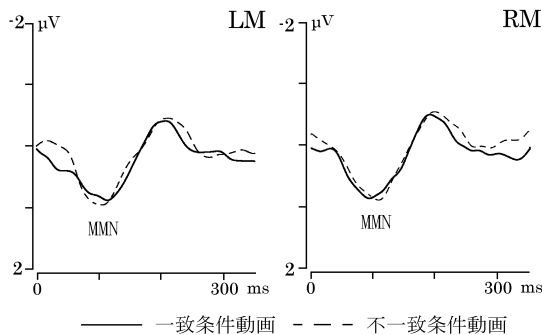


図3、左右耳から記録された波形：動画条件間において、潜時、振幅ともに有意な差は認めなかった。

運動イメージの鮮明度の自己評価では、不一致条件課題が一致条件に比して有意に課題が困難であることが明らかとなった。

以上の結果より、一致・不一致条件動画は運動イメージ遂行の難易度を変化させた。また、MMN、P3aの振幅を動画条件間で比較したところ、一致条件で有意に増幅(MMN)、減衰(P3a)していることが明らかとなった。

これらのことから、運動イメージ遂行において作業記憶と注意の認知機能が関与することが明らかとなった。また、その必要となる量は、運動観察の内容によって変化することが確認できた。

運動イメージは脳内で行われる顕在化しない脳内情報処理過程であるが、MMN、P3aなどの作業記憶や注意に影響を受ける事象関

連電位の記録を行うことで、間接的にその関与を明らかにすることができた。顕在化できない運動イメージの脳内基盤を検討するための新しい測定手法の開発に繋がったと考える。

(2) 脳磁場計測による研究

各条件下において、潜時100-200msにMMNの成分を認めた。MNE法による空間分布は図4A、B、Cに示した通りである。

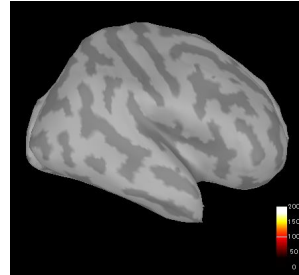


図4A、一致条件

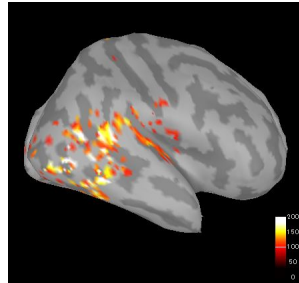


図4B、不一致条件

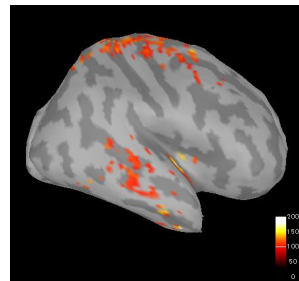


図4C、ホワイトノイズ条件

右側頭葉から縁上回、角回にかけて、島部の分布の強さは、不一致条件>ホワイトノイズ条件>一致条件の順に変化する傾向が示された。これらのことから、コントロール刺激条件に比べて、不一致条件動画は聴覚逸脱刺激に対する検出脳反応が大きくなる、一致条件は、検出脳反応が小さくなる傾向を認めた。

(3) まとめ

本研究費で行った基礎的研究の結果は、運動イメージは、同時に観察する動画によって、その遂行難易度が変化した。この時、運動イメージに要する作業記憶、注意資源量は変化したと推測された。その変化は課題に無関係の聴覚刺激によって惹起されるMMN、P3aに反映される、ことが示された。

運動イメージ遂行中には、運動出力に至るまでの脳内基盤と共通した部位が賦活されることがわかっている。運動イメージ課題を用いることで、運動発現に至るまでの処理段階の一部において、作業記憶、注意資源が関与することを明らかにできた。運動イメージ

は顕在化しない脳内情報処理ではあるが、本研究課題の遂行により、脳反応として検討することが可能であると示すことができ、研究課題の目的に適う成果が得られたと考える。

臨床的には、これまでに作業記憶の関与が指摘されてはいたが、この点の神経生理学的な基礎的知見として有用な結果を見出したと考える。運動課題を用いたリハビリテーションプログラムにおいて、作業記憶を考慮したプログラム検討の必要性が明らかとなった。

また、脳波測定による研究について、論文作成を進めており、近く国際専門雑誌に投稿する予定である。また、国内関連学会において学会発表を行うことができた。

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)

上村純一、運動イメージと運動観察の関係性について MMN による検討、第7回日本作業療法研究学会・学術大会、広島、2013

〔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〕

ホームページ等なし

6. 研究組織

(1)研究代表者

上村 純一 (UEMURA Junichi)

研究者番号：70467322

(2)研究分担者なし

(3)連携研究者なし