



等尺性筋力増強訓練におけるBiofeedback効果 -従来の訓練とEMGおよび筋力Biofeedback訓練との訓練効果の比較

武政, 誠一 ; 嶋田, 智明 ; 武部, 恭一 ; 宮本, 真美 ; 平山, 敦子 ; 西村, 知子

(Citation)

神戸大学医療技術短期大学部紀要, 8:97-101

(Issue Date)

1992

(Resource Type)

departmental bulletin paper

(Version)

Version of Record

(JaLCD0I)

<https://doi.org/10.24546/80070198>

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/80070198>



等尺性筋力増強訓練における Biofeedback 効果

—従来の訓練とEMGおよび筋力 Biofeedback 訓練との訓練効果の比較—

武 政 誠¹, 嶋 田 智 明¹, 武 部 恭 一²,
宮 本 真 美², 平 山 敦 子², 西 村 知 子²

緒 言

1953年に Hettinger ら¹⁾によって, 等尺性運動による筋力増強訓練の有効性が報告されて以来, 筋力増強訓練には等尺性筋力増強訓練が最もよく用いられるようになった。しかし, 等尺性収縮では関節運動を伴わないので, 筋の行う仕事量をコントロールすることが困難である。

近年, 等尺性筋力増強訓練において発揮される筋活動電位を視聴覚に feedback させる(以下EBFと言う)訓練と, 筋収縮力そのものを視聴覚にフィードバックさせる(以下MBFと言う)訓練方法, すなわち関節運動を伴わないで発揮される筋の行う仕事量をコントロールすることが可能な等尺性筋力増強訓練法が行われるようになってきた。しかし, その有効性に関する報告は少ない^{2, 3)}。

そこで今回我々は, 従来から筋力増強法の一手段として使用されてきた等尺性筋力増強訓練と, それに視聴覚に対するEBFおよびMBFを組み合わせた等尺性筋力増強訓練が, 大腿四頭筋の筋力の増大にどれ程異なった効果を示すかを比較し, 検討を行ったので報告する。

対象と方法

1. 対象者

対象者は, 健康女性21名で, 検査時年齢は18~35歳(平均 22.3 ± 2.3 歳)であった。全例利き足は右で, ボールを蹴る側の足とした。また, 全例 biofeedback の知識の無い者とした。

これらの対象者を無作為に従来から行われている大腿四頭筋の等尺性筋力増強訓練を行うグループ(以下従来群と言う)とEBF訓練を行うグループ(以下EBF群と言う)およびMBF訓練を行うグループ(以下MBF群という)各7名の3群に分けた。また, 訓練期間はそれぞれ1週間とし訓練前後の筋力を測定し比較した。

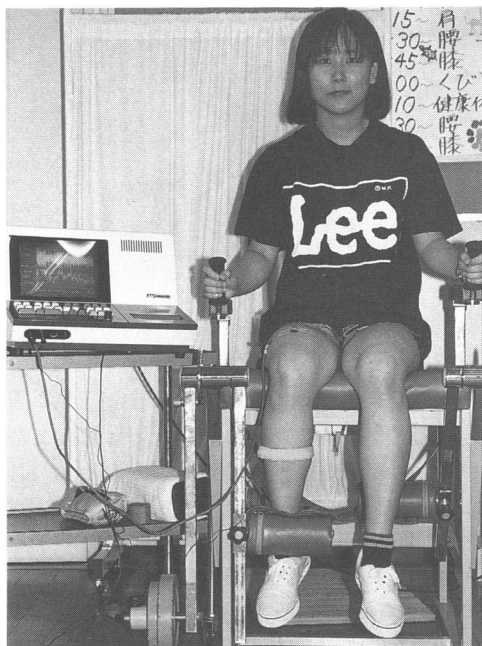
2. 使用機器

今回我々がEBF訓練に使用した機器はミナト医科学社製BM-300であった。本器は対象者の等尺性筋収縮によるEMGがグラフに表示されるとともにEMGが設定された閾値を越えると電子音が発するようになっている。また, MBF訓練に使用した機器はOG技研社製マスキュレータGT-30で, 本器は発揮される筋力の閾値調節が可能であり対象者の等尺性収縮による筋力があらかじめ設定された閾値を越えると, レベルメータとデジタル値で表示されると共に電子音が発するようになっている。

3. 訓練方法

従来訓練群は, 股・膝関節90度屈曲坐位での右側の大腿四頭筋の等尺性の筋力増強訓練を行わせ訓練前後の筋力を比較した。1回の訓練は

1. 神戸大学医療技術短期大学部
School of Allied Medical Sciences, Kobe University
2. 武部整形外科リハビリテーション
Takebe Orthopedic and Rehabilitation Clinics



A) EBF 訓練



B) MBF 訓練

図1 EBFとMBF訓練の状況

最大筋力の80%以上の等尺性収縮を5秒間努力させ、5秒休息しこれを10回反復させた。なお、この最大筋力の80%の設定に関しては、その日の最大筋力を測定し、その80%の筋収縮力の程度を1日1度口頭で指示した。

EBF訓練は右の大腿四頭筋筋腹上に表面電極をおきBM-300のbiofeedback機構を、MBF訓練群は、マスキュレーターのbiofeedback機構を用いて同様の訓練を行わせた。また筋収縮力の閾値設定は、その日の最大筋活動電位および筋収縮力の80%とした(図1)。

4. 筋力測定

大腿四頭筋の筋力の測定肢位は、マスキュレーター上で、股・膝関節90度屈曲坐位とし、測定点は足関節部とした。測定中、体幹および股関節の代償運動を防ぐため体幹および大腿近位部をベルトで固定した。測定値は3回計測した平均値をとった。また、これら得られた訓練前後の筋力の値をt検定を用いて分析し訓練効果の

比較判定を行った。

結 果

従来訓練群と、EBF・MBF訓練群の比較については、従来訓練群では筋収縮力が訓練後において $6.1 \pm 2.1\%$ 増加したものの統計学的な有意差はなかった。EBF訓練群では、訓練前の最大筋収縮力が $29.0 \pm 10.6\text{kg}$ であったが訓練後の最大筋収縮力は $36.4 \pm 9.7\text{kg}$ と $29.7 \pm 17.2\%$ の増加となり、危険率1%で有意な筋力の増加がみられた。また、MBF訓練群については訓練前の最大筋収縮力が $29.3 \pm 9.9\text{kg}$ であったが訓練後の最大筋収縮力は $34.4 \pm 12.8\text{kg}$ と $17.7 \pm 8.4\%$ の増加となり、危険率1%で有意な筋力の増加がみられた。また、EBF・MBF訓練群間の訓練前後の最大筋収縮力の増加率については、両者間に統計学的な有意差はみられなかった(表1, 2)。

表1 従来の訓練とEBFおよびMBF訓練の比較

n=21 単位: kg		
	訓練前	訓練後
従来の訓練	26.8±8.0	27.6±7.4
EBF訓練	29.0±10.6	36.4±9.7 ※
MBF訓練	29.3±9.9	34.4±12.8※
※P<0.01		

考 察

筋力増強訓練における、EBF訓練の有効性について、Susan ら⁴⁾は10名の健常者の母指外転筋に対して、EBFを用いた訓練と用いなかった訓練との筋力の増加を比較し、EBF訓練が有効であったと報告している。また、Joseph ら⁵⁾も大腿四頭筋の等尺性収縮を用いた筋力増強訓練においてEBFを用いた場合と用いなかった場合の訓練効果を比較し、EBF訓練の有効性について報告している。また、Draper⁶⁾は膝前十字靱帯再建術後の大腿四頭筋訓練にEBFを用い訓練の動機付けにもなり効果的であったと報告している。

今回我々は、従来から筋力増強法の一手段として使用されてきた等尺性筋力増強訓練と、それに視聴覚に対するEBFおよびMBFを組み合わせた等尺性筋力増強訓練を1週間行わせ効果を比較した。その結果従来の訓練群では訓練前後の比較において有意な差は認められなかったが、EBF・MBF訓練群の訓練前後の筋収縮力については、両者共に危険率1%で有意な筋力の増加がみられた。したがって、諸家らの報告と同様に等尺性の筋力増強訓練そのものより、これにEBF・MBFを併用した筋力増強訓練法はより有効であるといえる。

今回の結果において、EBF・MBF訓練と従来の訓練との効果を比較すると、従来の訓練では筋収縮力の有意な増加はみられなかったが、これは、Hettinger⁷⁾の述べている1週間のトレーニングではその効果は2週間以後の効果に

表2 EBFとMBF訓練による増加率の比較

n=14 単位%		
EBF訓練	MBF訓練	t 検定
29.7±17.2	17.7±8.4	N. S.

比べ僅少である、という報告のごとく、訓練期間が1週間と短かったことなどによると考えられる。しかしEBF・MBFを用いた場合、同様の条件でも訓練後の筋収縮力はEBF訓練で29.7±17.2%、MBF訓練で17.7±8.4%と増加し、両者共に危険率1%で有意な筋力の増加を示し、EBF・MBFは一層有効な訓練法であることが判明した。

そのメカニズムについては、すでに報告したごとく、筋力増加を引き起こすには、大脳皮質の興奮レベルの向上による運動単位へのインパルスの発射頻度および筋収縮に参加する運動単位の数の増加を引き起こす十分な筋収縮、すなわち運動学習効果が重要となる^{8~11)}。しかし従来の訓練方法では目標とする筋力が十分発揮されているか不明確である。一方、Ikai ら¹⁰⁾は、被験者がかけ声を発しつつ筋力を発揮したり、催眠によって勇気づけられたり、ピストル音を聞かせることによって、筋力の値が約30%も上昇する。すなわち心理的限界の向上が起こることを述べている。これは、高位中枢が無意識の内に抑制を和らげ、脳幹網様体賦活系によって大脳の興奮水準が高まったため絶対筋力が増加した結果と考えられている。EBFおよびMBFの場合も同様に、閾値を目標とする目的意識と、電子音・レベルメーター・デジタル値の視聴覚へのフィードバックが、大脳皮質の興奮性を高め、それによる運動単位へのインパルスの発射頻度と、筋収縮に参加する運動単位の数との増加などを効率的に生じさせ心理的限界が向上し、その結果従来の訓練そのものよりも、より筋力の増加をもたらせたであろうと考えられた。

また、増加率については、EBF・MBF訓練の両者間には統計学的な有意差はなかった。

これはEBF, MBF訓練いずれの場合も健常者においては同様の効果があることを示唆している。臨床場面において, EBF, MBFどちらを用いるかについては, 対象とされる症例の条件や何を目的とするかによって訓練方法を選択する必要があると考えられる。例えば, 神経損傷者のごとくわずかな筋収縮しか発することのできない症例あるいは単一筋の筋力増強を目的とする症例に対しては, 微小な筋収縮をもfeed-back可能なEBF訓練が有効であると考えられる。また一方, 関節疾患で筋力3以上を有する症例あるいは関節運動に関与する筋群を強化する場合には, EBF訓練よりもMBF訓練の方が操作が簡単であり有効であると考え臨床場面で用いている。今後は, 臨床での適応と方法論の確立が課題となろう。

結 語

1. 健常者の筋力増強訓練において, 従来から行われている等尺性筋力増強訓練と, それにEBFおよびMBFを併用した等尺性の筋増強訓練を行わせ比較検討した。
2. 従来の訓練では統計学的な有意差はなかったが, EBFとMBF訓練では, 訓練後危険率1%で有意な筋力の増加がみられた。また増加率については, EBFとMBFとの間に統計学的な有意差はなかった。
3. EBF, MBF訓練とも有効な訓練であると考えられた。

参 考 文 献

1. Hettinger T, Muller EA: Muskelleistung and muskeltraining. Arbeits Physiologie 15: 111, 1953
2. 武政誠一, 嶋田智明, 武部恭一他: EMG-Biofeedbackによる筋力増強訓練の効果について 神大医短紀要 4: 41, 1988
3. 武政誠一, 嶋田智明, 武部恭一他: 筋力増強訓練における EMG-Biofeedbackの効果—視覚

フィードバックと聴覚フィードバックとの比較
理学療法ジャーナル 24: 119, 1990

4. Susan JM, Miller MC, Gary F, et al: Electromyographic feedback. Effect on voluntary muscle contraction in normal subjects. Arch Phys Med Rehabil 63: 254, 1982
5. Joseph AL, Susan JR: Effect of electromyographic biofeedback on an isometric strengthening program. Phys Ther 63: 200, 1983
6. Draper V: Electromyographic biofeedback and recovery of quadriceps femoris muscle function following anterior cruciate ligament reconstruction. Phys Ther 70: 11, 1990
7. Hettinger TH (猪飼通夫, 松井秀治訳): アイソメトリックトレーニング, 大修館書店, 1974
8. 守谷敏夫: トレーニングによる筋力増大のメカニズム 臨床スポーツ医学 8: 741, 1991
9. Adrian ED, Bronk PW: The discharge of impulses in motor nerve fibers. Part II. The frequency of discharge in reflex and voluntary contraction. J Physiol 67: 119, 1926
10. 福永哲夫: 筋の活動性肥大と筋力, J J Sports Sci 2: 13, 1983
11. Ikai M, Stainhaus AH: Some factors modifying the expression of human strength. J Appl Physiol 16: 157, 1961

Effect of Biofeedback Training on Increasing Isometric Muscular Strength

Seiichi Takemasa¹, Tomoaki Shimada¹, Kyoichi Takebe²,
Mami Miyamoto², Atsuko Hirayama² and Tomoko Nishimura².

ABSTRACT : The purpose of this study was to compare the effect of conventional training with biofeedback training from the standpoint of the improvement of isometric muscular strength of the quadriceps femoris. Subjects were 21 healthy young women (22.3 ± 2.3 years old). They were divided into three groups; for the first group, only conventional isometric exercise was given for one week, the second, EMG-biofeedback training (EBF-G) and the third, biofeedback devised for muscle training (MBF-G). The results were compared among these three groups before and after training. The results revealed: 1) the training using EBF or MBF was more effective than the conventional training to increase isometric muscular strength; 2) as for increasing isometric muscular strength, there was no difference between EMG-G and MBF-G. These can be best explained that the cortical excitation level is facilitated and that discharging impulse to the muscle is increased by these trainings.

Key words : Biofeedback,
Isometric muscular strength,
Quadriceps femoris.

-
1. School of Allied Medical Sciences, Kobe University
 2. Takebe Orthopedic and Rehabilitation Clinics