

□ 実践報告

心電計を用いた上肢訓練のための 筋電 biofeedback の新しい方法

泉 良太*¹ 佐野 哲也*² 小河内寛子*² 山内 克哉*² 美津島 隆*²

要旨：今回、我々は心電計を用いて骨格筋の活動電位に基づく biofeedback (以下、BF) を行い、十分な BF の効果が得られた。心電計を用いた BF は、筋電計を用いた場合に比べ感度は若干低下し (心電計は筋電図および基線動揺などの除去のためのフィルタ設定があり、検出対象の信号の大きさが異なるため {EMG : 0.01~10mV, ECG : 1mV 程度}), 視覚のみの feedback となるが、病院には常備されており操作法も簡便である。今回、腕神経叢損傷患者、肘関節術後患者、ジストニア患者に対し、心電計を用いて BF を行い、ほぼ満足できる結果が得られたので報告する。

作業療法 27 : 411~415, 2008

Key Words : Biofeedback, 筋力, (心電計)

はじめに

Biofeedback (以下、BF) は、通常では認識困難である生体内生理現象を視覚や聴覚など

の感知できる知覚信号に変換し、随意的に制御困難な現象をその知覚信号に基づいてコントロールするテクニックである。

一般的に、BF では表面電極や針電極を使った EMG-BF が用いられる¹⁾。中でも表面筋電図は臨床の場で広く用いられているが^{2,3)}、筋電計自体比較的高価な医療機器であり、全ての病院、訓練室にあるとは限らない。一方、心電計モニターは、病院の病棟や外来で頻繁に使用され操作法も簡便である。過去の文献で、心電計を用いた BF 法に関して我々が渉猟しえた範囲では同様な報告は見られなかった。そこで我々は、心電計モニターを用いた BF 法を考案し、臨床応用したところ十分な効果が得られたので紹介する。

対 象

1. 症例 1

腕神経叢損傷に対して肋間神経を筋皮神経に

2007年6月8日受付, 2007年12月17日受理
Effectiveness of a new method of electromyographic biofeedback on upper extremity exercise: A comparison with electrocardiography

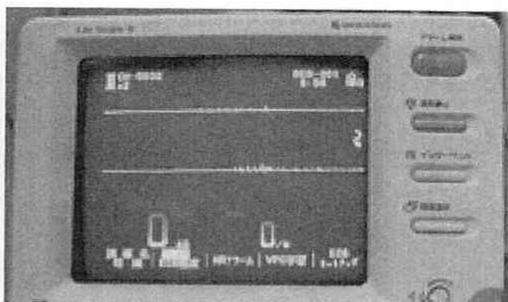
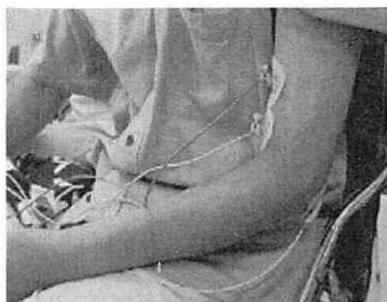
*¹ 新潟医療福祉大学医療技術学部作業療法学科 (前所属: 浜松医科大学医学部附属病院リハビリテーション科)

Ryota Izumi, OTR: Department of Occupational Therapy, School of Health Sciences, Niigata University of Health and Welfare (Former place: Department of Rehabilitation, Hamamatsu University School of Medicine)

*² 浜松医科大学医学部附属病院リハビリテーション科

Tetsuya Sano, OTR, Hiroko Shoukouchi, OTR, Katsuya Yamauchi, MD, PhD, Takashi Mizushima, MD, PhD: Department of Rehabilitation, Hamamatsu University School of Medicine

安静時



筋収縮時

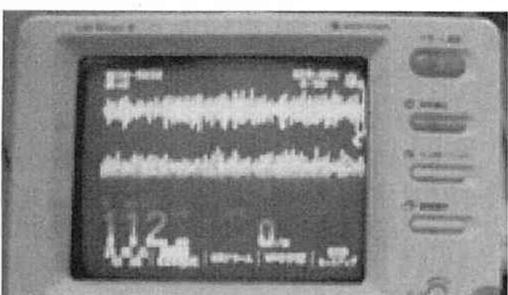
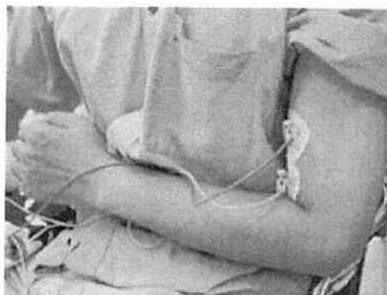


図1 実際の使用方法と心電計筋電図

移行し、自主訓練では上腕二頭筋筋力の向上がみられなかった症例（1ヵ月入院して訓練を行った）。

2. 症例2

肘関節脱臼骨折後の肘関節可動域制限に対して関節授動術後、肘関節伸展時に上腕三頭筋の収縮が弱かったため、自動での肘関節伸展訓練が困難であった症例。

3. 症例3

ジストニアにより、同時収縮のため手指伸展が困難であり、物体把持が困難であった症例。

方 法

心電計は一般的に心電計として販売されるものとし、視覚 feedback が可能なモニター付きのものとする。心電計はベッドサイドモニター；日本光電 Life scope8 BSM-7201 を使用した。電極は BF の対象筋の筋腹上に＋、一極を置き、骨突出部位にアースを設置して行った。図に実際の使用方法と心電計筋電図を示す（図1）。

症例1は肘屈曲訓練を目的に上腕二頭筋筋腹、症例2は肘伸展訓練を目的に上腕三頭筋筋腹、症例3は手指伸展時における手指屈筋群の同時収縮軽減目的に前腕近位部の手指屈筋群に各々電極を設置した。また、筋電信号を選択的に提示するためには、電極間距離を短くして、隣接する筋からの筋電の混入を防ぐ必要がある（症例1, 2）。一方、弛緩訓練ではむしろ広範囲の筋電をとらえるために、電極間距離を長くとする（症例3）⁴⁾。

訓練方法は通常筋電計 BF と同様にモニターの振幅の feedback により、筋収縮を確認しながら行う。

症例1, 2に対しては振幅が増加するように、また、できるだけ長時間収縮し続けるように指導した。症例3に対しては振幅が低下するように、また、できるだけ長時間収縮しないように指導した。入院期間中は休日を除き毎日 BF 訓練を行い、1回の訓練時間は約40分とした。筋放電（振幅）の目標は健側の振幅レベルに設定した。

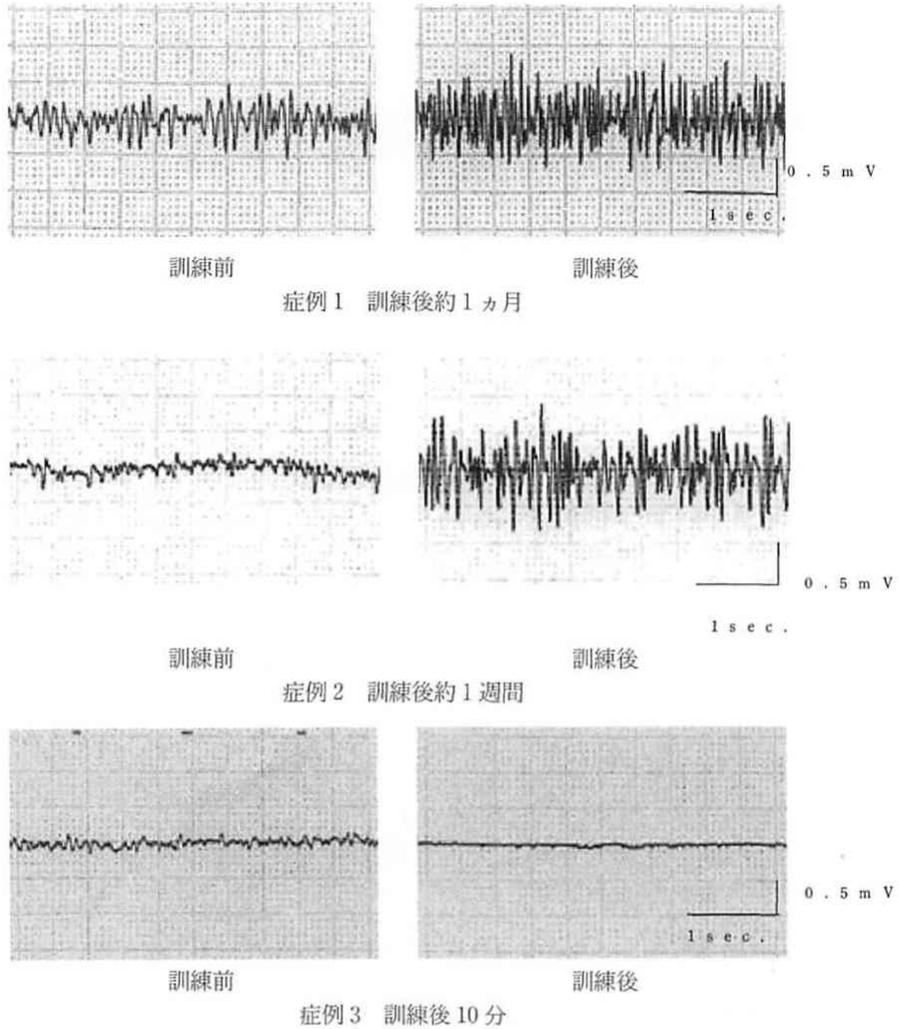


図 2 訓練前後の筋電図波計

結 果

症例 1 では約 1 ヶ月の訓練後、図 2 のように上腕二頭筋の振幅が増加した。徒手筋力テストも 2 から 3+ へと向上した。

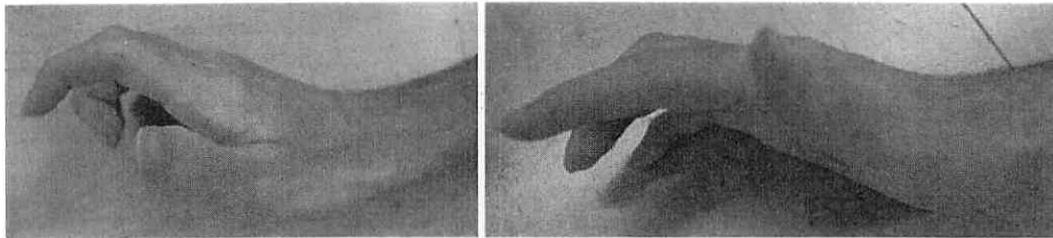
症例 2 では BF 前は肘関節屈曲 125° 、伸展 -45° であった。約 1 週間の BF 後には、図 2 のように上腕三頭筋の振幅が増加した。肘関節伸展 -30° と可動域も改善した。

症例 3 では 10 分の訓練で、図 2 のように振幅が低下し、手指屈筋群の同時収縮が軽減し、

手指の伸展が可能 (図 3) となり、物体把持が可能となった。

考 察

一般的に BF では表面電極や針電極を使った EMG-BF が用いられる。BF を行う場合、positive feedback⁵⁾ (麻痺筋、萎縮筋の収縮を増強すると)、negative feedback⁶⁾ (過度に緊張している筋の随意的弛緩を行う) の 2 つの場合がある。適応についても筋の随意収縮が不能であった外傷性肘関節拘縮に対して、関節授動



手指伸展 BF前

手指伸展 BF後

図3 症例3での実際の動き

術後にEMG-BF療法を行い、筋力の回復と共に関節可動域が改善した症例⁷⁾や、他にhand dystonia患者に対してEMG-BFを行い良好な成績を得た症例⁹⁾などの報告がある。今回、同様な症例に対して本法によるBFを施行し、いずれも筋電計によるBFと同様の効果があった。しかも、心電計は通常、病院に常備されており、操作法も筋電計に比べて簡便、ノイズの影響を受けにくいなどの長所もある。もっとも、本来の目的でない利用方法であるため、当然のことながら、表面筋電計に比べてもやや感度が落ちる(検出対象の信号の大きさ{EMG:0.01~10mV, ECG:1mV程度}, 周波数特性{EMG:20Hz~5kHz, ECG:0.4~40Hz})⁹⁾、BF用の筋電計は視覚、聴覚でのfeedbackとなるが、心電計では視覚を通じてのみのfeedbackとなるなどが、短所といえるところである。しかしながら上記の3症例では十分feedback機能を果たすことができ、実用性に供する成果が得られた。筋の再教育訓練に心電計を用いたBFを行うことは一考に値すると思われる。

文 献

- 1) 木村彰男：表面筋電図とリハビリテーション医学，総合リハ 27：1001-1003，1999.
- 2) Brucker BS, Bulaeva NV: Biofeedback effect on electromyography responses in patients with spinal cord injury. Arch Phys Med Rehabil 77: 133-137, 1996.
- 3) 才藤栄一，金田嘉清，岡田 誠，高橋 修：表面筋電図による筋力測定，総合リハ 24：423-430，1996.
- 4) 長谷公隆：リハビリテーション技術バイオフィードバック療法，臨床リハ 12：68-69，2003.
- 5) Marinacci AA, Horande M: Electromyogram in neuromuscular re-education. Bull Los Angel Neuro Soc 25: 57-71, 1960.
- 6) Budzynski TH, Stoyva JM: An instrument for producing deep muscle relaxation by means of analog information feedback. J Appl Behav Anal 2: 231-237, 1969.
- 7) 鈴木克待，山田光子，田中 徹：外傷性肘関節拘縮・授動術後の筋電図バイオフィードバック療法，骨折 21：538-541，1999.
- 8) Deepak KK, Behavi M: Specific muscle EMG biofeedback for hand dystonia. Appl Psychophysiol Biofeedback 24: 267-280, 1999.
- 9) 木村 淳：誘発電位と筋電図—理論と応用，医学書院，東京，1990.

1) 木村彰男：表面筋電図とリハビリテーション

Effectiveness of a new method of electromyographic biofeedback on upper extremity exercise:
A comparison with electrocardiography

By

Ryota Izumi*¹ Tetsuya Sano*² Hiroko Shyoukouchi*²
Katsuya Yamauchi*² Takashi Mizushima*²

From

*¹Department of Occupational Therapy, School of Health Sciences,
Niigata University of Health and Welfare

(Former place ; Department of Rehabilitation, Hamamatsu University School of Medicine)

*²Department of Rehabilitation, Hamamatsu University School of Medicine

This study investigates the effectiveness of using electrocardiographs for biofeedback (BF) after elbow joint surgery in patients with brachial plexus injuries and dystonia. We examined the usefulness in rehabilitation of the new method of electromyographic BF by comparison with electrocardiography. We found that the limitations of BF by using electrocardiography as compared with electromyography are 1) lower sensitivity, and 2) a limitation to only visual BF. The advantages of electrocardiography include the prevalence of electrocardiographs in almost every hospital over electromyographs, and its ease of operation.

Key words: Biofeedback, Muscle strength, Electrocardiograph