

平成 21 年 6 月 13 日現在

研究種目：若手研究 (B)
 研究期間：2007～2008
 課題番号：19700457
 研究課題名 (和文) ミラーセラピー・運動イメージ・運動観察中の脳活動メカニズムの解析
 研究課題名 (英文) Analysis of mechanism of brain activity during mirror therapy, motor imagery and action observation

研究代表者
 松尾 篤 (MATSUO ATSUSHI)
 畿央大学・健康科学部理学療法学科・助教
 研究者番号：80368640

研究成果の概要：

脳障害後の運動治療として有用な最近注目される手法がある。ミラーセラピーは鏡による運動錯覚を使用し運動生成を促進する方法であり、運動イメージは運動実行なしに心的に運動過程をシミュレーションする方法であり、運動観察は他者行為の観察による学習方法である。本研究では、これらの行動学的効果を評価し、同時に脳イメージング装置により脳活動メカニズムを捉えた。結果としては、運動パフォーマンスにおける効果、および運動に関わる脳領域の活性化が確認された。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	2,000,000	0	2,000,000
2008 年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,900,000	270,000	3,170,000

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：運動イメージ、運動観察、運動学習、fNIRS

1. 研究開始当初の背景

(1) 脳卒中後の上肢運動麻痺の改善は、下肢機能の回復に比べると乏しく、その予後も不良であると指摘されてきた (Carr ら, 2003)。脳卒中後の上肢運動機能の回復は、リハビリテーション専門家や脳卒中患者にとっては大きなチャレンジである。

(2) 脳卒中後の上肢リハビリテーションの方法として、近年運動イメージ治療、バーチャルリアリティ治療が注目されている。運動イメージ治療は、自己の運動を想像す

ることで、運動関連脳領域の活性を促す手段であり、これに関する根拠は陽電子放射断層撮影法 (PET) や機能的核磁気撮影法 (fMRI) などの脳イメージング研究によっても証明されている (Jackson ら, 2001)。我々も脳波 Mu リズムを使用し、運動イメージ中の感覚運動皮質活性を確認し、また運動イメージ治療応用に向けての予備的研究を実施してきている。しかしながら、この運動イメージ治療の弱点としては、脳卒中患者にとっては運動実行そのものが障害されているため、自己の運動イメー

ジが生成され難く、リアリティある運動イメージが経験できないことが問題である。

(3) 一方、仮想運動空間を特殊な機器で作成するバーチャルリアリティ治療も近年関心が寄せられている (Teasell ら, 2004)。その一つとして、安価で導入容易な運動治療としてミラーセラピーがある。この治療は、運動をイメージさせるためにバーチャル装置 (ミラーボックス) を用いて視覚的な運動錯覚を生成し、患肢の運動イメージを喚起させるものである。大脳皮質に対する末梢からの感覚入力情報に錯覚情報を加え、患者自身の大脳皮質の活性化をより導き出す治療であると考えられている。



ミラーセラピー

(4) 運動イメージ, ミラーセラピーと同様に, 他者の運動を観察することが運動学習に利用できるという報告もある。見本運動の映像を運動実施前に観察させることで, より効率的な運動学習が可能となることが慢性期脳卒中患者の臨床研究で示されてきている (Ertelt, 2007)。我々も先行研究で運動観察治療用の DVD を作成し, 一部の脳卒中患者における有用性を報告してきた。



運動観察治療用 DVD 例

2. 研究の目的

(1) ミラーセラピー, 運動イメージ, 運動観察中の脳活動を fNIRS で記録し, 脳活動メカニズムを明らかにすることである。

(2) また, それらの介入効果を運動パフォーマンスのレベルからも検討することであ

る。

3. 研究の方法

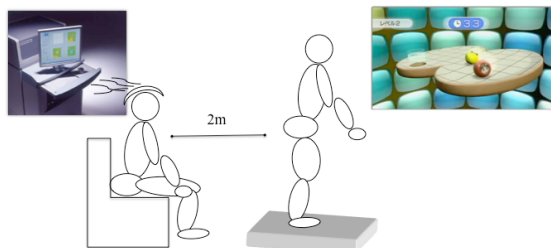
(1) 研究 1: 運動イメージ課題として, メンタルローテーション課題を設定し, 課題実行中の脳活動を fNIRS にて測定した。メンタルローテーションでは, 手の写真を使用し左右手の判別を参加者に求めた。

(2) 研究 2: ミラーセラピー, 運動観察, 身体練習条件における脳活動変化と運動パフォーマンスの変化の関係について検討した。手の巧緻運動を課題として, 各介入をランダムに 30 名の参加者に実施し, その効果を巧緻課題のパフォーマンス成績および fNIRS による脳活動測定の観点から評価した。巧緻運動課題には「ペン回し」を採用した。「ペン回し」とは, 母指, 示指と中指を操作して, 把持したペンの重心を弾き母指を中心に回転させる課題のことであり, 健常者にとっては反復した運動練習によって習得可能な運動スキルである。



ペン回し課題

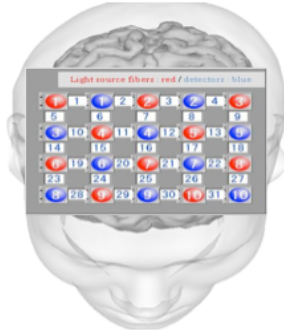
(3) 研究 3: 運動観察治療の臨床的効果および運動観察と運動実行中の脳活動比較について 10 名の参加者で検討した。家庭用ゲーム機器を使用した運動課題を設定し, 参加者には熟練者が実施しているゲーム課題を観察してもらい, その際に fNIRS を使用して脳活動を測定した。その後, 参加者は同様のゲーム課題を実際に実施し, その際の脳活動も併せて測定した。



運動観察条件での fNIRS 測定

(4) 研究 4: 脳卒中患者のミラーセラピーの臨床効果について 4 週間のランダム化比較研究で検討した。

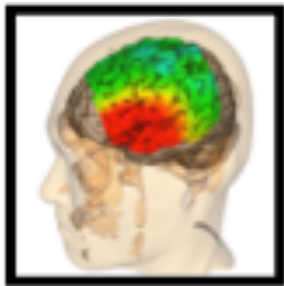
(5) fNIRS の測定には、近赤外線光イメージング装置 FOIRE3000 (島津製作所製) を使用した。測定領域は、運動感覚野領域から運動前野、前頭前野領域を含んだ 31 チャンネルとした。



fNIRS 測定領域

4. 研究成果

(1) 研究 1: 安静コントロール条件と比較して、メンタルローテーション中に運動前野、ブローカ領域に活動増加が観察された。本課題は身体運動を伴わないことから、1 次運動野は活動しなかった。ブローカ領域に関しては、運動シミュレーションに関わるミラーニューロンシステムとしての機能の可能性が示唆された。

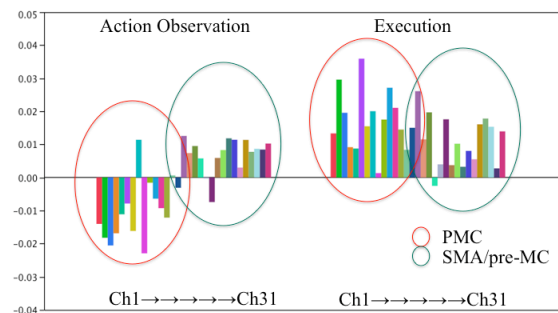


メンタルローテーション時のブローカ領域の活動増加

(2) 研究 2: 身体練習単独実施のグループと比較して、ミラーセラピーグループ、運動観察グループにおいて有意な効率的な運動パフォーマンス向上を認めた。ミラーセラピーによって、パフォーマンス獲得までの期間が短縮された。また、fNIRS 測定からは、ミラーセラピーグループに右運動前野領域の活性増加が観察された。ミラーセラピーが運動プログラムに影響を及ぼすという先行研究の成果と一致した結果を示した。また、この領域は運動イメージの際にも賦活すること

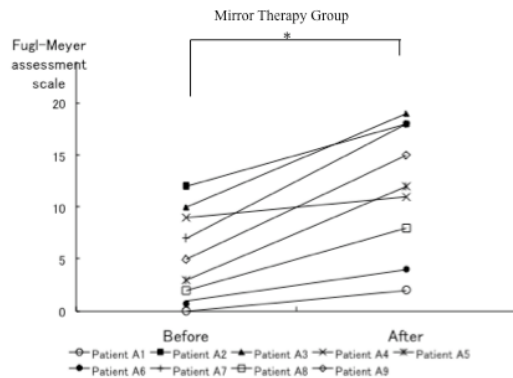
が知られており、ミラーセラピーが運動イメージをより鮮明化させる介入方法であることが推察された。

(3) 研究 3: 熟練者が実施する家庭用ゲーム機器を使用した課題を観察している間、運動前野や補足運動野の領域に両側性に有意な活動増加を認めた。しかしながら、1 次運動野領域での活動増加は認めなかった。一方、参加者自身でゲーム課題を実行している際には、運動前野や補足運動野領域の活動はそのまま維持され、1 次運動野領域の活動増加を示した。このことから、運動観察がすでに運動準備状態を形成するべく、高次運動野を賦活していることが推察された。



運動観察時 (左) と運動実行時 (右) の脳活動

(4) 研究 4: 亜急性期脳卒中者に対するミラーセラピーにより、標準的リハビリテーションを実施したコントロール治療群よりも上肢・手指運動パフォーマンスの有意な改善を示した。ミラーセラピーの臨床的効果が確認され、また実施が容易であることから、より一般化された方法の確立が必須であると考えられる。



ミラーセラピーによる運動パフォーマンス改善効果

(5) ミラーセラピー, 運動イメージ, 運動観察の脳活動メカニズムが明らかとなった。これらの治療は, 従来から考えられてきたように, 運動企画・プログラムに係る運動前野領域を有意に刺激できる治療であることが示唆された。これらの方法を組み合わせた新しいリハビリテーション介入を発展させていく必要がある。

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 5 件)

- (1) 松尾篤: 健常者の手の巧緻パフォーマンス向上に対するミラーセラピーと運動観察治療の効果: コントロール研究. 第 44 回日本理学療法学会大会, 平成 21 年 5 月 30 日, 東京.
- (2) 松尾篤: 運動観察中と運動実行中の脳活動パターンの比較. 第 48 回近畿理学療法学会大会, 平成 20 年 11 月 2 日, 大阪.
- (3) 松尾篤: Mirror therapy accelerates recovery of upper limb movement after stroke: A randomized cross-over trial. 6th World Stroke Congress, 平成 20 年 9 月 24-27 日, ウィーン (オーストリア).
- (4) 松尾篤: Action observation is useful for rehabilitation to the motor deficits after stroke. 第 10 回アジア理学療法学会, 平成 20 年 8 月 30-31 日, 千葉.
- (5) 松尾篤: Mental rotation 課題中の脳血流酸素動態: 道具使用条件による分析. 第 43 回 日本理学療法学会大会, 平成 20 年 5 月 16 日, 福岡.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

松尾 篤 (MATSUO ATSUSHI)

畿央大学・健康科学部理学療法学科・助教
研究者番号: 80368640