

研 究

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

土門 宏樹

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)

(受付 : 2000年 6 月 5 日)

(受理 : 2000年 6 月 29 日)

Abstract : During EMG biofeedback therapy as a muscle relaxation training in masticatory muscles, an EMG activity of the muscle has been recognized with the aid of an auditory or a visual feedback procedure. A newly developed EMG biofeedback system utilizing a tactile vibration procedure was evaluated for its muscle relaxation training efficacy. Eight healthy subjects (mean age of 24.3 ± 2.4 years old) were examined for their frontal, temporal, masseter, and sternocleidomastoid muscle EMG activities before and after a 3 consecutive day biofeedback training session. During biofeedback training, EMG activity in the frontal muscle was translated into vibration. The subject can monitor his/her EMG intensity levels in palm using a specially designed hand held apparatus. Parameters representing the autonomic nervous system involving the heart rate, and the plethysmogram were also recorded simultaneously.

By means of mean value of the rest session set at 100, EMG activity of each muscle was normalized for further analysis. EMG changes of frontal, temporal, masseter and sternocleidomastoid muscles as an orofacial muscle unit decreased significantly after the biofeedback training session than before the training session ($p < 0.05$; repeated measure ANOVA). Although EMG levels of all the four muscles decreased after the training session, a statistical significant change was found only in the frontal muscle. Since it was admitted that the heart rate and plethysmogram were not accompanied by the decline of the muscle activities, the autonomic system could be changed little by frontal EMG biofeedback training.

Key words : biofeedback, frontal muscle, masticatory muscle, sternocleidomastoid muscle, autonomic nervous system

The effect of vibration biofeedback relaxation training on maxillofacial and neck muscles
Hiroki DOMON
Department of Fixed Prosthodontics, School of Dentistry, Iwate Medical University
(Director: Prof. Kanji ISHIBASHI)

緒 言

顎機能異常の症状のなかでも、咀嚼筋痛は経過が長く、頭頸部領域において患者の訴えが最も多い項目である¹⁾。このような咀嚼筋痛の発症には精神的ストレスや心理特性が関与していると考えられており²⁻¹⁰⁾、治療法の一つとして筋電図バイオフィードバック療法の有用性が検討されてきた。咀嚼筋痛に対するバイオフィードバック療法は、筋電図 (EMG) を音ないし光信号に変換し、自覚しにくい筋の活動状態を視覚や聴覚を介して認知することにより、随意的に筋の弛緩を行うことを目的とする。さらに前頭筋バイオフィードバック療法は、局所の筋の弛緩のみならず、全身的な安静すなわち交感神経系活動の亢進を抑制する¹¹⁾ことも目的のひとつである。この点を考慮すると、従来この方法で採用されてきた単位時間あたり受容できる情報量が多い視覚や聴覚への信号よりも、受容できる情報量が少ないものの安定した情報伝達が可能とされる触覚への信号¹²⁾を用いた方が大脳に対する刺激が少なく、バイオフィードバック情報として有利であると考えた。そこで著者らは、振動感覚を媒体としたバイオフィードバック装置 (振動バイオフィードバック装置) を開発し、その機械的精度に関して報告した¹³⁾。

本研究は、この振動バイオフィードバック装置を用いた前頭筋弛緩訓練を行い、バイオフィードバックの対象筋である前頭筋、顎機能異常が認められる場合に過緊張が生じる側頭筋、咬筋および胸鎖乳突筋の筋活動量がどのように変化するか調べた。併せて自律神経系への影響についても検討した。

研究 方法

1. バイオフィードバック装置

今回実験に用いたバイオフィードバック装置は、生体アンブ (サイボーグ社製 J-33) および振動フィードバック装置の本体と振動子で構成されており、振動子となる半球状の木製部分に手掌を軽くのせることにより生体情報、つまり



Fig. 1. An EMG transformed vibration biofeedback system. The system consists of an EMG amplifier, a frequency/vibration converter, and a vibration unit.

前頭筋筋活動量を触覚により認知するシステムである (Fig. 1)。

導出された前頭筋 EMG は J-33 により直流電圧に変換され、増幅された後に V/F コンバータにより周波数変換され本体へ入力される。本体では周波数成分を分周し、2~200Hz の正弦波出力を得るために正弦波データメモリに入力し、D/A 変換器による正弦波変換、増幅を行い振動子を動かす仕組みとなっている。振動子は、鉄芯コイルと鉄製振動片および木製振動体で構成されている。振動子の周波数成分は、J-33 のメータの振れ、つまりシェーピング・レベル (S. L.) に比例して増加し、本体のダイヤルによりボリューム・レベル (V. L.) を可変して電圧成分を調節する。J-33 の S. L. の増加と出力周波数は高い相関 ($r=0.997$) を示しており、出力電圧は J-33 の S. L. の増加にともない対数関数的に増加し、S. L. が 1.0 を越えるとプラトーに達する特性を示すことが報告されている¹³⁾。

入力周波数と出力周波数の直線性が最も優れ、かつ、穏やかで心地よい振動のレベル¹³⁾の設定として、V. L. を 3、S. L. を 0.5 として実験を行なった。

2. 被験者

実験の主旨を説明し同意を得た顎機能異常の症状のない健常者 8 名 (平均年齢 24.3 ± 2.4 歳)

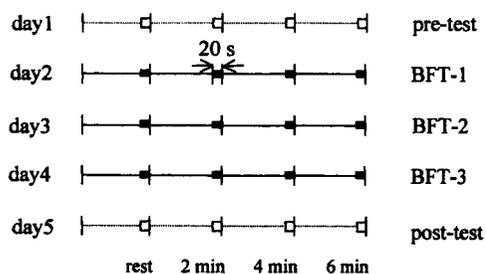


Fig. 2. EMG biofeedback training schedule.

Following 2 min of rest period, 3 sessions of biofeedback training are assigned consecutively. Each training session includes 20 s period of actual signal feedback training (solid square). Although no feedback signal is provided in day 1 and day 5, subjects are instructed to reduce muscle activity for 20 s of the sessions which are for evaluation of pre-test and post-test, respectively (open square).

を被験者とした。実験開始3時間前から食事、コーヒー、喫煙を禁止した。

3. 実験プログラム

連続する5日間を実験期間とし、毎日同時刻に実験を行った。被験者には、実験に先立ち各種測定装置を貼付した後、閉眼にてイスに座らせ、十分な安静状態になったことを確認した。実験開始直前の安静時におけるEMG、自律神経を反映するパラメータの記録を行い、この値を基準値 (rest) とした。

第1日目は、何らバイオフィードバック情報を提供しないで前頭筋を弛緩させる訓練セッションを実施し、これをプレテスト (pre-test) とした。2, 3, 4日目の3日間を実際のバイオフィードバック情報に基づく訓練期間とし、このセッションをそれぞれBFT 1, BFT 2, BFT 3とした。トレーニング終了の翌日には、pre-testと同様にバイオフィードバック情報を提供しない筋弛緩訓練を実施し、これをポストテスト (post-test) とした。それぞれの訓練期間は、2分間を1トレーニング・セッションとする3セッション6分間で構成され、各セッションの終了前20秒間にバイオフィードバック

情報を提供してトレーニングを行い、同時に各パラメータについて記録した (Fig. 2)。バイオフィードバック情報の提供に際しては、前頭筋の表面電極より導出されたEMGが本装置にて振動に変換されていることを説明し、「できるだけ振動が小さくなるようにしてください。」と教示した。なお、閉眼状態にて全身をリラックスさせると振動を小さくしやすいことも説明した。また、BFTに際しては、課題が達成されるに従いバイオフィードバック回路の感度 (シェーピング・レベル) を漸次高めるシェーピング法¹³⁾を応用した。

4. 分析方法

各実験期間中は、筋の弛緩訓練効果を判定する目的で、前頭筋、咬筋、側頭筋、胸鎖乳突筋の筋活動量を表面電極にて導出した。また、自律神経系の変化を調べる目的で、心電図 (ECG) および指尖脈波 (PTG) を導出した。導出された信号は、生体増幅アンプ (日本電気三栄製1253A) で増幅され、データレコーダ (TEAC社製XR-50) にテープ速度9.5cm/sで磁気テープに同時記録された (Fig. 3)。

1) EMGの導出

直径10mmのAg-AgCl皿状表面電極を用いて双極誘導法でEMGを導出した。不関電極を耳朶に貼付し、各電極の抵抗値はいずれも10k Ω 以下であることを確認し、生体アンプ (日本電気三栄製1253A) の時定数0.01s, low pass filter 1,000Hzにて増幅し記録した。前頭筋の電極貼付位置は、両眼瞳孔直上、眉毛から20mm上方に電極間距離100mmで貼付した。側頭筋では筋束前縁、咬筋では浅層部中央に、胸鎖乳突筋では胸骨寄り1/4付近にいずれも主咀嚼側を選択し、筋線維の走行に沿った位置に電極間距離20mmで貼付した。

2) ECGの導出

直径10mmのAg-AgCl皿状表面電極を胸骨上端およびV5誘導の位置に貼付し、双極誘導法にて導出し、生体アンプの時定数0.03s, low pass filter 30Hzにて信号を増幅し記録した。

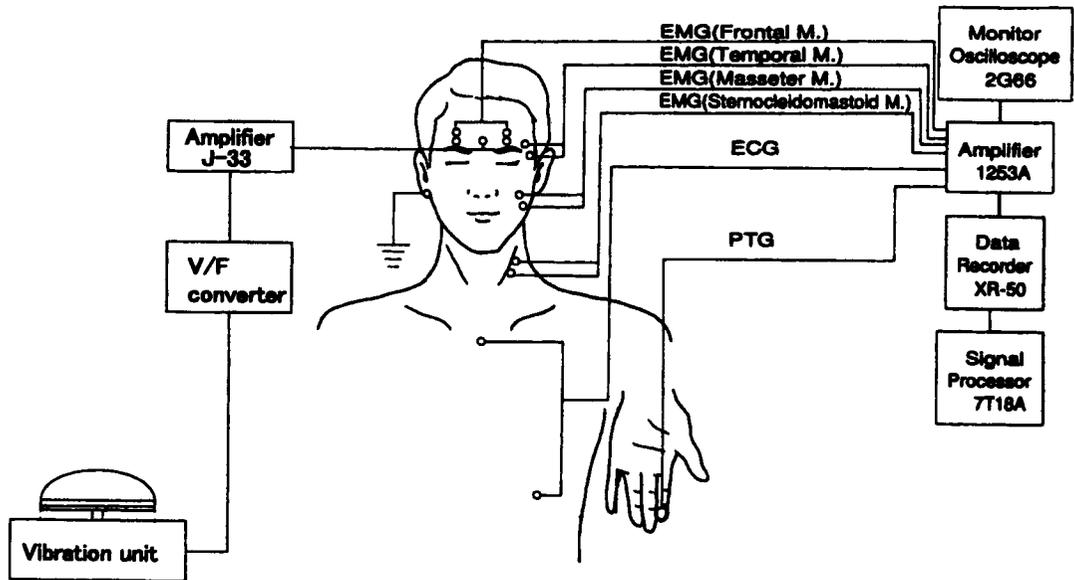


Fig. 3. Schematic configuration of recording procedure during biofeedback training.

3) Prethysmogram (PTG) の導出

指用ピックアップ（日本光電工業製 MLV-2101P）を左手手指に装着し、校正脈波計（日本光電工業製 MLV-2201）を介して時定数0.01s, low pass filter 1,000Hzにて記録した。

4) 分析項目

記録されたデータをデータレコーダよりコンピュータ（日本電気三菱製 シグナルプロセッサ・7T18A）に取り込み、沖野らの方法¹⁴⁾に準じて以下の項目を分析した。

①EMG：前頭筋、側頭筋、咬筋および胸鎖乳突筋それぞれの単位時間当たりにおける筋活動量の積分値（EMG activity）

②ECG：R-R 間隔の平均（R-R mean）

③PTG：振幅の平均値（AMP-mean）、脈波下面積の平均値（AREA-mean）

5) 評価方法

EMG および自律神経系の各パラメータについて、pre-test, BFT 1, BFT 2, BFT 3 および post-test における経時的変化を調べた。評価方法は、各セッションにおいて実験開始直前の安静時の値、つまり rest の値を基準値とし、2分、4分、6分の実測値はそのセッションの基

準値を100とした%で表し、これを相対的 EMG activity とした。各々の EMG および自律神経系のパラメータにおいて pre-test と各セッションの rest 値の実測値には t 検定の結果、有意差がないことが分かった。

バイオフィードバックが各筋に及ぼす影響を知る目的で前頭筋、側頭筋、咬筋および胸鎖乳突筋の相対的 EMG activity の変化を調べた。さらに顎顔面ならびに頭頸部全体に及ぼす影響について検討するために上記の4筋をひとまとめにして総合的に評価した。また、自律神経系の各パラメータについても同様に検討した。統計処理には repeated measure ANOVA で検定し、post-hoc test として Fisher's PLSD を用いた。

実験結果

1. 相対的 EMG activity の変化

Fig. 4 は前頭筋ならびに側頭筋、咬筋、胸鎖乳突筋それぞれの EMG activity がバイオフィードバックの訓練でどのように変化したかを示したものである。前頭筋では pre-test において実験開始後2分、4分そして6分経過して

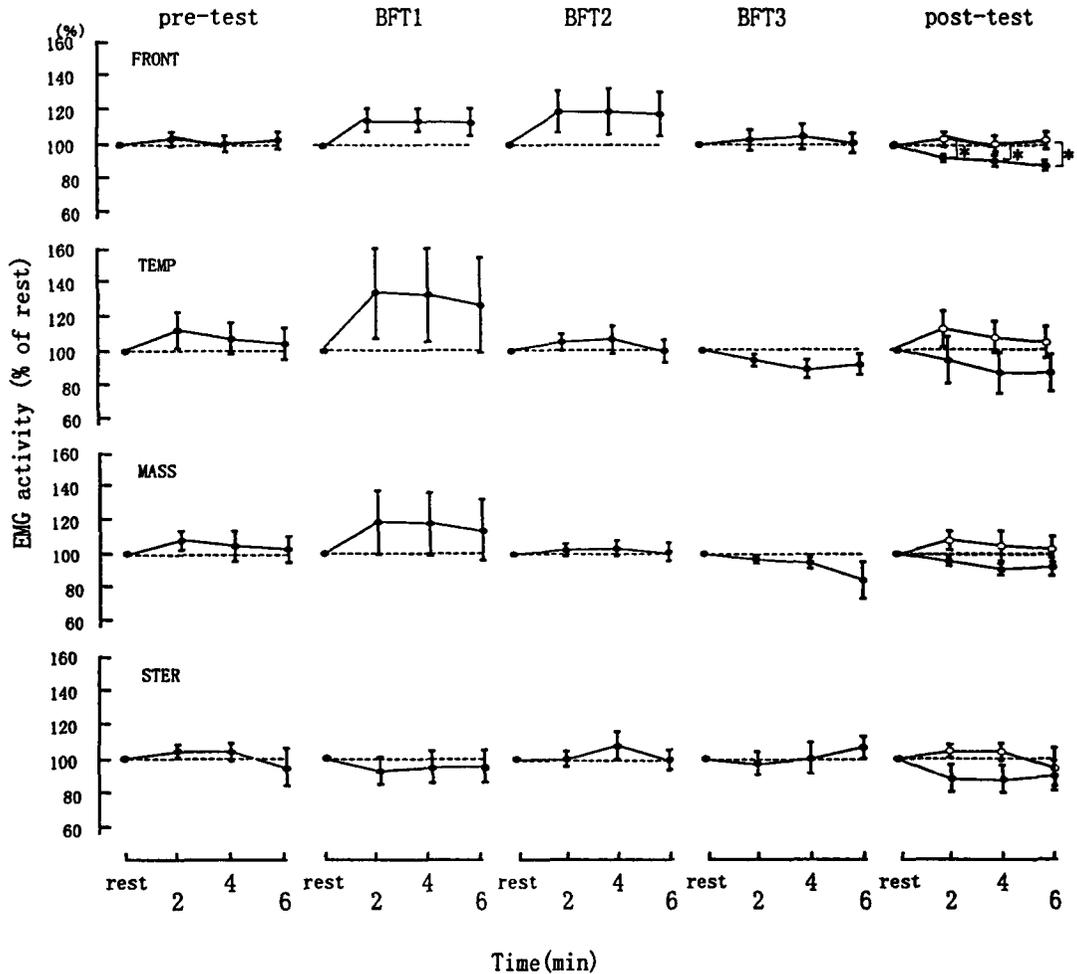


Fig. 4. EMG changes of frontal, temporal, masseter and sternocleidomastoid muscles before, during and after biofeedback training. (n = 8)

Solid circles represent the normalized values set at rest session as 100 for each trial. Vertical bars represent standard error. Open circles in post-test represent the EMG level of pre-test for comparison. *: $p < 0.05$

も相対的EMG activityはほとんど変わらなかった。しかし、実際にバイオフィードバックを行ったBFT1, BFT2, BFT3では相対的EMG activityの平均値がBFT1およびBFT2と大きくなり、標準誤差も大きくなった。しかし、BFT3ではrestのEMG activityと変わらないレベルまで戻った。post-testのセッションでは、相対的EMG activityが減少した。実験開始後2分、4分そして6分でrepeated measure ANOVAを使って分析する

と、バイオフィードバックの訓練は統計学的に有意な効果であった [$F(1, 14) = 6.3092, P = 0.0248$] が、実験開始後の時間経過に有意な差はなかった [$F(2, 28) = 1.6627, P = 0.2077$]。実験開始後2分、4分、6分の時点でpre-testとpost-testの相対的EMG activityをpost-hoc testのFisher's PLSDで解析すると何れも5%の危険率で有意にpost-testの相対的EMG activityが減少することが分かった。これらのことからpost-testのセッション

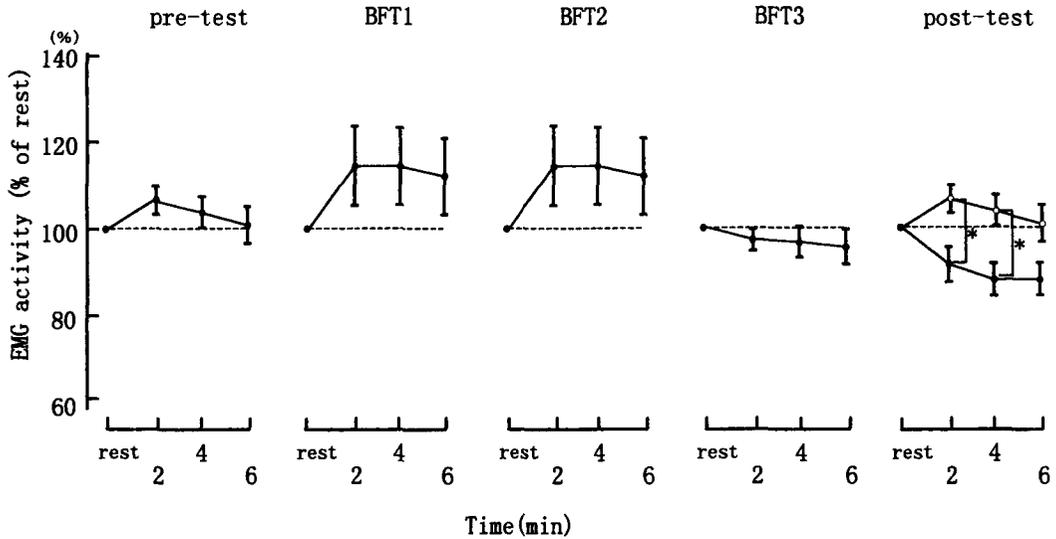


Fig. 5. EMG changes of frontal, temporal, masseter and sternocleidomastoid muscles as an orofacial muscle unit in normalized value before, during and after biofeedback training. (n=32)

Solid circles represent the normalized values. Vertical bars represent standard error. Open circles in post-test show the EMG level of pre-test. *: $p < 0.05$

では実験開始後わずか2分間でバイオフィードバックの効果が現れることが分かった。

側頭筋および咬筋のBFT中およびpost-testでの相対的EMG activityは、前頭筋でのバイオフィードバック効果と非常に類似した傾向を示した。即ち、両筋ともBFT1, BFT2では一旦は相対的EMG activityは大きくなるがBFT3になると小さくなり、post-testではpre-testより小さくなった。しかし、pre-testとpost-testの間で統計学的に有意な差はみられなかった。

胸鎖乳突筋はBFT1, BFT2およびBFT3で相対的EMG activityの上昇はみられなかった。また、post-testの相対的EMG activityは少し減少したが統計学的に有意な差はなかった。

前述のごとく、側頭筋および咬筋では統計学的に有意差のあるバイオフィードバックの訓練効果はみられなかったものの、EMG activityはバイオフィードバックの訓練を通じて、前頭筋と同じ経過を示した(Fig. 4)。そこで、前頭筋、側頭筋、咬筋および胸鎖乳突筋の4筋のEMG

activityを一括して解析したものが顎顔面ならびに頭頸部全体の筋の緊張状態を示すと考えた。Fig. 5は4筋全体の相対的EMG activityの推移を示したものである。pre-testにおいて、restに対する相対的EMG activityは2分、4分、6分と大きな変化はみられなかった。実際にバイオフィードバックを行ったBFT1, BFT2およびBFT3ではFig. 4からも推察されるように相対的EMG activityはBFT1およびBFT2で大きくなったがBFT3ではrestの基準値に近い値となった。3日間のバイオフィードバック訓練を経た後に行ったバイオフィードバックのイメージだけのpost-testでは、相対的EMG activityは減少しpre-testとの間に統計学的に有意な効果があり[F(1, 62) = 8.7271, $P = 0.0044$]、実験開始後の時間経過にも有意な差が認められた[F(2, 124) = 4.6001, $P = 0.0118$]。実験開始後2分、4分、6分の時点でpre-testとpost-testの相対的EMG activityをpost-hoc testのFisher's PLSDで解析すると2分、4分で5%の危険率で有意にpost-testの相対的EMG activityが減少することが分

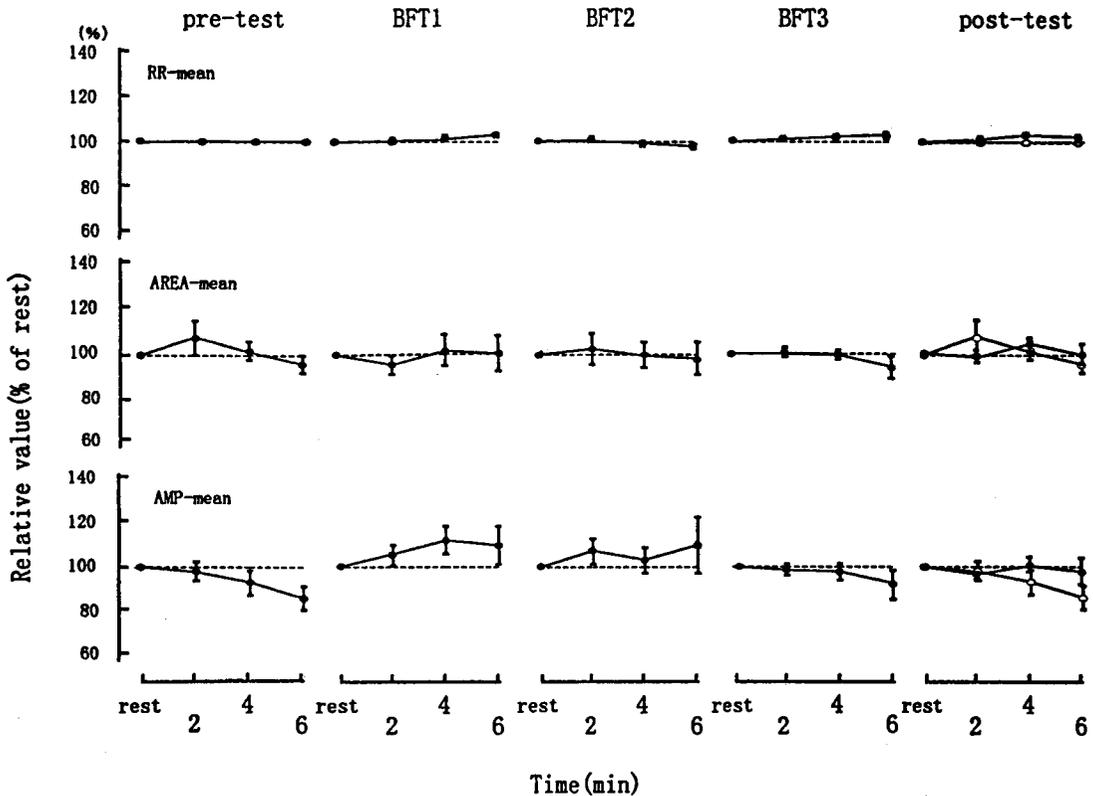


Fig. 6. Changes of autonomic parameters including R-R time span of ECG, AREA-mean of plethysmogram, AMP mean of plethysmogram in normalized value before, during and after biofeedback training. (n = 8)

Solid circles represent the normalized values. Open circles in post-test show the EMG level of pre-test.

かった。

2. 自律神経系の変化

ECGのR-R meanおよびAREA-meanでは、いずれのセッションでも大きな変動は認められなかった (Fig. 6)。

AMP-meanの経時的変化は、pre-testにおいて時間経過とともに減少し、6分で最小値を示した。BFT中ではBFT1, BFT2, BFT3と進むにつれて減少の傾向が認められた。post-testでは一定の傾向を認めなかった。

考 察

1. バイオフィードバック療法について 顎機能異常に対するEMGバイオフィード

バックの応用としては、咀嚼筋群の弛緩を目的とする訓練^{15,16)}のほかに開口筋の賦活化を目的とする訓練^{17,18)}や咀嚼筋群の協調性運動を学習させることを目的とする訓練¹⁹⁾などが試みられている。今回の研究で用いた咀嚼筋の筋弛緩訓練法は、顎機能異常の各種症状のなかでも咀嚼筋痛に対する治療法として有効であるとされている²⁰⁾。咀嚼筋痛は顎機能異常の主訴のうちで最も多く²¹⁾、顎機能異常に罹患した患者の70~90%が頭痛を含む筋痛を訴えており^{22~24)}、本邦においても経年的に増加傾向を示すとの報告がある²⁵⁾。また、ストレス下で咀嚼筋の緊張が高まることが知られている^{26~28)}が、EMGバイオフィードバック療法はBakal²⁹⁾が提唱しているようにストレスに対する感受性を低下させ、自

己治癒の可能性を引き出す手続きとしての効果も認められると考えられる。

著者らがこれまでに行った基礎的な検討により、咀嚼筋バイオフィードバックに比較し前頭筋バイオフィードバックの効果が高いこと³⁰⁾、前頭筋バイオフィードバック効果は心理特性と関連があること³¹⁾が確認されている。さらに効果的な訓練方法についての検討³²⁾、ストレス負荷時の筋弛緩訓練効果に関する報告³³⁾および臨床応用の報告³⁴⁾がある。またトレーニング後6か月経過した時点でもトレーニング効果の持続が認められ³²⁾、セルフコントロールを目的とする行動療法の長期的な効果が持続する³⁵⁾ことから、他の治療法と組み合わせることでさらに有効な治療法となることが期待される³⁶⁾。

2. 振動バイオフィードバック装置について

従来は、聴覚または視覚によるバイオフィードバックが行われてきたが、今回は振動感覚を認知手段としたバイオフィードバック装置による前頭筋の弛緩訓練を行った。振動感覚は皮膚感覚のひとつで、触受容器や圧受容器などで感受する周期的な触・圧感覚であることから、振動周波数と振幅によって振動の強さが認知される。人体は優れた振動感覚を備えており³⁷⁾、皮膚の位置に関係なく2 dBの差を弁別することが可能である³⁸⁾。さらに、振動感覚は伝達情報量が小さいものの、知覚処理に要する時間が聴覚と同様であるといった利点がある¹²⁾。今回用いた振動バイオフィードバック装置は、本体のV. L. が3の場合、J-33のS. L. と本体への入力周波数、およびJ-33のS. L. と本体からの出力周波数間には優れた直線性を示すことが確認されており¹³⁾、生体情報を振動信号に変換するにあたり十分な精度を備えているものと考えられる。

3. バイオフィードバック訓練法について

本研究ではBFTを連続する3日間で行った。BFTでは7分までが集中して効果的に行える³²⁾ことから、1回のトレーニング時間を6

分間に設定し、その中で3セッションのトレーニングを行った。振動感覚の特異性として、持続刺激による順応現象、押しつけ強さの影響、皮膚温度の影響などが指摘されている³⁹⁾。そこで、慣れによる順応を考慮し、1分40秒のインターバルをはさみ20秒間のトレーニングを3回繰り返す方法を採用した。また、押しつけの強さに関しては可及的に一定にするよう指示した。皮膚温度および実験室の湿度に関しては、各被験者ごとに同じ時間帯を選択し、シールドルーム内で記録し同一条件下で実験を行うことで対処した。

4. バイオフィードバック訓練効果について

1) 前頭筋における相対的EMG activityの変化

バイオフィードバックの対象筋である前頭筋においては、pre-test時のEMGの変化はほとんど認められなかった。これは、pre-testで相対的EMG activityがわずかに増加した側頭筋と咬筋に比較して異なった傾向を示している。このことは、バイオフィードバックの情報はないものの、前頭筋を随意的に弛緩させるように働いた効果によるものと考えられる。BFT 1, BFT 2, BFT 3での相対値EMG activityは基準値より低い値を示すことがなかった。これは、バイオフィードバック情報が必ずしも効果的に作用していなかったためと考えられる。この原因は、今回の実験では心理的感覚尺度に基づき「穏やかで心地よい」振動¹³⁾を与えることを重視してS. L.を0.5, V. L.を3に設定した。すなわち、バイオフィードバック情報として提供されたレベルが40Hz前後の振動となり、バイオフィードバック情報としての振動レベルとしては小さかったことが原因となっていると考えられる。振動感覚は200Hzから300Hzの振動に対して感度がよい³⁷⁾とされていることを考慮すれば、より大きな振動によるフィードバックが必要であったかもしれない。効率のよいバイオフィードバックを行うためのバイオフィードバック情報と心地よいバイオフィードバック情

報とは必ずしも一致するものではなく、今後効率のよい振動レベルについての検討を行う必要があるものと考えられる。しかし、BFTの回数を重ねるに従いEMGの上昇程度が小さくなったことから、BFTにより振動を小さくするという課題達成の要領を会得したものと推測された。一方post-testにおいては振動情報が遮断されたことから、振動の刺激がなくなり集中して筋弛緩が行い易かったことに加え、3回のBFTで筋弛緩の方法を学習した効果が現れたものと考えられる。

2) 咀嚼筋における相対的EMG activityの変化

聴覚を媒体とした前頭筋バイオフィードバックにより咬筋や側頭筋の弛緩が生じることが報告されている^{30~33)}。その詳細なメカニズムについては不明な点も多いが、顔面筋として近い位置にあることから、前頭筋を弛緩させることにより側頭筋および咬筋の弛緩が二次的に生じたものと推測されていた。本実験では振動を媒体としたバイオフィードバックによる効果を検討する目的で、側頭筋および咬筋のEMGを分析した。BFT中の推移をみると、両筋ともにBFTのセッションを重ねるに従い筋活動量が低下する傾向にあった。これは、バイオフィードバックの対象筋である前頭筋の筋弛緩状態が咀嚼筋に反映されたものと考えられる。しかし、post-testにおいては、前頭筋が有意な低下を示したにもかかわらず、咀嚼筋では有意な低下が認められなかった。このことは、前頭筋と咀嚼筋の筋活動状態が相互に関連しあっているものの、必ずしも同調したものではないことを示している。

3) 胸鎖乳突筋における相対的EMG activityの変化

顎機能異常が認められる場合、胸鎖乳突筋は異常な緊張状態を示すとの報告がある⁴⁰⁾。今回、前頭筋の弛緩訓練効果が胸鎖乳突筋の弛緩にも影響を及ぼすかを検討する目的で同筋のEMGを分析した。しかしながらBFT中の相対的EMG activityは一定の傾向を示さず、前頭筋

の弛緩が二次的に胸鎖乳突筋の弛緩を惹起する傾向を確認できなかった。このことからAlexander⁴¹⁾が述べているように、前頭筋EMGのバイオフィードバックでは、頭蓋・顔面付近までに限局した筋弛緩効果にとどまると考えるべきであろう。本来、胸鎖乳突筋は頭位の保持に大きく関与し、今回の実験設定のように座位をとる場合には、ある程度の筋緊張が必要であることから、健常者の安静時における筋活動レベルではBFT中に明らかな筋弛緩を生じるには至らなかったものと推測される。しかし、post-testにおいては、統計学的な有意差は認めないものの、前頭筋や側頭筋・咬筋の相対的EMG activityの推移と類似した傾向を示し、咀嚼筋群と同様のバイオフィードバック効果が得られる可能性を完全に否定することはできないものと考えられる。

4) 顎顔面・頭頸部全体における相対的EMG activityの変化

前頭筋バイオフィードバックが顎顔面・頭頸部に及ぼす影響を検討する目的で、今回測定した4筋の全ての相対的EMG activityを総合的に評価した結果、pre-test時のEMGの変化が基準値に対し減少することはなかった。これは、バイオフィードバック情報がない状態では随意的に顎顔面・頭頸部の筋活動を減少させることが困難であることを示している。BFT1およびBFT2で基準値に対して大きな上昇を示したのは、この段階ではフィードバック装置の振動を小さくする訓練に慣れていないことに起因する困惑が生じたこと、さらにはバイオフィードバック情報がストレッサーとして作用したこと³²⁾によると思われる。しかし、トレーニング3日目となるBFT3では相対的EMG activityは時間経過とともに減少し、BFT1で上昇した相対的EMG activityがBFT3では下がったことからみても、課題に対する対処ができるようになったと考えられる。また、pos-testではpre-testより明らかな相対的EMG activityの低下が認められ、バイオフィードバック効果を確認できた。これは、振

動を気にすることがなくなったことに加え、3回の訓練セッションによる学習効果が十分に発揮されたことによると思われる。

5. 自律神経系の反応について

前頭筋バイオフィードバックによる自律神経系への影響については、皮膚温との関連が指摘されている⁴²⁾。また、前頭筋は全身のリラクセス状態を最も反映する筋のひとつとされている。しかし、今回分析した ECG の R-Rmean, PTG の AMP-mean ならびに AREA-mean はバイオフィードバック訓練にもかかわらず一定であった。この結果は三善³²⁾, Cohen⁴³⁾ の報告と一致し、顔面筋弛緩反応は必ずしも自律神経系反応と一致しないことを示している。筋弛緩を目的とする場合と自律神経系の制御を目的とする場合ではフィードバックループが異なっている可能性も考えられるが、本研究の結果のみで前頭筋の筋弛緩と自律神経系の関連性を完全に否定することはできない。このことはバイオフィードバックの作用機序の解明とともに今後の課題といえる。

結 論

振動バイオフィードバック装置による前頭筋バイオフィードバックを行い、咀嚼筋および自律神経系への影響について検討し、以下の結論を得た。

1. 前頭筋の筋活動はバイオフィードバック訓練初期には大きくなったが、訓練後には統計学的に有意に低下し、バイオフィードバックの効果が認められた。
2. 側頭筋、咬筋および胸鎖乳突筋の筋活動は前頭筋ほどにはバイオフィードバック効果は現れなかったが、筋活動の推移は前頭筋と同じ傾向を示した。そこで4筋をまとめて筋活動を調べた結果、頭頸部全体として効果が認められた。
3. 今回行った前頭筋バイオフィードバックでの訓練は、自律神経系に影響を与えなかった。

謝 辞

稿を終えるに臨み、ご懇篤なる指導ならびに校閲を賜りました石橋寛二教授に謹んで感謝の意を表します。さらに貴重なるご示唆を下さいました本学口腔生理学講座北田泰之教授ならびに本学歯科矯正学講座三浦廣行教授に厚く御礼申し上げます。また、終始ご教示頂きました本学歯科補綴学第二講座藤澤政紀博士をはじめとし本研究に際し公私にわたりご協力下さいました歯科補綴学第二講座の諸先生方に厚く御礼申し上げます。

本論文の要旨は、第25回日本バイオフィードバック学会総会（1997年6月14日）並びに第24回岩手医科大学歯学会総会（1998年11月28日）において発表した。

文 献

- 1) Okeson, J. P. : Bells orofacial pains. Quintessence Publishing Co., Chicago, pp259-294, 1995.
- 2) 本田富美子, 菊地賢, 沖野憲司, 高橋欣也, 佐藤修子, 高瀬真二, 土門宏樹, 深澤太賀男, 森岡範之, 石橋寛二 : 顎機能異常のエゴグラムに関する一考察 : 心身歯, 2 : 69-74, 1987.
- 3) 三善潤, 藤澤政紀, 川田毅, 高瀬真二, 松田葉, 涌沢美奈, 土門宏樹, 深澤太賀男, 石橋寛二 : 顎機能異常者の心身医学特性-咬合状態との関連について-, 心身歯, 3 : 61-64, 1988.
- 4) 三善潤, 沖野憲司, 涌沢美奈, 高橋欣也, 高瀬真二, 藤澤政紀, 土門宏樹, 深澤太賀男, 森岡範之, 石橋寛二 : Life Events および Life Changes が顎機能異常の発症に及ぼす影響, 日歯心身, 6 : 6-10, 1991.
- 5) Oakley, M. E., McCreary, C. P., Flack, V. G., Clark, G. T. : Screening for psychological problems in temporomandibular disorder patients. *J. Orofac. Pain.* 7 : 143-149, 1993.
- 6) Curran, S. L., Carlson, C. R., Okeson, J. P. : Emotional and physiologic responses to laboratory challenges : patients with temporomandibular disorders versus matched control subjects. *J. Orofac. Pain.* 10 : 141-150, 1996.
- 7) Krogstad, B. S., Jokstad, A., Dahl, B. L., Vassend, O. : Relationships between risk factors and treatment outcome in a group of patients with temporomandibular disorders. *J. Orofac. Pain.* 10 : 48-53, 1996.
- 8) Fricton, J. R., Olsen, T. : Predictors of outcome for temporomandibular disorders. *J. Orofac.*

- Pain*. 10 : 54-65, 1996.
- 9) Murray, H., Locker, D., Mock, D., Tenebaum, H. C. : Pain and the quality of life in patients referred to a craniofacial pain unit. *J. Orofac. Pain*. 10 : 316-323, 1996.
 - 10) McGregor, N. R., Butt, H. L., Zerbes, M., Klineberg, I. J., Dunstan, R. H., Roberts, T. K. : Assessment of pain, symptoms, SCL-90-R inventory responses, and the association with infectious events in patients with chronic orofacial pain. *J. Orofac. Pain*. 10 : 339-350, 1996.
 - 11) Basmajian, J. V. ; 平井久監訳, 臨床家のためのバイオフィードバック, 第1版, 医学書院, 東京, 133-165ページ, 1988 : Biofeedback principles and practice for clinicians ; 1st ed, Williams & Wilkins, Baltimore, 1983.
 - 12) 吉本千禎 : 触覚による視覚代行, 人間工学, 16 : 1-4, 1980.
 - 13) 土門宏樹, 三善潤, 本田富美子, 石橋寛二 : 振動バイオフィードバック装置の開発とその応用, 顎機能, 6, 1~4, 1988.
 - 14) 沖野憲司, 三善潤, 川田 毅, 松田 葉, 藤澤政紀, 土門宏樹, 石橋寛二, 菑浦澤実 : ストレス負荷時の自律反応および咬筋筋活動, 顎機能, 8 : 189-194.
 - 15) 森岡範之, 深沢太賀男, 古川良俊, 渡辺秀宣, 土門宏樹, 石橋寛二 : 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.
 - 16) 深沢太賀男, 森岡範之, 土門宏樹, 渡辺秀宣, 菊地 賢, 藤沢政紀, 本田富美子, 石橋寛二 : 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.
 - 17) 森岡範之, 清野和夫, 深沢太賀男, 高橋博, 石橋寛二 : 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, 岩医歯誌, 6 : 33-39, 1981.
 - 18) 深沢太賀男, 森岡範之, 伊藤邦彦, 木村英敏, 佐瀬達男, 石橋寛二 : 咬合接触の異常に起因する顎機能障害の1症例, 岩医歯誌, 10 : 27-36, 1985.
 - 19) 渡辺誠 : EMGバイオフィードバックを利用した顎関節症の治療法, 顎機能, 1 : 105-111, 1982.
 - 20) Budzynski, T., Stoyva, J. M. : An electromyographic feedback technique for teaching-voluntary relaxation of masseter muscle. *J. Dent. Res.* 52 : 116-119, 1973.
 - 21) Fricton, J. R., Kroening, R. J., Hathaway, K. M. ; 藍 稔, 大西正俊監訳, 顎関節頭蓋顔面領域の痛み, 第1版, 医歯薬出版, 東京, 75-93ページ, 1992 : TMJ and Craniofacial Pain: Diagnosis and Management ; 1st ed., Ishiyaku EuroAmerica Inc, St Louis, 1988.
 - 22) Magnusson, T., Carlsson, G. E. : Comparison between two groups of patients in respect to headache and mandibular disfunction. *Swed. Dent. J.* 2 : 85-97, 1978.
 - 23) Andrasik, F., Holyroid, K. A., Abell, T. : Prevalence of headache within a college student population : A preliminary analysis. *Headache* 19 : 384-387, 1979.
 - 24) Bush, F. M., Harkins, S. W. : Pain-related limitation in activities of daily living inpatients with chronic orofacial pain: psychometric properties of a disability index. *J. Orofac. Pain*. 9 : 57-63, 1995.
 - 25) 武田雅江, 沖野憲司, 藤澤政紀, 松田 葉, 高嶋勉, 村上克利, 川村裕香, 森岡範之, 石橋寛二 : 当科を受診した顎機能異常者の調査, 補綴誌, 39 : 746-751, 1995.
 - 26) Yemm, R. : Temporomandibular dysfunction and masseter muscle response to experimental stress. *Brit. Dent. J.* 127 : 508-510, 1969.
 - 27) Thomas, L. J., Tiber, N., Schireson, S. : The effect of anxiety and frustration on muscular tension related to temporomandibular joint syndrome. *Oral. Surg.* 36 : 763-768, 1973.
 - 28) Moss, R. A., Adams, H. E. : Physiological relation to stress in subject with and without myofascial pain dysfunction syndromes. *J. Oral Rehabil.* 11 : 219-232, 1984.
 - 29) Bakal, D. A. 著, 岡堂哲雄 監訳 : 病気と痛みの心理学, 新曜社, 東京, 247-249ページ, 1983.
 - 30) 土門宏樹, 深沢太賀男, 渡辺秀宣, 森岡範之, 石橋寛二 : 前頭筋と咀嚼筋のEMGバイオフィードバック効果に関する比較検討, バイオフィードバック研究, 12 : 23-27, 1985.
 - 31) 土門宏樹, 深沢太賀男, 森岡範之, 藤沢政紀, 本田富美子, 菊地 賢, 石橋寛二 : 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, 岩医歯誌, 10 : 71-77, 1985.
 - 32) 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, 日齒心身, 7 : 149-161, 1992.
 - 33) 沖野憲司 : 前頭筋EMGバイオフィードバックがストレス反応に及ぼす影響について - 頭頸部筋群筋活動および自律反応による評価 -, 日齒心身, 7 : 166-177, 1992.
 - 34) 土門宏樹, 藤澤政紀, 深沢太賀男, 森岡範之, 菊地賢, 本田富美子, 石橋寛二 : 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.
 - 35) Dworkin, S. F., Turner, J. A., Wilson, L., Massoth, D., Whitney, C., Huggins, K. H., Burgess, J., Sommers, E., Truelove, E. : Briefgroup cognitive-behavioral intervention for temporomandibular disorders. *Pain* 59 : 175-187, 1994.
 - 36) Turk, D. C., Zaki, H. S., Rudy, T. E. : 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.
- 37) 小畑耕郎：指先の振動感覚について，電気試験所報告 第570号：1-54, 1958.
- 38) 大野壽彦：皮膚の振動感覚について，日本音響学会誌，11：164-173, 1955.
- 39) 恒川雄三，加藤一郎：電気刺激に対する人間の情報処理能力，人間工学，6：181-187, 1970.
- 40) 河野正司，三浦宏之，吉田恵一，小林博：アンテリアル・ガイダンスの不良と胸鎖乳突筋にみられる疼痛，顎機能 3：195-198, 1985.
- 41) Alexander, A. B. : An experimental test of assumptions relating to the use of electromyographic biofeedback as a general relaxation training technique. *Psychophysiology* 12 : 656-662, 1975.
- 42) 大野喜暉，田中惟陽，渡辺克己，栗谷典量，大谷靖世：筋電図フィードバックによる筋弛緩と皮膚温との相関，自律神経. 17-5, 259~263, 1980.
- 43) Cohen. M. J. : The relation between heart rate and electromyographic activity in a discriminated escape-avoidance paradigm. *Psychophysiology* 10 : 8-20, 1973.