原著論文

クレンチングに対する筋電図バイオフィードバックの 閾値設定に関する検討

小川 有

Electromyogram Biofeedback Threshold Determination for Clenching Behavior

Ogawa Yu

歯科補綴学的意義

咀嚼筋痛の原因の1つに、日中のクレンチングがある。バイオフィードバック訓練は、患者にクレンチングを認識させる行動療法として注目されているが、その実施に際し、フィードバック信号を発生させるうえで機能運動と非機能運動を識別できる閾値の設定が必要である。本研究結果から、筋活動量と筋活動持続時間の組合せで閾値が設定できることがわかり、日常でのバイオフィードバック訓練の可能性が示唆され、臨床応用に期待できると考える。

抄 録

目的：筋痛患者に対する日常生活下でのバイオフィードバック訓練の臨床応用に向け、機能的筋活動と非機能的筋活動を識別する閾値の設定方法を検討した。

方法：天然歯列を有し顎関節症状のない健常者34名（男性18名、女性16名、平均年齢 26.6 ± 2.7 歳）を被験者として、携帯型筋電図（EMG）バイオフィードバック装置を用いて、日常生活下でのEMGを5時間連続記録した。測定開始時と5時間後に以下の条件で機能、非機能運動を行わせた。最大咬みしめ（100% maximum biting force (MBF) 咬合力）に対する10, 30, 50% MBF咬合力を非機能運動とし、ガム、煎餅咀嚼を機能運動として行わせた。最大咬みしめ時筋活動量（100% EMG 閾値レベル）に対する10, 20, 30% EMG 閾値レベルとEMG 閾値持続時間の2つのパラメータを組み合わせ、機能的筋活動と非機能的筋活動を識別する閾値を求め、測定開始時と5時間後の経時的安定性について検討した。

結果：測定開始時に設定した30, 50% MBF咬合力と機能運動を識別する閾値が、5時間後まで有効な被験者は34名中30名（90.9%）であり、10% MBF咬合力と機能運動を識別する閾値が、5時間後まで有効な被験者は25名（73.5%）であった。また、それぞれの咬みしめ条件において、測定開始時と5時間後では高い相関が認められた。

結論：EMG 閾値レベルとEMG 閾値持続時間の組合せにより、閾値の設定が可能であることが示された。

和文キーワード

筋電図, バイオフィードバック, 咀嚼筋痛, クレンチング, 閾値

岩手医科大学歯学部歯科補綴学第二講座（指導：石橋寛二教授）

Department of Fixed Prosthodontics, School of Dentistry, Iwate Medical University (Director : Prof. Ishibashi Kanji)

受付：2002年9月12日/受理：2002年12月9日

Received on September 12, 2002/Accepted on December 9, 2002

I. 緒 言

開口障害や咀嚼筋痛を訴える原因の1つとして、咀嚼筋の過緊張があることが知られている¹⁾。クレンチングが原因で筋痛を訴える患者には、日常のクレンチングを自覚していないため、慢性的な筋疲労を生じていることが多い。このため、日常生活環境下でクレンチングが生じていることをフィードバックして本人に認識させることは、咀嚼筋痛に対する増悪因子を除去するための有効な治療手段として期待される。

筋の過緊張により生じた咀嚼筋痛に対する治療法の1つとして、筋電図 (EMG) バイオフィードバック訓練がある²⁾。当教室では、筋痛患者に対して筋のリラクセーションをセルフコントロールすることを目的に、EMG バイオフィードバック療法を取り入れ、その有用性を検討してきた³⁻¹⁰⁾。しかしながら、日常生活のなかで EMG バイオフィードバック訓練を実施するにはいまだいたっていない。この理由としては、装置が大きく、装着中の外観上の問題から使用場所が限定されることにありと考えられる。このような背景をもとに、当教室では日常生活環境下で使用可能な携帯型 EMG バイオフィードバック装置の開発¹¹⁾と、その臨床応用に向けての検討を行ってきた¹²⁾。

EMG バイオフィードバックを行う場合、クレンチング、歯軋りなどの非機能的筋活動と咀嚼、会話などの機能的筋活動を識別する閾値の設定が必要であることから、本研究では、フィードバック信号を発生させる際の閾値設定方法を検討した。

II. 研究方法

1. 被験者

顎関節症の症状を認めない健常者 34 名 (男性 18 名、女性 16 名、平均年齢 26.6 ± 2.7 歳) を被験者とした。被験者を選択する基準として、① 智歯を除く永久歯にインレー、レジン充填以外の治療を受けていない、② 個性正常咬合を有することとした。また、除外基準を ① 顎関節症の既往がある、② 矯正治療中、または保定期間中である場合とした。なお、すべての被験者には、実験の内容を十分に説明し同意書に署名のうえ、実験を行った。

図 1 Portable EMG biofeedback apparatus

Portable EMG biofeedback apparatus with three components of electromyograph, data-logger, and vibration feedback portion

携帯型 EMG バイオフィードバック装置

本装置は筋電位計測部、データ記録部、バイオフィードバック部の3部から構成されている

2. 測定装置

本研究では、新たに開発した小型の携帯型 EMG バイオフィードバック装置 (図 1) により EMG 記録を行った。

本装置は縦 120 mm、横 65 mm、厚さ 22 mm であり、単 4 型乾電池 2 本を含めた重量は 155 g で、11 時間 22 分 40 秒の連続記録が可能な 1 ch EMG 記録装置である。

22 Hz のハイパスフィルターをとおして記録した EMG データを全波整流・積分処理後、実効値換算しサンプリングレート 4 Hz で、データロガーにデータを保存した。また、50 Hz のハムフィルターと 23~450 Hz のバンドパスフィルターを設置して、ノイズ対策を図った。バイオフィードバック機能としては、本体内に内蔵されてあるバイブレーションモーターにより、本体自体が振動する振動フィードバックが可能となっている。なお、今回の実験では、機能的筋活動と非機能的筋活動を識別する閾値設定を目的としたことから、本装置を EMG 記録のみに使用し、バイオフィードバック機能を使用しなかった。

電極ユニットには小型アンプを内蔵しインピーダンス変換することにより、ワイヤーの揺れにより生じるモーションアーチファクトの影響を受けにくくなるよう配慮した¹³⁾。

図 2 Flowchart of the experiment
測定の流れ

3. 実験スケジュール

1) 測定手順

携帯型 EMG バイオフィードバック装置を被験者に装着させ、日常生活における EMG を 5 時間連続して本装置内のデータロガーに記録した。測定開始時と測定終了時に以下の条件で機能運動と非機能運動を行わせた。

咬合力計 (JAW FORCE METER, 日本光電工業, 東京) を用いて、最大咬合力 (100% Maximum biting force : MBF) を測定し、非機能的筋活動として咬合力計のメーターによる視覚的フィードバックのもと、10, 30, 50% MBF 咬合力で 10 秒間持続咬みしめを行わせた。機能的筋活動として 1 分間のガム咀嚼 (ノータム, ロッテ, 東京), その後、1 分間のインターバルにおいて煎餅咀嚼 (おこめ揚げ, ブルボン, 新潟) を嚥下終了まで行わせた。また、5 時間の記録中に必ず普段通りの食事をとってもらうようにした (図 2)。

洗顔など、水が電極に触れる可能性のある行為と、著しく電極やケーブルを刺激する行為を控えるよう被験者に注意した以外、普段通りの生活をするよう指示した。なお、行動が変わるごとにその行動を表すキーワードと時刻を記録用紙に記入するよう説明した。

測定終了後、本装置を被験者から外し、記録された EMG データを専用のデータ通信用ソフトを介し、パーソナルコンピュータへ転送し分析を行った。

図 3 A subject profile with surface electrode unit on left anterior temporal muscle
表面電極を左側側頭筋に貼付した被験者の側面観

2) EMG 導出

電極貼付部位である主咀嚼側側頭筋前部筋束を酒精綿にて十分清掃し、直径 5 mm の Ag-AgCl 表面電極を電極中心間距離 20 mm に固定した電極ユニットを貼付した。また、不関電極を耳朶裏面に貼付し、双極誘導法にて EMG を導出した (図 3)。

3) 分析方法

100% MBF 咬合力における EMG の実効値を最大咬みしめ時筋活動量 (100% Maximum voluntary contraction : MVC-EMG) とし、10, 20, 30% MVC-EMG の 3 段階の EMG 閾値レベルと、1~9 秒の 9 段階の EMG 閾値持続時間を組み合わせた 27 通りの閾値を設定した。非機能運動である 10, 30, 50% MBF 咬合力、機能運動であるガム、煎餅咀嚼それぞれの EMG 波形の発現開始時から終了時までの全区間において、一定時間持続する EMG 閾値持続時間に対し、以下の基準のもと、閾値の妥当性を検討した。非機能運動時では、筋活動量が設定時間中持続して EMG 閾値レベルを越え、なおかつ機能運動時では筋活動量が、設定時間中に EMG 閾値レベルを持続して越えることがない場合に、その閾値に妥当性があると判定した (図 4, 5)。各閾値の妥当性をこの判定基準に従い評価し、測定開始時および 5 時間経過後の再現性を確認した。

また、機能的筋活動と非機能的筋活動の平均積分値を算出し、測定開始時と 5 時間後の相関関係を調べ、さらに Wilcoxon signed-ranks test による検定を行った。なお、統計処理には SPSS 11.0 J (SPSS Japan) を用いた。

図 4 Schematic configuration of the relationship between the tested thresholds and EMGs from temporal muscle

The threshold A across the EMG not to make a feedback signal, while the EMG hold higher level than threshold B during a certain period of time to make a feedback signal

側頭筋 EMG と設定閾値の関係

設定閾値に EMG 波形が交われば (A) フィードバック信号は発生せず、全く交わらなければ (B) フィードバック信号は発生する

図 5 EMG and tested threshold

An example of efficient threshold which makes feedback signal during sustained clenching tasks at 10, 30, and 50% MBF while no feedback signal being generated during functional mandibular movements

EMG と設定閾値の関係

機能的筋活動時ではフィードバック信号は発生しないが、非機能的筋活動時ではフィードバック信号は発生する

III. 結 果

1. 閾値の有効性について

分析方法で述べた基準に照合して、3段階の筋活動量と9段階の持続時間による27通りの組合せに対し、

閾値設定が可能であった被験者数を求め、全被験者に対する割合を有効率とし、測定開始時と5時間経過後についてそれぞれ計算した (図6)。

その結果、測定開始時で最も有効率の高い組合せは、10% MVC-EMG における EMG 閾値持続時間6秒で55.9%、次いで10% MVC-EMG における EMG 閾値持続時間5秒で52.9%、10% MVC-EMG での EMG 閾値持続時間7秒で50.0%と続いた。5時間経過後まで有効であった閾値のなかで、最も有効率の高い組合せは、10% MVC-EMG における EMG 閾値持続時間5秒と6秒で、いずれも38.2%であった。

2. 閾値設定の妥当性

個人ごとに有効となる EMG 閾値レベルおよび EMG 閾値持続時間の組合せが異なることから、1つでも閾値が有効であった場合、その被験者では、機能運動と非機能運動を識別できる閾値の設定が可能であるとみなせる。以上のことより、MBF 咬合力ごとに閾値設定の妥当性を調べた (表1)。

強度の咬みしめとなる50% MBF 咬合力および中等度の咬みしめとなる30% MBF 咬合力では同じ結果となり、いずれも機能的筋活動と非機能的筋活動を識別できる閾値設定が測定開始時に可能であった被験者は33名(97.1%)であり、その閾値が5時間後においても有効であった被験者は、30名(90.9%)であった。個人ごとのデータをみると、50% MBF 咬合力において、10% MVC-EMG といずれかの EMG 閾値持続時間の組合せで閾値の設定が可能であった被験者は27名(79.4%)、20% MVC-EMG といずれかの EMG 閾値持続時間の組合せで閾値の設定が可能であった被験者は30名(90.9%)、30% MVC-EMG といずれかの EMG 閾値持続時間の組合せで閾値の設定が可能であった被験者は29名(85.3%)であり、このなかで、複数の EMG レベルで閾値設定が可能であった被験者は29名(85.3%)であった。

同様に、30% MBF 咬合力において、10% MVC-EMG といずれかの EMG 閾値持続時間の組合せで閾値の設定が可能であった被験者は27名(79.4%)、20% MVC-EMG といずれかの EMG 閾値持続時間の組合せで閾値の設定が可能であった被験者は28名(82.4%)、30% MVC-EMG といずれかの EMG 閾値持続時間の組合せで閾値の設定が可能であった被験者

図 6 Effective ratio of the tested thresholds

Applicable rate of the tested thresholds differentiating parafunctional EMGs of 10, 30, and 50% MBF clenching from functional EMGs during gum chewing and rice cracker eating was shown

Beginning : Effective ratio of the threshold set at the beginning of the recording period

Beginning and end : Effective ratio of the threshold set at the beginning and the end of the recording period

閾値有効率

10, 30, 50% MBF 咬合力による非機能的筋活動時の EMG とガム咀嚼, 煎餅咀嚼の機能的筋活動時の EMG を識別する際のそれぞれの閾値における有効率を示す

Beginning : 測定開始時に設定した閾値の有効率

Beginning and end : 測定開始時に有効であった閾値が測定終了時においても妥当であった有効率

表 1 Number of the subjects having an applicable threshold
閾値設定可能な被験者数

	% MBF		
	10	30	50
Beginning	25	33	33
Beginning and end	25	30	30

(n=34)

Number of the subjects having at least one threshold which differentiated EMG generated under functional movements from parafunctional ones at the beginning and the end of recording period

測定開始時と測定終了時における, 機能的筋活動時 EMG と非機能的筋活動 EMG を識別できる閾値を最低 1 つは設定できる被験者数

は 25 名 (73.5%) であり, このなかで, 複数の EMG レベルで閾値設定が可能であった被験者は 27 名 (79.4%) であった。

軽度咬みしめとなる 10% MBF 咬合力を含めた咬

みしめに対し, 閾値設定が測定開始時に可能であった被験者は 25 名 (73.5%) であり, この 25 名全員に対して 5 時間後でも設定した閾値が有効であった。個人ごとのデータをみると, 10% MVC-EMG といずれかの EMG 閾値持続時間の組合せで閾値の設定が可能であった被験者は 22 名 (64.7%), 20% MVC-EMG といずれかの EMG 閾値持続時間の組合せで閾値の設定が可能であった被験者は 7 名 (20.6%), 30% MVC-EMG といずれかの EMG 閾値持続時間の組合せで閾値の設定が可能であった被験者は 4 名 (11.8%) であり, このなかで, 複数の EMG レベルで閾値設定が可能であった被験者は 5 名 (14.7%) であった。

3. 非機能的筋活動量の測定開始時と 5 時間後の比較

各咬合力ごとに, 測定開始時と 5 時間後における筋活動量を単位時間での平均積分値として求め, 相関を調べた (図 7)。

図 7 Scatter plots of the EMG mean integrated value during sustained clenching at the beginning and the end of recording period

咬みしめ時における測定開始時と測定終了時の EMG 平均積分値の関係

図 8 Scatter plots of the EMG mean integrated value during functional movements at the beginning and the end of recording period

機能的筋活動における測定開始時と測定終了時の EMG 平均積分値の関係

50% MBF 咬合力における平均筋活動量は、測定開始時 $138.35 \pm 63.22 \mu V$ 、5 時間後は $130.17 \pm 59.93 \mu V$ であり、両者に統計学的有意差は認められず、両群間の相関係数は 0.826 と高い相関を示した。

30% MBF 咬合力における平均筋活動量は、測定開始時 $95.10 \pm 46.89 \mu V$ 、5 時間後は $91.04 \pm 51.68 \mu V$ であり、両者に統計学的有意差は認められず、両群間の相関係数は 0.831 と高い相関を示した。

10% MBF 咬合力における平均筋活動量は、測定開始時 $45.35 \pm 40.97 \mu V$ 、5 時間後は $41.52 \pm 34.34 \mu V$ であり、両者に統計学的有意差は認められず、両群間の相関係数は 0.732 であった。

筋活動量を単位時間での平均積分値として求め、相関を調べた (図 8)。

ガム咀嚼時の平均筋活動量は、測定開始時 $72.40 \pm 31.96 \mu V$ 、5 時間後は $72.43 \pm 37.78 \mu V$ であり、両者に統計学的有意差は認められず、両群間の相関係数は 0.863 と高い相関を示した。

煎餅咀嚼時の平均筋活動量は、測定開始時 $62.65 \pm 32.24 \mu V$ 、5 時間後は $60.71 \pm 33.62 \mu V$ であり、両者に統計学的有意差は認められず、両群間の相関係数は 0.915 と高い相関を示した。

IV. 考 察

4. 機能的筋活動量の測定開始時と 5 時間後の比較 ガム、煎餅咀嚼時の測定開始時と 5 時間後における

バイオフィードバックとは行動療法の 1 つであり、通常は認知できない生体からの信号を視覚や聴覚に訴

え、特定の部位の活動を制御することを目的とした治療法である¹⁴⁾。

筋の弛緩訓練を目的とした EMG バイオフィードバックに関する報告としては、夜間のブラキシズム¹⁵⁻¹⁷⁾、ならびに実験室における EMG バイオフィードバック訓練の有用性^{2,3-10,18)}が報告されてきた。しかし、筋痛患者に対する日常生活環境下で、日中行うバイオフィードバック訓練の報告は少なく¹⁹⁾、その治療効果に関してもいまだ明らかになっていない。治療効果が期待されながらも臨床応用にいたらない原因として、装置自体の大きさや重さ、装置装着時の外観の不具合などが考えられる。以上の点を解決することに加え、日常生活でのクレンチングを EMG により識別し、バイオフィードバック信号を発生させる閾値設定が不可欠であることから、本研究では閾値の設定方法を検討し、さらに長時間使用することを想定し、5 時間後における有効性も併せて検証した。

1. 装置について

今回新たに開発されたバイオフィードバック装置は、着衣のポケットに収まることから、日常生活で使用するうえで支障のない大きさである。また、側頭筋前部筋束に貼付された電極は、頭髮で隠され、ワイヤーを耳介に沿わせ、不関電極を耳朶裏面に貼付することにより外観に触れにくくなる。以上の点は、日常生活環境下での使用にあたり、大きな利点といえる。実際、行動に支障をきたしたことはなかったことを、被験者からの内省報告により確認できた。

また、今回測定した EMG 波形には、ほとんどノイズの入らないデータの収集ができた。その理由として、バッファアンプやフィルターなど装置自体へのノイズ対策を施したことに加え、睡眠中の EMG 記録には比較的生じやすい電極部やワイヤーに触れる行為が、日中の覚醒時では抑えられたためと考えられる。この点は、日中のクレンチングに対してバイオフィードバック訓練を行ううえでの利点といえる。

2. 分析方法について

本実験では、非機能的筋活動として 10, 30, 50% MBF 咬合力の 3 種類の咬みしめ条件を設定した。ブラキシターの睡眠中ブラキシズム時平均筋活動量は、約 50~70% MVC-EMG であるという報告²⁰⁾がある。今

回の実験は日中の覚醒時を想定しているため、睡眠中のクレンチングに比べ筋活動レベルは低いものと考え、30% MBF 咬合力を中等度、50% MBF 咬合力を強度のクレンチングとして設定した。また、10% MVC-EMG 程度の小さな筋活動でも、長時間持続することにより筋に為害作用を引き起こす可能性がある²¹⁾ことから、10% MBF 咬合力を軽度のクレンチングとして設定した。

従来の EMG バイオフィードバック訓練では、筋活動量単独のパラメータを閾値としていたことから、咀嚼や会話時に生じる筋活動に対してもフィードバック信号を発生させる場合があり、被験者に混乱を引き起こす原因となっている。Gallo ら²²⁾は硬性食品咀嚼時、軟性食品咀嚼時、嚥下、笑い、会話、グライディング、クレンチングを EMG 解析により、分類できることを示した。しかしながら、このように詳細に EMG を分類するためには解析に時間を要し、バイオフィードバック訓練への応用は現実的とはいえない。バイオフィードバック訓練に求められる要件としては、機能的筋活動と非機能的筋活動を識別し、リアルタイムでフィードバック信号を発生することである。そのためにはできるだけタイムラグの少ない識別方法を選択する必要があることから、EMG 閾値レベルと EMG 閾値持続時間を組み合わせることにより、機能的筋活動時の EMG と非機能的筋活動時の EMG を識別することを試みた。

行動に伴うアーチファクトを除去するには、EMG 閾値持続時間は 3 秒以上必要であるとの報告²³⁾や、EMG 閾値持続時間を 5 秒間に規定し、EMG 閾値レベルとの組合せによる閾値の設定方法が有効であるとの報告²⁴⁾があることから、本研究ではこれらの時間を包含した 1~9 秒の EMG 閾値持続時間をパラメータとして設定した。

3. 結果について

本研究の結果から、閾値の設定方法について考えてみた。閾値を一定とした場合、5 時間経過後の有効率は 40% 未満であったことから、個人ごとに適した閾値の設定が必要となる。中等度以上の咬みしめと、ガム、煎餅咀嚼を識別する閾値は 33 名 (97.1%) の被験者で設定可能であり、30 名 (90.9%) の被験者で 5 時間経過後においても設定した閾値が有効であった。

このことから、ベースラインデータに基づき、個人ごとに適した閾値を設定することの必要性が示唆されたものと考えられる。

また、3名(9.1%)の被験者では測定開始時に閾値の設定が可能であったが、5時間後にその閾値が有効でなくなった。その理由として、発汗などによりインピーダンスが変化したものと考えられる。

一方、軽度咬みしめを想定した10% MBF咬合力においては、9名(26.5%)に対し閾値の設定が不可能であった。これら9名の被験者のうち8名は10% MBF咬合力での筋活動量が著しく小さく、残りの1名は機能運動時の筋活動量が著しく大きかったことに起因したものであった。本研究の実験設定を考えると、一側の側頭筋前部筋束からのEMG導出であることより、小さな咬合力では優位に活動する筋に、個人ごとに差があったものと思われた。

実際にバイオフィードバック訓練を行う場合は、ベースラインデータにより、EMGレベルが大きい咬みしめを対象とするか、弱いEMGレベルであるが長い持続時間とするかによって、フィードバック信号を発生させる閾値の設定は異なる。今回、健常者を対象に実験的に咬合力を規定して測定した結果、中等度以上の咬みしめを行う場合は、バイオフィードバック訓練を行ううえでの閾値設定に関しては、ほぼ問題ないものと考えられる。今回の咬みしめ条件としては、筋疲労などの影響を排除することを配慮して、咬みしめ持続時間をすべて10秒間に設定して行った。しかしながら、30~40秒程度の持続的な軽度咬みしめの為害性が指摘されている^{25,26)}ことから、今後はより長いEMG閾値持続時間を検討する必要性があるものと考ええる。

V. 結 論

日常生活下でのクレンチングに対するEMGバイオフィードバック訓練の実現に向け、本研究では、機能的筋活動と非機能的筋活動を識別する閾値の設定方法を検討した。

EMG閾値レベルとEMG閾値持続時間の2つのパラメータを組み合わせることで閾値の設定が可能であった。また、個人ごとに閾値を設定することによって、個体に対応した合理的なバイオフィードバック訓

練が可能であると考えられた。

本論文の要旨は第106回日本補綴歯科学会学術大会(2001年10月26日、盛岡)、第15回日本顎関節学会学術大会(2002年6月27日、東京)において発表した。

本研究は文部科学省科学研究費補助基盤B13470491の助成により行われた。

稿を終えるにあたり、終始ご懇篤なるご指導とご校閲を賜りました石橋寛二教授に深甚なる謝意を表します。また、懇切なるご指導を頂きました本学口腔生理学講座北田泰之教授に心よりお礼申し上げます。さらに、本研究に対し詳細、多岐にわたるご教示、ご助言を頂きました藤澤政紀講師に感謝の意を表します。最後に本研究を進めるにあたり快くご協力くださいました歯科補綴学第二講座の教室員の方々、ならびに被験者の皆様に深謝いたします。

文 献

- 1) Pertes RA, Gross SG (櫻井 薫). Clinical management of temporomandibular disorders and orofacial pain (TMDと口腔顔面痛の臨床管理 95-114, 東京: クインテッセンス出版, 1997), 1995.
- 2) 沖野憲司, 三善 潤, 藤澤政紀ほか. 前頭筋 EMG バイオフィードバックによる咀嚼筋弛緩訓練効果. 顎機能 11: 67-70, 1993.
- 3) 森岡範之, 清野和夫, 深澤太賀男ほか. バイオフィードバックを応用した開口訓練に関する臨床的検討. 岩医大歯誌 6: 33-39, 1981.
- 4) 土門宏樹, 深澤太賀男, 森岡範之ほか. 前頭筋バイオフィードバックによる咬筋の弛緩訓練効果と心理特性との関連について. 岩医大歯誌 10: 71-77, 1985.
- 5) 森岡範之, 深澤太賀男, 古川良俊ほか. 顎機能異常者におけるバイオフィードバックの応用に関する検討—第1報 心身医学的特性とEMGバイオフィードバックの有用性—. 補綴誌 29: 128-138, 1985.
- 6) 藤澤政紀, 土門宏樹, 深澤太賀男ほか. 前頭筋 EMG バイオフィードバックによる咀嚼筋弛緩訓練がガム咀嚼時のEMGに及ぼす影響. 顎機能 5: 23-28, 1987.
- 7) 土門宏樹, 藤澤政紀, 深澤太賀男ほか. EMGバイオフィードバック療法により症状の改善をみた顎機能異常の1症例. 補綴誌 32: 396-402, 1988.
- 8) 深澤太賀男, 森岡範之, 土門宏樹ほか. 顎機能異常者におけるバイオフィードバックの応用に関する検討—第2報 前頭筋 EMG バイオフィードバックについて—. 補綴誌 32: 83-91, 1988.
- 9) 三善 潤. 前頭筋 EMG バイオフィードバックによる筋弛緩訓練の学習効果に関する検討. 日歯心身 7: 149-161, 1992.
- 10) 土門宏樹. 振動バイオフィードバックによる顎顔面部および頸部の筋弛緩訓練. 岩医大歯誌 25: 165-176, 2000.

- 11) 小川 有, 藤澤政紀, 石橋寛二. 携帯型 EMG バイオフィードバック装置の開発. 日歯心身 16 : 31-35, 2001.
 - 12) Fujisawa M, Ogawa Y, Ishibashi K. EMG parameters suitable for biofeedback-training for patients with clenching behavior. J Dent Res 80(Special issue) : 698, 2001.
 - 13) Fujisawa M, Uchida K, Yamada Y et al. Surface electromyographic electrode pair with built-in buffer-amplifiers. J Prosthet Dent 63 : 350-352, 1990.
 - 14) Basmajian JV. 臨床家のためのバイオフィードバック. 平井 久監修, 5-20, 東京: 医学書院, 1988.
 - 15) Rugh JD, Johnson RW. Temporal analysis of nocturnal bruxism during EMG feedback. J Periodontal Res 52 : 263-265, 1981.
 - 16) Lavigne GJ, Rompre PH, Montplaisir JY. Sleep bruxism—Validity of clinical research diagnostic criteria in a controlled polysomnographic study—. J Dent Res 75 : 546-552, 1996.
 - 17) Macaluso GM, Guerra P, Di Giovanni G et al. Sleep bruxism is a disorder related to periodic arousals during sleep. J Dent Res 77 : 565-573, 1998.
 - 18) Turk DC, Zaki HS, Rudy TE. Effects of intraoral appliance and biofeedback/stress management alone and in combination in treating pain and depression in patients with temporomandibular disorders. J Prosthet Dent 70 : 158-164, 1993.
 - 19) Solberg WK, Rugh JD. The use of bio-feedback devices in the treatment of bruxism. J South Calif Dent Assoc 40 : 852-853, 1972.
 - 20) 市来利香, 築山能大, 古谷野 潔. 携帯型筋電図測定システムの開発と睡眠時咬筋活動の日間変動の観察への応用. 顎機能 6 : 67-77, 1999.
 - 21) Jensen R, Olesen J. Initiating mechanisms of experimentally induced tension-type headache. Cephalalgia 16 : 175-182, 1996.
 - 22) Gallo LM, Guerra PO, Palla S. Automatic on-line one-channel recognition of masseter activity. J Dent Res 77 : 1539-1546, 1998.
 - 23) Ikeda T, Nishigawa K, Kondo K et al. Criteria for the detection of sleep-associated bruxism in humans. J Orofac Pain 10 : 270-281, 1996.
 - 24) Gallo LM, Gross SS, Palla S. Nocturnal masseter EMG activity of healthy subjects in a natural environment. J Dent Res 78 : 1436-1444, 1999.
 - 25) Rao SM, Glaros AG. Electromyographic correlates of experimentally induced stress in diurnal bruxists and normals. J Dent Res 58 : 1872-1878, 1979.
 - 26) Clark GT, Sakai S, Merrill R et al. Waking and sleeping temporalis EMG levels in tension-type headache patients. J Orofac Pain 11 : 298-305, 1997.
-

著者連絡先: 小川 有

〒020-8505 岩手県盛岡市中央通 1-3-27

TEL : 019-651-5111 (内線 4127)

FAX : 019-654-3281

Electromyogram Biofeedback Threshold Determination for Clenching Behavior

Ogawa Yu

Department of Fixed Prosthodontics, School of Dentistry, Iwate Medical University
(Director : Prof. Ishibashi Kanji)

J Jpn Prosthodont Soc 47 : 316-325, 2003

ABSTRACT

Purpose : To establish the electromyogram (EMG) biofeedback threshold for a patient with masticatory muscle pain under a natural environment, various thresholds that differentiate the parafunctional activities from functional ones were determined.

Methods : Thirty-four healthy, natural-dentition subjects (18 males, 16 females ; mean age, 26.6 ± 2.7 years old), having no temporomandibular disorder symptoms, were recruited for this study. By means of a newly developed one-channel portable EMG recording device, surface EMG from the unilateral temporal muscle was recorded for 5 hours, under a natural environment. At the beginning and the end of the recording period, EMGs of functional activities (gum chewing and rice cracker consumption), and parafunctional ones (clenching at 10, 30, 50% of maximum bite force ; MBF), were recorded. Bite force was regulated by visual feedback from the indicator of a bite force meter. Various combinations of EMG activity (10, 20, 30% of maximum voluntary contraction in RMS value) and EMG duration (1~9 s) were determined for recorded EMGs of functional and parafunctional mandibular movements.

Results : The thresholds set at the beginning of the recording were applicable even at the end of the recording under clenching at 10, 30 and 50% MBF, to differentiate from the functional activities in 25 (73.5%), 30 (90.9%), and 30 (90.9%) subjects, respectively.

Conclusions : The results of this study support the rationale of utilizing EMG activity together with a certain period of duration as a threshold for biofeedback training for the patient having clenching behavior.

Key words

electromyogram, biofeedback, pain in masticatory muscles, clenching, threshold