

機関番号：14301

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2009～2010

課題番号：21700529

研究課題名（和文） 「運動する上肢の映像」を用いた運動イメージ訓練の効果の検証

研究課題名（英文） Effect of movement imagination training with observation of the movement

研究代表者

松林 潤 (MATSUBAYASHI JUN)

京都大学・大学院医学研究科・助教

研究者番号：00452269

研究成果の概要（和文）：

「運動する上肢の映像」を見ながら運動イメージを行うことが、通常の運動イメージよりも大脳皮質運動野の興奮性を高めることができるかどうか、健常被験者を対象に脳波・脳磁場計測を用いて検討した。この新しい運動イメージは、運動の観察や通常の運動イメージよりも広い範囲の大脳皮質神経活動を引き起こしていた。しかしながら、この新しい運動イメージが、通常の運動イメージよりも運動野の興奮性を高めるという傾向は明らかでなかった。

研究成果の概要（英文）：

The purpose of this study was to investigate whether movement imagination with observation of the movement could activate the motor cortex more strongly than ordinary movement imagination. Electro- and magnetoencephalographic recordings of healthy subjects were carried out. This newly developed movement imagination gave rise to more widespread brain activities than movement observation or ordinary movement imagination did. However, it was ambiguous whether this new movement imagination could activate the motor cortex more strongly than ordinary movement imagination.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	700,000	210,000	910,000
2010年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
年度			
総計	1,200,000	360,000	1,560,000

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：リハビリテーション、運動イメージ、運動観察、脳磁図、脳波

1. 研究開始当初の背景

ある運動を心の中で視覚的・運動感覚的に思い浮かべること（運動イメージ）により、運動を実際に行なうときに活動する神経ネットワークが活性化するという報告がなさ

れている。これを脳血管障害後に生じた運動機能障害のリハビリテーションの補助的手段として利用する研究が進行し、既に臨床的な効果が示されている。

しかし明瞭な運動イメージを心の中に作り出すのは、若年健常者であっても容易では

ない。とくにそれを一定時間維持するのは困難である。これは患者にとってはより大きな問題となる。従って運動イメージ訓練を普及させるには、「患者が運動イメージを作り出しやすい方法」を開発することが必要である。

運動イメージ訓練では、患者はその運動を行うときの視覚像・運動感覚を自分の心のなかで思い浮かべなければならない。運動イメージの難しさは、この「運動の視覚像と運動感覚を両方同時に呼び起こさなければならない」ことから発しているのではないかと考えられる。もしそうであるなら、運動の視覚像を外部から提示すれば、患者は運動感覚だけに集中でき、より容易に運動イメージを形成できるのではないかと考えられる。具体的には、患者の上肢を隠すような位置に液晶モニタを配置し、その液晶モニタに「運動している上肢の映像」を映す。このとき映像の上肢が、患者から見て自分の上肢とちょうど重なる位置に来るようにモニタを配置する。このように、視覚的に補助された状態で運動イメージを行うことで、より容易に運動系の興奮状態を高めることができるのではないかと考えられる。

2. 研究の目的

本研究が目指すのは、運動イメージ訓練を運動機能障害に対するリハビリテーション手法として確立・普及させ、脳血管障害患者の運動機能回復を助けることである。今回は、運動イメージの形成を助ける新しい方法（自分の上肢に重なる位置で「運動する上肢の映像」を見ながら行う）を提案し、この方法で運動イメージを行うとき、大脳皮質運動野の興奮性がより高まるかどうかを明らかにする。

3. 研究の方法

(1) 健常被験者を対象に、頭皮上に56電極を配置して、以下の4条件で脳波計測を行った。

条件 EXEC : (映像は見ずに) 運動を実行する
条件 IMAGE : (映像は見ずに) 運動のイメージを行う

条件 OBS : 運動する上肢の映像を観察する
条件 OBSIMAGE : 運動する上肢の映像を観察しながら、それに合わせて運動イメージを行う

運動する上肢の映像は、右手の手関節伸展とし、液晶モニタを用いて提示した(図1)。

データ解析の際には、実際の運動開始時点、運動イメージの開始時点、運動映像の開始時点のいずれかを基準(時間0)とし、脳波の事象関連脱同期化(脳波のパワーの相対的減少)を評価した。感覚運動野の興奮性と関係の深い前頭部・頭頂部の α 帯域・ β 帯域(8-13Hz、14-30Hz)に注目した。



図1 液晶プロジェクタを用いた「運動する上肢の映像」の提示(脳波計測の場合)

(2) 健常被験者を対象に、以下の4条件で脳磁場計測を行い、運動野の興奮性を比較した。

条件 EXEC : (映像は見ずに) 運動を実行する
条件 IMAGE : (静止画を見ながら) 運動のイメージを行う

条件 OBS : 運動する上肢の映像を観察する
条件 OBSIMAGE : 運動する上肢の映像を観察しながら、それに合わせて運動イメージを行う

運動する上肢の映像は、右手指の集団屈曲・集団伸展(グーパー)を繰り返す映像を用いた(図2)。当初は、これを(1)の脳波計測と同じく、液晶モニタを利用して提示する予定であったが、液晶モニタから無視できないレベルの磁場ノイズが生じて計測が困難となったため、小型プロジェクタ(図3)を用いてスクリーンに提示する方式に変更した。

脳磁図計測にはElekta Neuromag社製の306チャンネル脳磁図計測装置を用いた。被験者の右正中神経を手首部で電気刺激し、左半球運動野から発生する β 帯域律動脳磁場のパワーを求め、その抑圧の程度を定量化した。



図2 脳磁場計測の際に用いた「運動する上肢の映像」

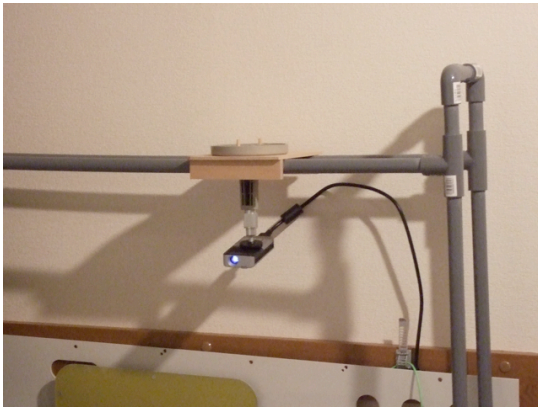


図3 磁気シールド室内に設置された小型プロジェクタ

4. 研究成果

(1) 脳波計測

① 結果の概略

図4に脳波の事象関連脱同期化の分布を示す(代表例2名のデータ)。

条件EXEC(実際に運動を行っている条件)では、広い範囲で脳波のパワーが相対的に減少していた(パワーの減少はその部位が活性化していることを示す)。被験者1では8-11Hz、被験者2では6-11Hz、18-20Hzにて明瞭な変化が観測された。

被験者1(8-11Hz)において他の3条件(IMAGE、OBS、OBSIMAGE)を比較したところ、IMAGEとOBSは比較的似た事象関連脱同期化の分布を示した(前頭部、頭頂部および右後頭側頭部)。一方、OBSIMAGEでは、右前頭部・頭頂部・両側後頭側頭部に、IMAGEやOBSよりも強い事象関連脱同期化を認めた。

被験者1では、右手の運動に強く関与する左半球前頭部・頭頂部(感覚運動野近傍)を中心とした活動の変化は認められなかった。

被験者2の6-11Hz帯域において他の3条件を比較したところ、IMAGEでは左側頭部、左頭頂部、左後頭側頭部に事象関連脱同期化がみられた。OBSでは左頭頂部、左後頭側頭部に事象関連脱同期化がみられた。一方、OBSIMAGEはOBSの分布と類似していたが、より強い脱同期化がみられ、また右頭頂部・右後頭側頭部にも波及していた。また、被験者2の18-20Hz帯域において他の3条件を比較したところ、IMAGEでは明瞭な分布を示さなかったが、OBSとOBSIMAGEは類似した分布を示した(6-11Hzと同様に、より脱同期化が強くなり、分布も広がっていた)。

被験者2では、左半球前頭部・頭頂部を中心とした活動は、6-11Hz帯域ではIMAGEが最も強い脱同期化、18-20Hz帯域ではOBSIMAGEが最も強い脱同期化を示した。

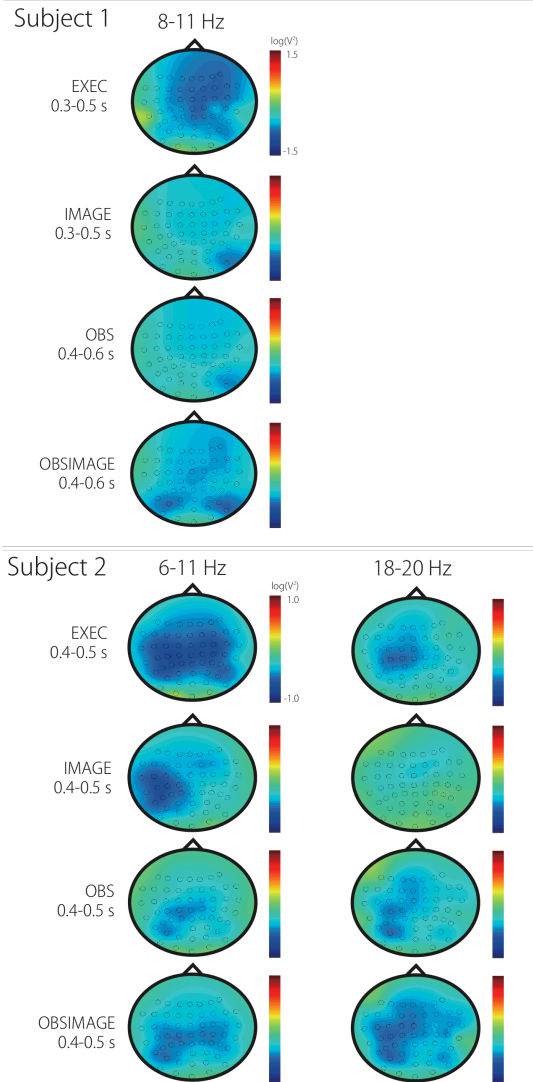


図4 脳波の事象関連脱同期化の分布 頭部を上から見た図。脳波のパワーが相対的に減少した部分を青で示している。

② まとめ

通常の運動イメージや、運動の観察を行っているときと比べ、運動を観察しながら運動イメージを行うことで左半球前頭部・頭頂部における α 帯域・ β 帯域の事象関連脱同期化が増強するという明瞭な傾向はみられなかった。

一方、運動を観察しながら運動イメージを行うときには、運動の観察と運動のイメージのときには活動が顕著でなかった部位(被験者1では頭頂部・左後頭側頭部、被験者2では右前頭部・右頭頂部・右後頭側頭部)に事象関連脱同期化が観察された。つまり、運動を観察しながら運動イメージを行うことは、運動の観察と運動のイメージの単純な重ね合わせではなく、より広範囲な脳部位での活動を引き起こしていることが示唆された。

(2) 脳磁場計測

① 結果の概略

図5に正中神経電気刺激後のβ帯域律動脳磁場(16Hz近傍)成分のパワーの時間的変動を示す(代表例2名のデータ)。左半球運動野近傍のセンサーから得られた波形である。

条件EXEC(運動の実行)では、運動野が活性化されるため、β帯域脳磁場が強く抑圧され、パワーが最も低くなっていた(図中、黒線)。条件OBS(運動の観察)は、β帯域脳磁場の抑圧の程度が最も少なかった(図中、青線)。条件IMAGE(運動イメージのみ)と条件OBSIMAGE(運動を観察しながら運動イメージを行う)は、被験者1ではほぼ同じ程度の抑圧であった。被験者2ではややOBSIMAGEの方が強い抑圧がみられるものの、その差はあまり顕著でなかった。

② まとめ

運動を観察しながら運動イメージを行うことが、通常の運動イメージよりも運動野の興奮性を高めるという共通した傾向はみられなかった。

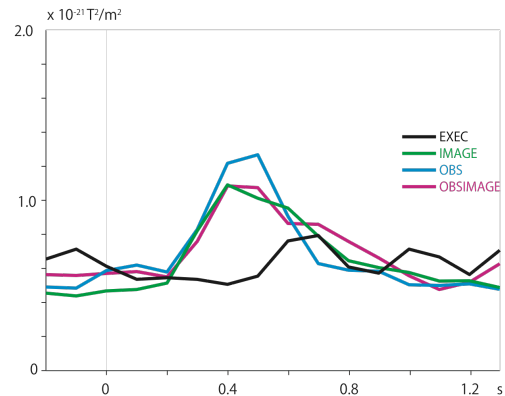
(3) 研究全体のまとめ

本研究では、運動する上肢の映像を見ながら行う運動イメージが、通常の運動イメージより運動野の興奮性をより増大させるという証拠を得ることはできなかった。但し、この新しい運動イメージは、単純な運動イメージを行っているときや、運動の観察のみを行っているときよりも広い範囲の神経ネットワークを活性化していることが示唆された。

被験者から運動イメージを行っているときの主観的印象を聴取したところ、「運動を観察しながら行う運動イメージの場合は映像によってある種の錯覚を感じ運動イメージを行いやすかったが、通常の運動イメージの場合は何も手がかりがないため、自分で積極的に運動イメージを行わなければならなかった」という意見が得られた。運動を観察することで、運動イメージが行いやすくなり、かえって運動関連領域の活性化があまり必要なかったという可能性も考えられる(あるいは、通常の運動イメージでの「外的な手がかりがないためイメージを形成するのに努力が必要である」ということが、運動野の興奮性をより高めているのかもしれない)。

本研究では脳波・脳磁場の信号源推定を行っていないため、運動を観察しながら行う運動イメージが大脑皮質の具体的にどの部位を活性化しているのかという点が十分に明らかにできなかった。またその効果が通常の運動イメージと比較してどの程度であるかという点についても本研究では十分に検討

Subject 1



Subject 2

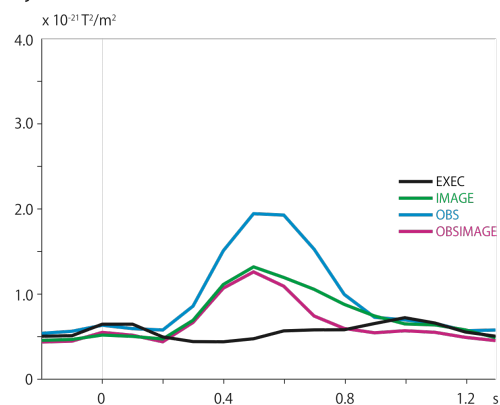


図5 正中神経電気刺激後の脳磁場 16Hz 成分のパワーの時間的変動(左半球運動野近傍)。

できなかった。以上の点については今後さらなる検討が必要であると考え。

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)

[学会発表](計1件)

① 松林潤、松橋真生、美馬達哉、福山秀直、三谷章、運動を観察しながら行う運動イメージ：脳波を用いた研究、第32回日本神経科学大会、名古屋、2009年9月16日

6. 研究組織

(1) 研究代表者

松林 潤 (MATSUBAYASHI JUN)
京都大学・医学研究科・助教
研究者番号：00452269