

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 20 日現在

機関番号：13601

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2015

課題番号：25861368

研究課題名(和文)慢性疼痛患者における運動イメージ訓練による治療法の確立

研究課題名(英文)The Effect of Visual Information Produced by Mirror Therapy in Patients with Chronic Limb Pain

研究代表者

坂本 明之(SAKAMOTO, Akiyuki)

信州大学・学術研究院医学系(医学部付属病院)・助教

研究者番号：20467187

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：幻肢痛患者を中心に、片側性の慢性痛を有する患者で、患側肢を満足に動かせない患者を対象に、鏡療法(健常肢の動きの反転画像を作成し、患側肢が健常に動いているように錯覚させる治療)を施行した。その際の脳血流の変化を測定し、鏡療法時、患側肢の動きに連動する一次運動野の脳血流が増え、活性化したことが分かった。この方法を繰り返すことで、徐々に除痛が可能となっていくことも確認した。それとは逆に、このような反応を示さない患者に鏡療法を繰り返しても、鎮痛効果を示さないことも併せて示された。鏡療法の作用機序の一部が解明された。

研究成果の概要(英文)：We administered mirror therapy to patients with chronic limb pain included with phantom limb pain. To help patients better image the mirror limb, we established a new method "modified mirror therapy (mMT)", wherein, we recorded a video of the movement of the patient's unaffected limb and reversed the image and corresponded it to the affected limb.

We evaluated the activity of the brain cortex during this movement by analyzing changes in oxygenated hemoglobin (oxyHb) levels by using fNIRS. The channels covered the left and right primary motor cortex. Imaginary movement of the affected limb increased oxyHb over a wide area, including the primary motor cortex. mMT increased oxyHb in the primary motor cortex region corresponding to the affected limb. An increase in oxyHb became confined to the primary motor cortex during imaginary movement of the affected limb without the video after performing mMT. The chronic limb pain reduced repeated mirror therapy.

研究分野：麻酔

キーワード：慢性痛 幻肢痛 鏡療法 NIRS

### 1. 研究開始当初の背景

慢性痛患者の増加がもたらす損益は社会問題となっている。慢性痛の治療法は確立したものが一つとして存在していない。特に薬物療法は、オピオイドを中心とした強い鎮痛薬では、薬物依存症の患者を増加させ、却って医療資源を浪費する可能性がある。よって、薬物療法に頼らず、リハビリテーションを中心とした運動療法により慢性痛を治療することに、近年注目が増してきている。運動療法の中に、鏡療法と呼ばれるものがあり、これは理想的な運動イメージを脳に埋め込むことにより、鎮痛と機能回復を促す治療法である。

### 2. 研究の目的

鏡療法は、健側肢を鏡に映しだし、患側肢が正常に動いている視覚情報を得ることで、脳を活性化し、後の鎮痛効果を期待する治療法であるが、正確な作用機序はわかっていない。鏡療法の効果を前向きに観察し、Near infrared Spectroscopy (NIRS) をもちいて脳の運動野が鏡療法で活性化する部分を解析した。鏡療法は副作用が存在せず、非侵襲的であるため、慢性痛に対する評価が得られれば、慢性痛を有する患者に極めて朗報である。

### 3. 研究の方法

片側四肢の慢性痛患者に、鏡療法が効果を発揮するかどうかを NIRS を用いて検討した。鏡療法は、健常肢を撮影し、反転画像を形成することで得られる動画を鏡の代わりに用い、modified mirror therapy: mMT として施行した(図1)。この方法は、患肢のイメージがしやすいなどの利点があり、持ち帰り自宅で練習を続けさせることもできる。一次運動野の活性や NRS などを主に評価ポイントとした。

更に、mMT が効果を発揮する見込みの高い疾患群に絞りこみ調査を行った。NIRS 測定(図2)や NRS だけでなく、慢性痛患者で

しばしば遭遇する性格や環境、インテリジェンスなども評価項目に絡め、mMT が正当かどうかを検討した。

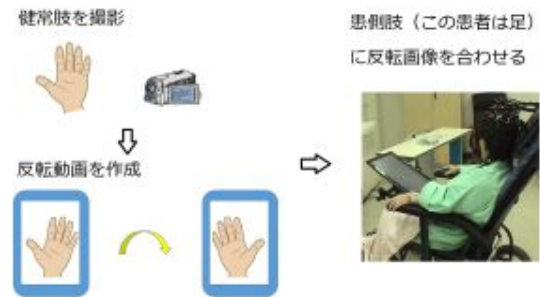


図1 modified mirror therapy

反転動画を作成し、21型モニターに映し出している。患者の頭部にはNIRS測定のためのプローベとヘッドギアが装着されている。

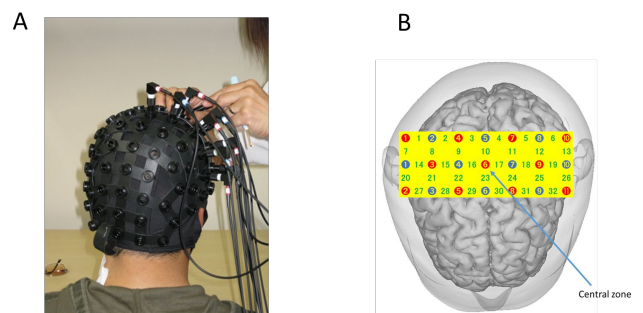


図2 NIRS 測定

A: ヘッドギアと測定のためのプローベを装着しているところ。

B: 11個の送光プローベ(赤)と10個の受光プローベ(青)の、計21個の測定プローベを用いる。送光、受光プローベ間に作られる32の領域で脳血流の評価が可能となる。Central zoneを中心に、一次運動野と体性感覚野をカバーしている。

また、神経ブロックの併用が、鏡療法時の脳血流に変化をもたらすかどうかを検討した。鏡療法施行前に、運動神経麻痺を来さない程度の神経ブロック(脊髄刺激療法による電気刺激も含む)を施行し、痛みを軽減したうえで鏡療法を施行した。

#### 4. 研究成果

(1) ボランティアより NIRS が運動による脳血流の増加を正しくとらえられるかどうかを検討した。すべて右手の運動を 5 名のボランティアに施行した。図 3 に典型症例を示す。運動時 (図 3 A) も、mMT 時 (B) も一次運動野の血流増加をとらえることができた。更に、mMT を用いてイメージトレーニングを 10 分間繰り返した後、反転画像なしで運動をイメージした時 (C) も、等しく一次運動野に脳血流の増加 (一次運動野の活性化) をとらえることができた。図 4 には、ボランティア (n = 5) の一次運動野 (図 2 B における 24 チャンネル) における血流増加の平均値を示す。運動時も mMT 時も運動イメージ時も同様に血流増加を認めた。

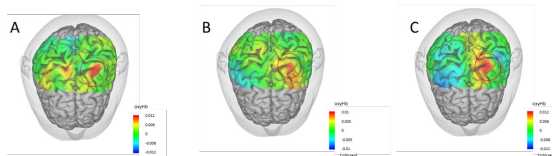


図 3 ボランティアにおける一次運動野の脳血流の変化  
A: 右手運動時 B: 右手運動映像を見ているとき (mMT) C: 右手運動を想像するとき

いずれも赤丸部分において赤に近い色になるほど有意な血流増加がおこっていることを示す。

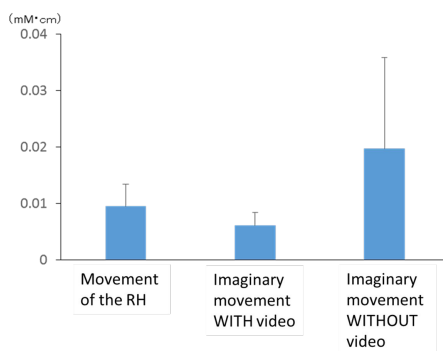


図 4 一次運動野 (図 2 B における 24 チャンネル) での血流増加の平均。

運動時も mMT 時も運動イメージ時も同様に血流増加を認めた。

(2) 慢性痛患者において同様の研究を施行した。図 5 に典型症例を示す。慢性痛患者では、患側肢の実際の運動による血流増加は乏しく曖昧であった (図 5 A)。しかし、治療に奏功する患者は、mMT により一次運動野の良好な脳血流を獲得し (B)、その後運動を行うことで良好な一次運動野の血流増加を認めた (C)。図 6 には治療に奏功した慢性痛患者 5 例における、一次運動野の脳血流上昇の平均値を示す。

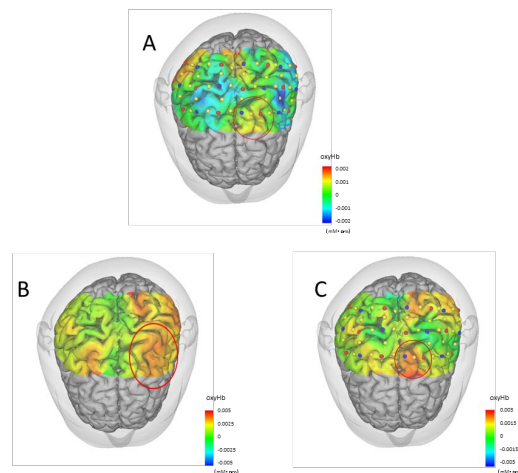


図 5 慢性痛患者における一次運動野の脳血流の変化  
A: 治療前の慢性痛患者の右上肢 (疼痛側) の運動時 B: mMT 施行時 C: mMT 施行後

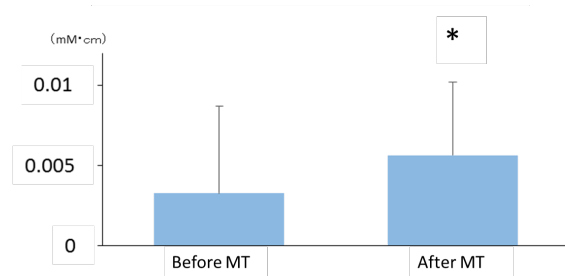


図 6 一次運動野の血流増加

mMT 施行前と施行後 (治療後) における血流増加の平均 (n = 5)。施行前後の血流増加に有意差を認めた (p < 0.05)。

8 症例のうち、5 症例で疼痛の改善を認めた。また、改善を認めなかった 3 例のうち、2 例で上述のごとき血流増加を認めなかった。症例が少ないため、術前の性格や環境因子の

影響は不明であった。

(3)運動イメージングが、神経ブロック療法を併用することで向上するかどうか検討した。運動イメージングが、向上するという変化は認められなかった。異なった点は、施行前のNRSの値が低かったことと、患者満足度が有意に高かったという点であった。施行前に除痛を施すことで、研究に集中できるという効果はあったのかもしれない。施行後のNRSに2群間で大きな変化はなく、神経ブロックの併用と脳イメージング向上には、関連があるとは言えなかった。

#### 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)

[学会発表](計 4件)

Sakamoto A, Sugiyama D, Tanaka S, Kawamata, M.

The effect of visual information produced by modified mirror therapy in patients with phantom limb pain. 2015.10.17~21 Chicago, US

Sakamoto A, Sugiyama D, Tanaka S, Kawamata, M. Effect of mirror therapy on the primary motor cortex: Using fNIRS. American society of anesthesia 2014.10.11~15 New Orleans, US

坂本明之, 杉山大介, 田中聡, 川真田樹人. 視覚情報が脳の一次運動野に与える影響. 日本ペインクリニック学会 2014.7.24~26 東京

坂本明之, 田中聡, 平林高暢, 田中稔幸, 杉山大介, 長谷川丈, 川股知之, 川真田樹人. 幻肢痛患者の一次運動野の活動性に対する鏡療法の効果. 日本ペインクリニック学会 2013.7.13~15 埼玉

#### 6. 研究組織

(1)研究代表者

坂本 明之 (SAKAMOTO, Akiyuki)

信州大学・学術研究院医学系(医学部付属病院)・助教

研究者番号: 20467187

(2)研究分担者

( )

研究者番号:

(3)連携研究者

( )

研究者番号: