

吉備国際大学研究紀要
(医療・自然科学系)
第25号, 61-66, 2015

脳卒中後遺症に視覚イメージを加えながら行った運動療法の経験

中角 祐治・佐野 裕和*・川上浩一郎*
西岡 清隆*・中島 均*・花本 和美**

Physical training with visual imagery in patients with sequelae after stroke

Yuji Nakazumi, Hirokazu Sano*, Kouichirou Kawakami*, Kiyotaka Nishioka*, Hitoshi Nakashima*, Kazumi Hanamoto**

Abstract

We combined physical training with visual imagery to achieve recovery from paresis in patients experiencing sequelae after stroke. We applied electrical stimulation to 5 muscles, which caused alternating extension and flexion of the wrist and fingers. During this procedure, patients instructed to achieve the same movement as they observed when watching their moving hands. We also used mirror therapy, to reflect the unaffected side onto the affected (paralyzed) side. Patients then tried to move their affected hands according to the visual image of their unaffected side. After 8 sessions of electrical stimulation therapy, spasticity was decreased with the amplitude of the H reflex.

These findings suggest facilitation of reciprocal Ia inhibition. During mirror therapy, the amplitude of the F wave was increased. This suggests the suppression of recurrent inhibition of the spinal motor neuron. Muscle reaction time became shorter during imagery. Visual imaging might be useful in physical training for a sequela after stroke.

Key words : Physical training, Brain attack, spasticity, visual imaging

キーワード : 運動療法、脳卒中後遺症、痙縮、視覚イメージ

吉備国際大学保健医療福祉学部
〒716-8508 岡山県高梁市伊賀町8
Kibi International University
8, Iga-machi Takahashi, Okayama, Japan (716-8508)

井原市立井原市民病院 *リハビリテーション科, **看護部
〒715-0019 岡山県井原市井原町 1186
Ibara City Hospital
1186, Ibara-cho Ibara, Okayama, Japan (715-0019)

はじめに

脳卒中後遺症の改善を望む方が多数存在し、様々な治療法が行われている。それらについての有用性は、脳卒中治療ガイドライン¹⁾に示されている。

著者も筋・腱の手術、神経ブロック²⁾を含めた薬物療法、運動療法を行ってきた。その中で、麻痺手が動きを再獲得したかのように錯覚する視覚イメージを用いながら2種類の運動療法を行ったので報告する。

1つめの方法は、電気刺激療法である。NESS H200 ハンドシステム(図1)を用い、手関節と手指の伸筋群・屈筋群と拇指球筋に経皮的に電気刺激を加えて、手関節と手指の交互動作を誘発した。この電気刺激を約5秒間隔で10分間反復し、その動きを眼でよく見て、動きに合わせて、なるべく同様の随意収縮を企図していただいた。

図1；今回用いた電気刺激装置



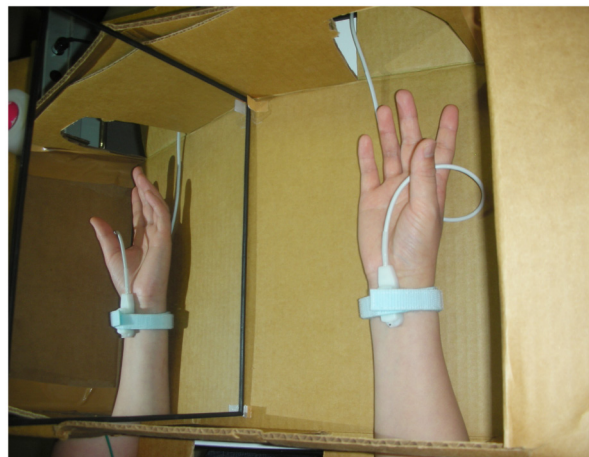
前腕の伸筋群・屈筋群と拇指球の5か所に電極が設置されていて、手関節と手指の屈伸などを誘発できるようになっている。

2つめの方法は、ミラー療法³⁾である。図2のようなミラーボックスの中に両手を入れていただき、非麻痺側の手を麻痺手に重なるように鏡に映し、非麻痺手を動かすことで、視覚的に麻痺手が動いているような錯

覚を誘発しながら、運動企図を行っていただいた。

具体的には、非麻痺手の拇指尖を示指、中指、環指、小指の指腹に1Hzで順に合わせるという運動を8セット行い、次に拇指を示指、環指、中指、小指の順に合わせる運動を8セット行った。

図2；今回用いたミラーボックス



箱の中に両手を入れて、間に設置された鏡に非麻痺手を麻痺手の位置に重ね合わせるようにする。

後述する反応時間測定用の電極が設置されている。

これらの治療に際して、痙縮の指標である Modified Ashworth Scale (MAS)⁴⁾(表1)と橈側手根屈筋のH反射、短拇指外転筋のF波をKimuraの方法⁵⁾に従い記録した。また、中村の方法⁶⁾で反応時間も記録した。

表1；修正アシュワーススケール

- | |
|--|
| <p>0：筋緊張に増加なし</p> <p>1：軽度の筋緊張の増加あり。屈伸にて、引っかかりと消失、あるいは可動域終わりに若干の抵抗あり</p> <p>1+：軽度の筋緊張あり。引っかかりが明らかで可動域の1/2以下の範囲で若干の抵抗がある。</p> <p>2：筋緊張の増加がほぼ全可動域を通して認められるが、容易に動かすことができる。</p> <p>3：かなりの筋緊張の増加があり、他動運動は困難である。</p> <p>4：固まっていて、屈曲あるいは伸展ができない。</p> |
|--|

H 反射は、M 波が誘発される閾値の強さで導出した。これは、 α 運動神経の興奮閾値の強さで、より閾値の低い筋紡錘からの感覚神経のみを興奮させる設定であり、グループ Ia 線維が興奮する量をほぼ一定化できる。F 波は、刺激強度をそれ以上増しても M 波の振幅がそれ以上大きくならない強度の 2 割増しで記録した。これで、すべての I 群線維が脱分極していることになる。そして、F 波は刺激の度に波形が変わるので、16 回記録し、それらの平均振幅を求め、M 波の振幅に対するパーセントを計算し、F/M 振幅比とした。

反応時間の測定は、図 2 に示すように、非麻痺側の正中神経上に設置した電極を用いて、電気刺激を感じたらなるべく早く、麻痺側の拇指を動かすという設定で測定した。そして、電気刺激で非麻痺側の拇指が動くのを鏡に映しだし、あたかも麻痺側が動いているような錯視を作っている時と、直接非麻痺手が動くのを見る時に測定した。この時、電気刺激により拇指が動いているという視覚情報が後頭葉に達するのは、電気刺激による体性感覚が頭頂葉に達した後で、脳内で、麻痺手を動かすための情報処理が行われている最中になる。

なお、上記の治療と神経生理検査は、井原市民病院倫理委員会の承認のもとに行った。

症例 1 70 才 女性

2011 年 5 月に右被殻出血を発症。その後 24 か月経過していた時点で、それまでの理学・作業療法に加えて、前述の電気刺激治療を追加した。

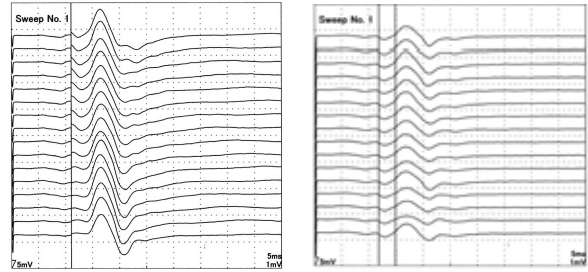
この時点で、左手指の自動屈伸がゆっくりと可能であり、1+であった。握力は、水銀柱の血圧計を用いて測定した所 64 mm Hg であった。

8 回の電気刺激療法後は、握力が 94 mm Hg となり、MAS は 1 となった。自覚的にも歩行時に左手が石のように固く握っていたのが、柔らかくなったとおっしゃっていた。

図 3 に左橈側手根屈筋の H 反射を示す。治療後に振

幅が低下していて、伸張反射の減弱が推定される。

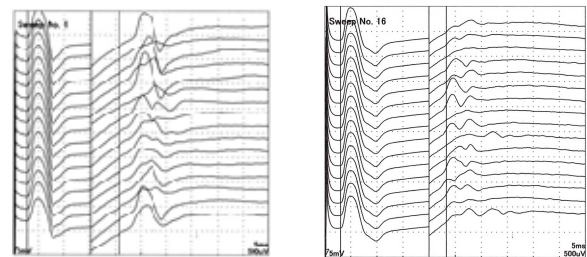
図 3 ; 症例 1 の左橈側手根屈筋の H 反射



電気刺激治療前の波形 8 回の治療後の波形
 振幅は、0.8mV 振幅は、0.3mV

図 4 に短拇指外転筋の F 波を示す。本例では、治療前に高振幅であった F 波が、治療後に低下している。

図 4 ; 症例 1 の左短拇指外転筋の F 波



電気刺激治療前の波形 8 回の治療後の波形
 F/M 振幅比は、6.8% F/M 振幅比は、4.2%

症例 2 70 才 男性

2012 年 6 月に左視床出血を発症、当初、日本昏睡スケールで 10 の意識障害を呈し、保存的に治療された。

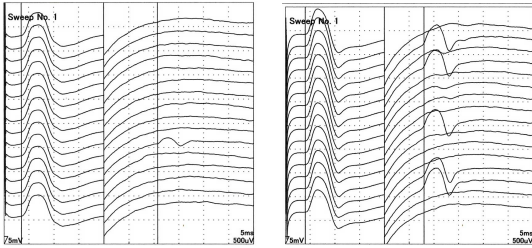
発症後 12 か月の時点で、短下肢装具を用いて歩行が安定していた。それまでの理学・作業療法に加えて、前述の電気刺激療法を行った。

電気刺激療法開始前は、右手の MSA が 3 の状態で、右中指の指尖手掌距離が、他動的に 30 mm であり、手掌を布で拭うことに困難を伴っていた。そして、握力の測定ができなかった。8 回の電気刺激療法後は、MSA が 2 となり、他動的な手指手掌距離が 80 mm となった。握

力は血圧計を用いて 72 mm Hg であった。

図 5 に右短母指外転筋 F 波を示す。本例では、治療開始前に F 波がほとんど誘発されていなかったが、治療後に誘発されやすくなっている。但し、同じ運動単位が繰り返し、F 波を産生していることが解る。

図 5 ; 症例 2 の右短母指外転筋の F 波



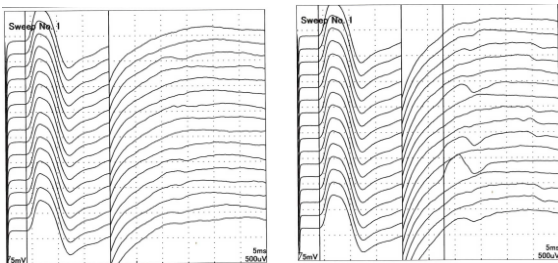
電気刺激治療前の波形 F/M 振幅比は、0.1%
 8 回の治療後の波形 F/M 振幅比は、3.9%

電気刺激治療を終了して 9 か月が経過した 2014 年 6 月の時点では、他動的な手指の伸展障害は無くなっていて、自動的な手指の屈曲も見られていた。この時期から、通常の理学・作業療法に加えて、ミラー療法を追加した。

8 回の治療後、握力が 118 mm Hg に増加していて、MSA は 2 のままであるが、自覚的に手指の固さが軽減しているとおっしゃっている。

図 6 にミラー療法中に記録した短母指外転筋の F 波を示す。F 波が誘発されやすくなっている。

図 6 ; 症例 2 の右短母指外転筋の F 波



ミラー療法前の波形 F/M 振幅比は、0.6%
 ミラー療法中の波形 F/M 振幅比は、2.0%

症例 3 61 才 女性

2012 年 1 月に左内包後脚部の小梗塞を生じた。

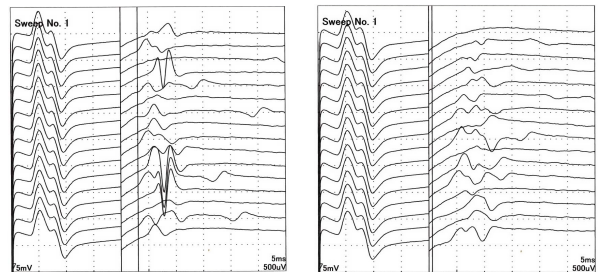
発症後 6 か月の時点で、軽度の麻痺を残していた。それまでの理学・作業療法に加えて、電気刺激療法を行った。8 回の治療前後で、MSA は 1 のままであり、握力も 12.4Kg が 13.1Kg になっただけであった。右手で固いかぼちやを包丁で切ることも可能になっていたが、しびれ感と巧緻動作に困難を残していた。

右短母指外転筋の F/M 振幅比は、治療前に 5.9%であったものが、治療後に 3.2%となっていた。

引き続き行っていた理学療法に加えて、2014 年 8 月からミラー療法を施行した。8 回の治療後、しびれ感是不変だが、自覚的に巧緻動作がしやすくなっている。

図 7 に右短母指外転筋 F 波を示す。本例では安静時の F 波が高振幅であった。そして、非麻痺手を随意的に動かし、鏡の上に麻痺手に重ね合わせて、錯視を作り出すことにより F 波が抑制されている。

図 7 ; 症例 3 の右短母指外転筋の F 波



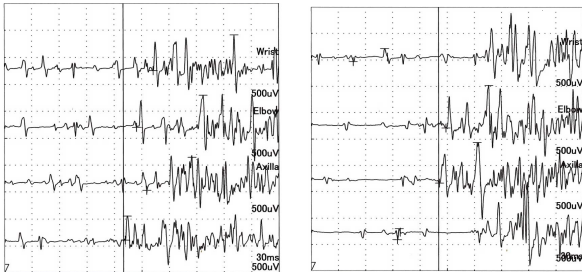
鏡を見ていない時の波形 F/M 振幅比は、5.5%
 鏡を見ている時の波形 F/M 振幅比は、3.9%

本例では、左正中神経への電気刺激を合図として右母指をなるべく早く動かすという設定で右短母指外転筋の複合筋活動電位を記録した。そして、電気刺激後に最も早く出現した複合筋活動電位の立ち上がり潜時を測定して、反応時間とした。

その時の波形を図 8 に示す。電気刺激により非麻痺側の母指が動くことを直接見ている時よりも、鏡の上に麻痺手と重ね合わせて錯視を作ったほうが、より早

く麻痺拇指を動かしていた。但し、本例では、反応時間の測定という運動準備状態では、何度も脱力するように促しても、不随意的な筋放電を止めることができなかった。そして、この不随意的な筋活動は、同じ運動単位が繰り返し興奮していることがわかる。

図 8 ; 症例 3 の右短母指外転筋の複合筋活動電位



鏡に映った指を見ている
反応時間は、平均 143ms

直接左指を見ている
反応時間は、平均 165ms

考察

今回行った電気刺激療法を、提示した 3 症例を含めて 10 例に行い、8 回の治療後の結果を検定⁷⁾したところ、握力の増大と痙縮の軽減を認めている。また、H 反射の振幅減少も認めていて、脳卒中後遺症者で指摘されている相反抑制の機能不全⁸⁾が、視覚イメージを用いながら運動を繰り返すことで、改善したのではないかと考えている。

そして、同様の電気刺激で、痙縮が改善したという報告⁹⁾もみられる。

今回の電気刺激療法では、目からの情報だけでなく、筋が収縮することで、筋紡錘やゴルジ腱器官などの固有感覚受容器からの入力も中枢神経に入っている。そして、視覚と固有感覚に合わせて、随意運動を企図することで、麻痺の改善と痙縮の軽減がもたらされたと考えられる。

この電気刺激療法は、1 回 20 分以内に行え、高齢者や心肺機能が低下している患者にも行える。副作用は、一過性の頭痛を訴えた方が 2 名いたのみである。

痙縮例では、通常 F 波が高振幅化する¹⁰⁾が、痙縮が重度であった症例 2 では、電気刺激療法前に F 波がほとんど誘発されていない。これは、筋緊張の亢進を軽減するため反回抑制が強く働いていると推定¹¹⁾される。電気刺激療法や視覚イメージを用いた運動療法を行うことで、痙縮が軽減し、反回抑制が緩んだため、F 波が誘発されやすくなったと考えている。

逆に安静時に F 波が高振幅であった例では、電気刺激療法とミラー療法ともに、F 波が低振幅化していた。これは、反回抑制が促進されて、痙縮が軽減したと考えられる。

視覚イメージを用いた運動療法は、脊髄前角細胞の興奮性が増大している場合減弱させ、減弱している時に促進すると考えられる。その機序として、ミラー療法では、半球間抑制¹²⁾が変化する可能性もある。

従来の治療を対照群とした解析で、ミラー療法を追加した群で、運動機能が改善したという報告¹³⁾がある。

最初にミラー療法が行われたのは、幻肢痛に対する治療であり、脳卒中後の反射性交感性ジストロフィーにも有効という報告¹⁴⁾がある。症例 3 には、その可能性も含めて説明して治療を開始した。

その他、ミラー療法で反応時間が短縮するという報告^{15,16)}がある。我々の経験¹⁷⁾として、健常者に症例 3 に行った方法で反応時間を測定したところ、電気刺激で拇指が動くのを直接見ている時よりも、ミラー上で拇指が動くのを見ている時のほうが、反応時間が有意に短縮していた。

提示した症例以外でも、脳塞栓後遺症の方で、握力が 31 kg もあるのに車の運転に際して素早い動きができないという訴えの方に対して、ミラー療法を行っている。この方も、麻痺手をミラーボックスに入れて見えなくすることで、反応時間の測定ができなくなるくらい、運動開始の時期を制御できなくなっていた。

今後とも、視覚イメージを加えながら運動療法を行い、後遺症に悩む方々の機能改善を図って行きたい。

謝辞；本研究に対する井原市民病院の田中優美
医師事務補助者の貢献に感謝しています。

引用文献

- 1) 日本脳卒中学会；脳卒中治療ガイドライン. <http://www.jsts.gr.jp/jss08.html> 2009
- 2) 中角祐治：痙縮にたいする神経ブロック. 理学診療 7：31-36、1996
- 3) Ramachandran VS, Ramachandran DC et al: Touching the phantom. Nature 377: 489-490, 1995
- 4) Ashworth B; Preliminary trail of carisoprodal in multiple sclerosis. Practitioner 192: 540-542, 1964
- 5) Kimura J: Electrodiagnosis in diseases of nerve and muscle. FA Davis, 353-356, 1983
- 6) 中村隆一：筋電図反応時間による運動発現の検討. 臨床脳波. 30：556-559, 1988
- 7) 青木貴嗣、小寺勝 他：痙縮手に対する電気刺激治療の経験. 吉備国際大学作業療法学科卒業論文集 15:35-40, 2012
- 8) Bhagchandani N, Schindler-Ivens S: Reciprocal inhibition post-stroke is related to reflex activity and movement ability. Clinical Neurophysiology 75:210-217, 2012
- 9) King TI II: The effect of neuromuscular electrical stimulation in reducing tone. American Journal of Occupational Therapy 50: 62-64, 1996
- 10) Nakazumi Y, Watanabe Y: F-wave elicited during voluntary contraction: As a monitor of upper motor neuron disorder. Electromyography and clinical neurophysiology 35:631-636, 1992
- 11) Nakazumi Y, Masa K et al: Recurrent inhibition in patients with spasticity: Renshaw cell changes its excitability according to the afferent input from the proprioceptive organs. IRMA VIII. Monduzzi Editore 877-881, 1997
- 12) 藤原俊之 補永薫:脳卒中患者における皮質内抑制、半球間抑制. リハビリテーション医学 48:165-169, 2011
- 13) 平上尚吾、井上優 他：脳卒中片麻痺患者の手指運動機能障害に対するミラーセラピーの効果. 理学療法学、39：330-337, 2012
- 14) Lorimer Moseley, Alberto GallaceIs et al: Mirror therapy all it is cracked up to be? Current evidence and future directions. Pain 138:7-10, 2008
- 15) Wu CY, Huang PC et al: Effect of mirror therapy on motor and sensory recovery in chronic stroke: a randomized control trail. Archives Physical Medicine and Rehabilitation 94:1023-1030, 2013
- 16) 松尾篤 庄本康治 他：鏡治療による上肢筋活動の即時的変化—シングルケースデザインによる検討—. 理学療法学 32：368-373, 2005
- 17) 斎藤一輝 板野由弥 他：ミラー療法の作用機序について、反応時間からの考察. 吉備国際大学作業療法学科卒業論文集 (2014年度 掲載予定)