

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

森岡 範之 清野 和夫 深沢 太賀男
高橋 博 石橋 寛二

岩手医科大学歯学部歯科補綴学第二講座* (主任: 石橋寛二教授)

[受付: 1981年1月16日]

抄録: 著者らは、1979年より開口障害を有する症例に対して、筋組織の随意運動を伴う能動的運動療法であるEMGバイオフィードバックを応用した開口訓練を試みている。

今回、筋組織の癒痕、萎縮などによって高度の開口障害を呈した5症例に対して、開口筋群、とくに顎二腹筋からEMGを導出し、それを音の大きさとメーターの表示に変え、聴覚および視覚によるフィードバックを利用して開口訓練を行った。その結果、全症例を通じて補綴臨床上印象採得可能と思われる20mm以上の開口度を得ることができた。しかし、外科的療法や放射線療法、とくに照射放射線量の多少が開口度の増加の程度差となってあらわれた。また、治療に対する患者の理解度や協力性の程度が訓練の持続性に影響を与えた。

I 緒 言

日常の歯科臨床において、開口障害を主訴として来院する患者に遭遇する機会は少なくない。とくに、補綴学的にみると開口に制限が生じている場合には、補綴物製作上欠かすことのできない印象採得やそれに付随するすべての臨床操作がきわめて困難となる¹⁾。したがって、顎口腔系の形態的、機能的回復をはかるためには、咀嚼系の機能的リハビリテーションとしての積極的な開口訓練が行われなければならない。少なくとも、印象採得が可能な程度にまで開口度を改善する必要があると考える。しかし、従来の開口訓練の方法は機械的な力を主としたもので、訓練時に生ずる疼痛や時間的問題など多くの検討課題が指摘されてきた。

そのため、近年、筋組織の随意運動を伴う能動的運動療法であるEMGバイオフィードバ

クを応用した開口訓練が試みられている²⁾。しかし、その応用には未解決の問題が多く効果的な訓練方法が確立されていないのが現状である。

そこで、著者らは、高度な開口障害のため補綴処置が困難と思われる症例に対して、EMGバイオフィードバックを応用した開口訓練を試み、その開口度の改善効果について臨床的に検討した。

II 実験材料

今回、EMGバイオフィードバックの応用による開口訓練の対象として、昭和53年12月から昭和55年6月の間に岩手医科大学歯学部附属病院第2補綴科を受診した患者のうち5症例を選択し検討を加えた。

1. 症例1

33才、男性。約14年前に左側上咽頭腫瘍の診

A clinical study of jaw opening exercise applying the EMG biofeedback.

Noriyuki MORIOKA, Kazuo SEINO, Takao FUKAZAWA, Hiroshi TAKAHASHI and Kanji ISHIBASHI.

(Department of Fixed Prosthodontics, School of Dentistry, Iwate Medical University, Morioka 020)

*岩手県盛岡市中央通1丁目3-27 (〒020)

Dent. J. Iwate Med. Univ. 6 : 33-39, 1981

断のもとに、約 6,000ラッドの放射線療法とその摘出術を受け、その後、右側頸部郭清術が行われている。

2. 症例 2

51才、男性。約 2 年前に右側上顎癌にて上顎骨部分切除、術前術後に約 6,000ラッドの放射線療法ならびに化学療法を受けている。その後、約 1 年前に上顎骨全部切除術を受け、その際に顎補綴物が装着されている。

3. 症例 3

42才、男性。約 2 年前に左側上顎癌のため 1,200ラッドの放射線療法と化学療法を併用し、上顎骨全部切除術を受けている。

4. 症例 4

14才、女性。約 1 年前に右側頬部および上顎部血管腫にて梱抱療法を受け、その後、外頸動脈結紮、8 7 6 5 4の抜歯および電気焼灼が行われている。

5. 症例 5

42才、男性。約 2 年前に、下顎骨骨折のため外科的処置ならびに整復固定術が行われている。

III 実験装置

今回、著者らが開口訓練に用いた装置は、米国 Cyborg 社製 1チャンネル・ポータブルマッスルトレーナー J-33である。本装置はシェーピングコントロールにより筋電位 (μV) を直読でき、音フィードバックの設定および感度が $0.7 \sim 1,000\mu\text{V}$ の範囲で調節可能である。

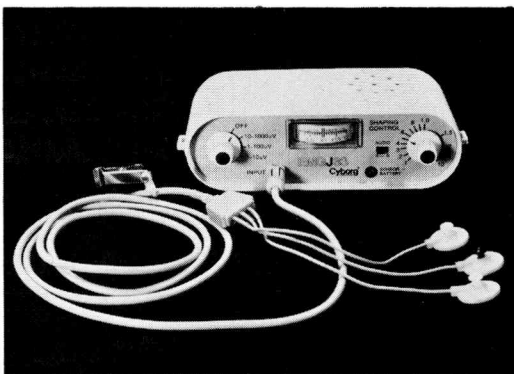


図1 EMGバイオフィードバック装置

図1と図2に本装置の全容とそのブロックダイアグラムを示す。なお、症例3の訓練初期においては、Medelec 社製 MS 6 モジュール式筋電計を用いた。

IV 実験方法

1. 開口訓練方法

開口運動に参与する開口筋のうち、顎二腹筋から表面電極でEMGを導出し、これをバイオフィードバック装置に導き、音とメーターにより聴覚と視覚へフィードバックした。症例に応じて、相応した筋電位レベルを設定し、各被験者にはそれを目標に音が可及的に大きくなるように、また、メーターの針が可及的に大きい値を示すように努力させ、最大開口位—安静位の反復パターンを設定した。訓練時間は最大開口位30秒、安静位30秒とし、1日30回の訓練を1週間に1~2回指導した。

2. 開口度の測定方法

訓練直前に、上下顎切歯間距離を $1/20\text{mm}$ のノギスで自力無痛最大開口度（以下開口度と記す）として測定し、さらに、30回の訓練終了後に、同部位の開口度を同様に測定した。

V 実験結果

1. 症例 1

訓練治療開始時、開口度は訓練直前 18.50mm 、訓練直後 20.70mm であったが、約 4 ヶ月の訓練後では開口度は訓練直前 21.70mm 、訓練直後 22.50mm でいずれも増加した（図3）。

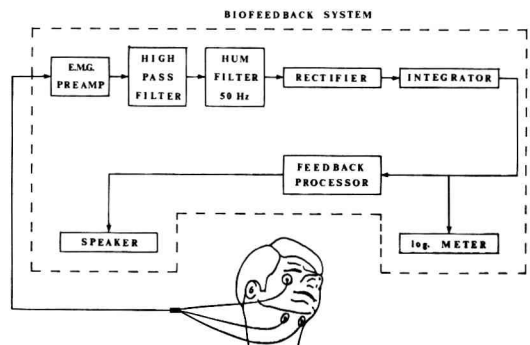


図2 J-33のブロックダイアグラム

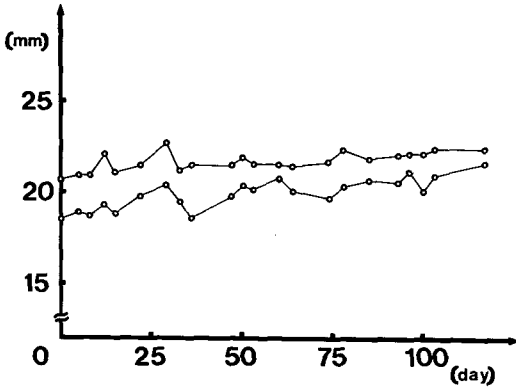


図3 症例1の開口度改善の推移 (横軸: 訓練日数, 縦軸: 開口度) 下方の線は訓練直前の開口度を示し, 上方の線は訓練直後の開口度を示す

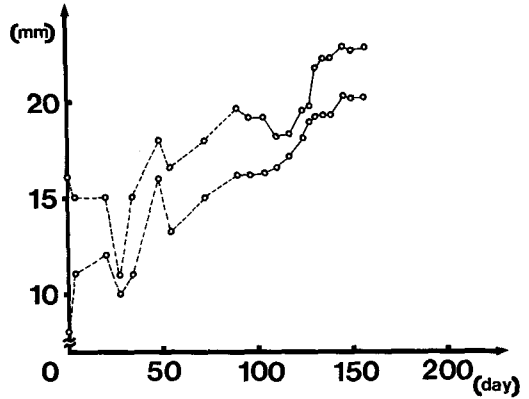


図5 症例3の開口度改善の推移 点線は, Medelec 社製MS 6 モジュール式筋電計

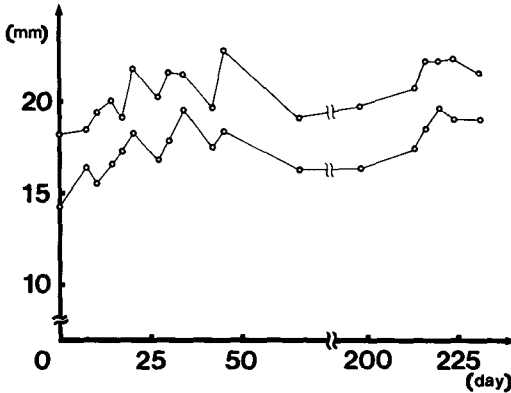


図4 症例2の開口度改善の推移

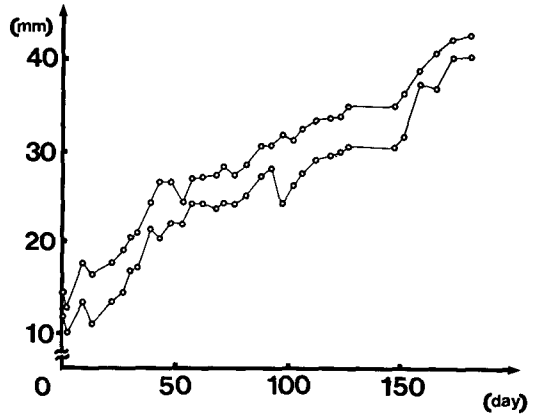


図6 症例4の開口度改善の推移

訓練時所見としては, 開口時に著明な左側への偏位が観察された。また Schüller 氏法による左右顎関節部の開閉口位での X線所見では, 右側顎頭の前方移動が観察されたが, 左側顎頭の前方移動は認められなかった。

2. 症例2

訓練治療開始時, 開口度は訓練直前14.20mm, 訓練直後18.20mmであったが, 約8ヶ月の訓練治療後では開口度は訓練直前19.10mm, 訓練直後21.60mmとなり増加した(図4)。

訓練時所見としては, 開口時に右側への偏位が観察された。Schüller 氏法による左右顎関節部の開閉口位での X線所見によると, 両側顎頭の前方への移動は認められなかった。

3. 症例3

訓練治療開始時, 開口度は訓練直前8.00mm, 訓練直後16.00mmであったが, Medelec 社製MS 6モジュール式筋電計を用いて, 約3ヶ月の開口訓練を行った結果, 開口度は訓練直前15.00mm, 訓練直後18.00mmであった。その後引き続き J-33による開口訓練を行った。

J-33の約3ヶ月の開口訓練後, 上顎右側第1小臼歯と下顎右側犬歯間での開口度は, 訓練直前で20.25mm, 訓練直後では22.60mmと増加した(図5)。

訓練時所見としては, 外気温が低い時の訓練では左側頰部が異常に緊張し開口度は減少した。Schüller 氏法による左右顎関節部の開閉口位での X線所見では両側顎頭の前方への移動が認められた。

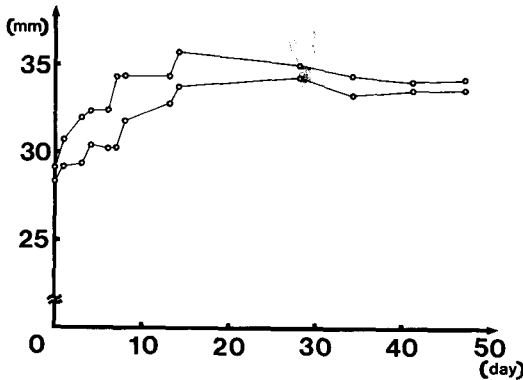


図7 症例5の開口度改善の推移

4. 症例4

訓練治療開始時、開口度は訓練直前12.90 mm、訓練直後15.45 mmであったが、約6ヶ月の訓練治療後では、開口度は訓練直前41.50 mm、訓練直後44.00 mmとなり増加した(図6)。

訓練時所見としては開口時の左側への偏位が観察された。Schüller氏法による左右顎関節部の開閉口位でのX線所見では、両側顎頭の前方移動が認められた。

5. 症例5

訓練治療開始時、開口度は訓練直前28.30 mm、訓練直後29.10 mmであったが、約1ヶ月半の訓練治療後では、開口度は、訓練直前33.60 mm、訓練直後34.20 mmとなり増加した(図7)。

訓練時所見としては、開口時常に両側の顎関節部に疼痛を訴えた。Schüller氏法による左右顎関節部の開閉口位でのX線所見では両側の関節窩前方に顎頭の骨片が認められた。

VI 総括および考案

1. 開口障害について

開口障害とは古くは牙関緊急とも呼ばれ、顎関節を軸とした開口運動が種々の原因により制限された結果、能動的または他動的に上下顎歯列を正常範囲までに開くことのできない状態をいう⁹⁾。一般に、開口度には個人差があって一定ではないが、通常それは上下顎切歯間で約40 mm以上を正常としている⁹⁾。開口運動は顎関

節および開口に関与する筋の協同運動によるものであるが、間接的には口腔周囲の軟組織も深い関係があり、それらのいずれかに障害があっても開口障害は発現する。

開口障害の分類法には種々あるが、その原因となった病変部位により関節性と非関節性とに大別され、通常さらに、その病因から炎症性、筋性、癭痕性、神経性、腫瘍性、外傷性に細分されている⁹⁾。今回の症例のうち1~4は、癭痕性で、5は外傷性に起因する開口障害と考えられる。

2. 開口訓練方法について

一般に、開口障害が生ずると食物の摂取や発音などの機能に異常がみられるようになり、同時に、口腔内環境の悪化を招く⁹⁾。そのため、開口障害に対する治療法も古くから試みられてきた。その治療法を大別すると、薬物療法、理学療法、歯科学的療法などの保存的療法と最終的な処置としての外科的療法があげられている⁶⁾。とくに、開口訓練を中心とした療法は、外科的療法に至る以前の保存的療法として期待がもてるものと考えられる⁷⁾。しかし、従来の開口訓練方法は⁸⁾、機械的な力によって行うもので、疼痛を伴い、多くの時間を要し、患者側においても多大の忍耐が要求されてきた⁹⁾。そこで、著者らはより効果的な開口度の改善を目的として、随意的運動療法であるバイオフィードバックを応用した開口訓練を試みた。

バイオフィードバックとは、生体の自律性機能を示す情報を見つけ出し、その情報を聴覚、視覚などの感覚器官を通じて生体にフィードバックさせ、その認識のもとで訓練することにより自律性反応をコントロールすることである¹⁰⁾。バイオフィードバックに應用される生体情報としては、①脳波(EEG)、②筋電図(EMG)、③皮膚抵抗(GSR)、④皮膚温度、⑤血圧(BP)、⑥心拍(HR)などがあげられている。

歯科領域においてはEMGバイオフィードバックを應用した報告が多い^{2,11-13)}。EMGバイオフィードバックは、運動筋のEMG活動レベ

ルの変動を音に変換してフィードバックし、筋機能のコントロールを訓練するものである。その目的としては、機能の麻痺した筋の改善、異常緊張を示している筋の弛緩および協同運動のコントロールなどが考えられる。

3. 開口度の改善について

バイオフィードバックを応用した開口訓練を試みた5症例すべてにおいて開口度の増加が認められた。しかし、症例1, 2, 3群は、症例4, 5群に比較して開口度の増加の程度が少なかった。この差は、症例1, 2, 3群が上顎あるいは咽頭の悪性腫瘍摘出術および多量の放射線照射による強固な瘢痕形成と萎縮を伴っていたためと推測される。

症例1では、開口度の改善に限界が認められた。その理由として左側頬部とくに咬筋に放射線障害と推測される高度の拘縮がみられたためと考える。

症例2においても、開口度の改善に大きな変化を示さなかった。右側上顎全部切除が翼状突起にまでおよび、外側翼突筋の機能が失われていたことが主原因と推測される。現在、歩行来院困難のため訓練は中断している。

症例3では、訓練初期にMedelec社製MS6モジュール式筋電計を応用し、その後J-33を用いた開口訓練を行った。昭和54年10月に上顎顎補綴物が装着されており、1年経過後のリコール時では、開口訓練最終日における訓練直前の開口度より約2mm増加していた。

症例4では、87654の抜歯時の止血のため電気焼灼を行っており、その際、咬筋または内・外側翼突筋のいずれかに損傷を与えたものと推測される。昭和55年8月に義歯が装着されているが、約2ヶ月後のリコール時までの開口度は訓練最終日における訓練直前の開口度より約1mm増加した。

症例5では、X線所見にて両側の関節窩前方に顎頭の骨片が認められ、そのため開口時の運動痛を引き起こしているものと推測される。

訓練終了後の開口度にも症例により差異を認めた。症例3, 4では、リコール時の開口度が

増加していたが、その理由として義歯装着によりある程度の機能が回復し、積極的な下顎運動が可能となり、開口訓練と同様の効果が認められたと考えられる¹⁴⁾。一方、症例5では、上顎義歯が昭和54年9月に装着されており約1年後のリコール時の開口度は、訓練最終日における開口度より約5mm減少していた。これは顎頭の骨折による運動制限と開口時の疼痛が軽減されないため義歯が装着されていたにもかかわらずその効果が抑制されたものと推測される。

細谷らは²⁾、訓練初期には開口度の改善が大きく現われ、訓練直前と直後の開口度の差が改善とともに縮小していくと報告したが、今回の症例では、そのような傾向は5例中2例において認められた。

今回、著者らは筋活動を電氣的にとらえ、機能に反映させるというEMGバイオフィードバックを高度の開口障害を訴える患者の開口訓練に用いた。その効果は症例間に差はみられたものの非常に大であった。本訓練方法は段階的訓練のため疼痛が少なく、しかも、開口度の増加の程度が視覚と聴覚とで認識できるため患者自身の自発的努力と積極的な動機づけが容易に得られるなどの特長があり、それが開口度の増加に反映したものと考える。

4. 訓練方法および開口度の測定方法について

今回は、5症例すべてに開口筋群からのみのEMGを導出し、最大開口位30秒、安静位30秒の訓練パターンを1日30回設定し、週に1~2回の訓練を指導した。しかし、自宅での開口練習は指示しなかった。その結果、形態的、機能的回復をはかるために最低限必要とされる開口度を獲得することはできたが、訓練方法についてはまだ未解決な点が多い。今後、より効果的な訓練方法を確立するためEMGの導出方法、開口時間と回数、訓練間隔などについて詳細に検討していきたいと考える。

開口度の測定方法には、最大限に開口させ、上下顎正中中間に挿入可能な指の数で表現する方法、また、正確な数値が必要な場合には、物差、ノギス、開口測定器を用いる方法があ

る³⁾。著者らは、開口度の推移をより正確に判定するために1/20mmノギスを用いて切歯端あるいは顎提間の垂直距離を測定した。また、測定部位としては、顎補綴などの製作あるいは着脱に利用可能な前歯部の空間を個々の症例に応じて選択した。このように、今回応用した測定方法および測定部位は形態的、機能的回復をはかる条件を判定する意味で最も実際的な方法であると考ええる。

Ⅶ 結 論

上顎悪性腫瘍などの外科手術および放射線療法に伴う筋組織の瘢痕、萎縮によって高度の開口障害を呈した5症例に対し、筋の随意運動を伴う能動的運動療法であるEMGバイオフィードバックを応用した開口訓練を試みたところ、次の結論を得た。

1. 開口筋群とくに顎二腹筋からEMGを導出しそれを音の大きさとメーターの表示に変え、聴覚および視覚によるフィードバックを

用いて開口訓練を行ったところ、開口度は全症例増加した。

2. 補綴臨床上、印象採得可能と思われる20mm以上の開口度を全症例に得ることができた。なお外科的療法や放射線療法、とくに照射放射線量の多少による筋拘縮の程度によって開口障害の改善に差がみられた。
3. 開口訓練が終了し、義歯が装着された後の開口度は増大したが、開口時に疼痛を伴う症例(症例5)では減少した。
4. 患者の理解度や協力性の程度が訓練の持続性に影響した。

謝辞；稿を終えるにあたり、貴重な資料を提供していただきました本学口腔外科学第一講座、口腔外科学第二講座、耳鼻咽喉科学講座に深く感謝いたします。

(本論文の要旨は昭和55年11月8日第6回若手医科大学歯学会総会において発表した。)

Abstract : The purpose of this study was to determine the effects of the voluntary exercise using EMG biofeedback mechanism for the patients who have had difficulty of jaw opening after surgical treatment of oral tumors. Five patients were selected from prosthodontics department in Iwate Medical university those of whom have had hard trismus due to scar and atrophy of muscles. Auditory and visual EMG feedback mechanism were applied to voluntary muscles exercise.

The following results were obtained:

1. All over patients were recovered the jaw opening up-to 20mm.
2. Although, the radiotherapy and surgical procedure may effect the degree of jaw opening.
3. It is recognized that comprehension and cooperation of patient attitude for this exercise and term of exercise may be effected.

文 献

- 1) 渡辺誠, 根本一男: バイオフィードバックと歯科臨床, 歯界展望, 52: 977-989, 1978.
- 2) 細谷仁憲, 渡辺誠, 根本一男: Biofeedbackを応用した開口訓練の1例, 補綴誌, 22: 194, 1978.
- 3) 岡達: 開口障害, 歯界展望, 16: 991-995, 1959.
- 4) 青木英夫: W. G. クローポールセンによる口腔顎系の機能障害の診査, 診断と治療法, 補綴臨床, 9: 13-32, 1976.
- 5) 森満保: 開口障害, 耳喉, 50: 805-806, 1978.
- 6) 山本美朗, 渡辺義明, 田中昭裕, 森沢宣生: 開口障害の診断と処置方針, 新臨床歯科学講座, 4: 229-238, 1978.
- 7) 大平弘司, 長谷川明, 西村恒一: 顎運動練習による変形性顎関節症患者の治療について, 日口外誌, 26: 1308-1315, 1980.
- 8) Beumer, J., Thomas, A. C., David, N. F. Maxillofacial rehabilitation, Prosthodontic and surgical considerations, Mosby Co., St. Louis, pp534-536, 1979.
- 9) Rahn & Boucher: Maxillofacial prosthetics, principles and concept, W. B. Saunders Co., pp35-38, 1970.

- 10) 根本一男 : バイオフィードバック, 日本歯科医師会雑誌, 33 : 702-709, 1980.
- 11) Budzynski, T., Stoyva, J. : An electromyographic feedback technique for teaching voluntary relaxation of the masseter muscle. *J. Dent. Res.*, 52 : 116-119, 1973.
- 12) Gessel, A. H. : Electromyographic biofeedback and tricyclic antidepressants in myofacial pain dysfunction syndrome : Psychological predictors of outcome. *J. Am. Dent. Assoc.*, 91 : 1048-1052, 1975.
- 13) Farrar, W. B. : Using electromyographic biofeedback treating orofacial dyskinesia. *J. Prosthet. Dent.*, 35 : 384-387, 1976.
- 14) 根本一男, 東田佑児, 細谷仁憲 : 顎補綴の機能性, 歯界展望, 48 : 206-212, 1976.