咀嚼運動の巧妙性に関する筋電図学的研究

第1報 新しい筋電図評価法

石垣 尚一 田中 孝一 仲谷江美子

吉川 健司 大前 泰三 井上 俊二

奥田 眞夫 赤西 正光 丸山 剛郎

Electromyographic Study on Motor Skill in Chewing Movement

— A New Concept on Relating Electromyographic Analysis to Chewing Movements —

Shouichi Ishigaki, Kouichi Tanaka, Emiko Nakatani,
Kenji Yoshikawa, Taizo Omae, Shunji Inoue,
Tadao Okuda, Masamitsu Akanishi and Takao Maruyama

Abstract : This article was aimed to propose a new concept on evaluating electromyographic activities of masticatory muscles during chewing movements viewed from the standpoint of motor skill.

Correlation coefficients between the ratio of lateral distance to ten vertical level set at 0.5 mm to 5.0 mm with 0.5 mm step from the end of closing phase and activities of bilateral masseter, anterior and posterior temporalis in each chewing stroke were evaluated using raisin, peanut, soft and hard testing gum in five subjects.

Habitual chewing side always demonstrated less numbers of subjects who showed high correlation coefficients especially in the case of soft testing gum.

Key words : chewing movement, masticatory muscles, electromyograph, habitual chewing side, motor skill

I. 緒 言

下顎運動記録装置や分析機器の発達により、下顎運動と筋電図の同時記録および分析が容易となり、下顎運動

時の咀嚼筋活動について、多くの筋電図学的分析がなされている¹⁾。

これらの研究のほとんどは、筋放電の開始点や終了点等の時間的因子、積分値や平均電位等の量的因子、周波数成分等の質的因子をとりあげ、筋電図と下顎運動との関連性を見い出そうとしたものである^{2~6)}。

下顎運動のうちでも特に咀嚼運動は、高度に制御され、他の身体の習熟運動と同様に、習慣的かつ反射的に遂行される運動である⁷⁾。この咀嚼動作は、歯、歯周組織、咀嚼筋、顎関節、舌、口唇、頬など多くの器官や組

大阪大学歯学部歯科補綴学第一講座（主任：丸山剛郎教授）
Department of Fixed Prosthodontics and Occlusion Osaka
University Faculty of Dentistry (Chief: Prof. Takao
Maruyama)

平成元年 11 月 22 日受付

表 1 被験者

被 験 者	年 齢	性 別	習 慣 性 咀 嚼 側
# 1	24	女	左側
# 2	27	男	左側
# 3	25	女	右側
# 4	24	男	左側
# 5	24	男	左側

織の複雑な機能が巧妙に強調して行われる⁸⁾。前述の様々な分析は、下顎運動のメカニズムを解明するためには不可欠であるが、機能面の解析という観点から、咀嚼運動自体の運動の巧妙性を評価することも非常に重要であると考ええる。

本研究の目的は、咀嚼筋活動と咀嚼運動時の閉口経路との相関を調べ、咀嚼運動の巧妙性について評価しうる新しい分析方法を確立し、その臨床応用を試みることである。本稿では、第 1 報として、分析方法の評価と、習慣性咀嚼側や被験食品の違いに着目した分析結果について報告する。

II. 研究方法

1. 被験者

顎口腔機能に自覚的、他覚的に異常を認めず、習慣性咀嚼側の存在を被験者自身が自覚している女性 2 名、男性 3 名、年齢 24~27 歳、平均年齢 24.8 歳の計 5 名の正常者を大阪大学歯学部学生より選択した。問診により 5 名のうち 4 名では習慣性咀嚼側が左側であり、1 名は右側であった (表 1)。

2. 記録方法

筋電図は、両側咬筋、側頭筋前部および後部の筋走行に沿って、皮膚表面を専用洗浄ゲル (Skin-Pure, 日本光電) にて清拭したのち、高伝導電極ペースト (Gelaid, 日本光電) を用いて双極表面電極により導出した。電極間距離はいずれも 10 mm とし、皮膚電極間抵抗はすべて 5 K Ω 以下となるようにした。

下顎の運動軌跡は、下顎中切歯間に貼布した磁石の磁場をホール素子を用いて検出する電気的下顎運動記録装置 (Sirognathograph, Siemens) を用いて記録した⁶⁾。

被験者を、フランクフルト平面が床と可及的に水平となるようにシールドルーム内で木製椅子に座らせた。被験食品として、レーズン、ピーナッツ、ソフトテスティングガム (㈱ロッテ, 東京)、およびハードテスティングガム (㈱ロッテ, 東京) を用い、左右側を指定して片

側咀嚼を行わせた。筋電図および顎運動は 21 ch FM 方式データレコーダー (XR-710, TEAC) に記録した後、サンプリング周波数 1 kHz で A/D 変換し、フロッピーディスクに保存した。

3. 分析方法

各ストロークの咀嚼運動経路を、開口相、閉口相および咬合相の 3 相に分割した。各相の認識は、前 2 者に関しては運動方向、後者に関しては咬頭嵌合位から 2 mm 以内かつ速度が 14.6 mm/sec 以下の閾値を設定して行った⁹⁾。咀嚼開始より 10 ストロークを対象として、前頭面閉口経路の側方偏位量を閉口相終了点 0.5 mm 下方より 5.0 mm 下方まで 0.5 mm ごとに 10 層にわけて計測し、垂直偏位量に対する比を各々求めた。各被験筋についての筋電図積分値も同様に、咀嚼開始より 10 ストロークを対象として計算した。

各被験食品に関する上記の 10 ストローク分の積分値と、10 層の 10 ストローク分の側方偏位量のデータ間の相関係数を、各層ごとに算出した。なお、結果の検定には χ^2 検定を有意水準 95% で用いた。

III. 結 果

被験者 5 名に関する分析結果を図 1~5 に示す。各図の中央に分析対象とした 10 ストロークの前頭面閉口相閉口経路を、その左右に相関分析の結果を表示した。★および☆は各層において 10 ストロークの閉口相閉口経路と、各被験筋積分値間に相関係数の絶対値が 0.7 以上の相関関係が認められたものを示す。★は、正の相関関係が認められたもので、筋活動量が大きいほど作業側より閉口経路をとったことを表しており、☆は負の相関関係が認められたもので、筋活動量が大きいほど非作業側より閉口経路をとったことを表している。

垂直偏位量により区分した 10 層を、5.0~3.5 mm, 3.0~2.0 mm, 1.5~0.5 mm の 3 層に大別し、被験食品別に、習慣性咀嚼側と非習慣性咀嚼側にわけ、各相において絶対値 0.7 以上の相関係数を示した被験者数を集計したものを図 6 に示す。

5.0~3.5 mm では、レーズン以外の食品すべてにおいて、習慣性咀嚼側で高い相関関係を示した被験者数が少なかった。

3.0~2.0 mm では、ピーナッツ以外の食品すべてにおいて、習慣性咀嚼側で高い相関関係を示した被験者数が少なかった。

図1 被験者 #1 分析結果。各図の中央に分析対象とした10ストロークの前頭面閉口相閉口経路を示す（★：各相において10ストロークの閉口相閉口経路と各被験筋積分値間の相関係数 $r \geq 0.7$ ，☆：相関係数 $r \leq -0.7$ ，RTp：右側側頭筋後部，RTa：右側側頭筋前部，RMm：右側咬筋，LMm：左側咬筋，LTa：左側側頭筋前部，LTp：左側側頭筋後部）

図2 被験者 #2 分析結果

図3 被験者 #3 分析結果

図4 被験者 #4 分析結果

図5 被験者 #5 分析結果

図 6 網掛棒は、各相において 10 ストロークの閉口相閉口経路と各被験筋積分値間の相関係数 $|r| < 0.7$ の、斜線棒は $|r| \geq 0.7$ の被験者数を表す (H: 習慣性咀嚼側, NH: 非習慣性咀嚼側, *: $p < 0.05$)

1.5~0.5 mm では、レーズン以外の食品すべてにおいて、習慣性咀嚼側で高い相関関係を示した被験者数が少なかった。

ソフトガムではすべての相において、習慣性咀嚼側で高い相関関係を示した被験者数が少なかった。

IV. 考 察

咀嚼運動は、他の身体の習熟運動と同様に習慣的かつ反射的に行われる運動であり⁷⁾、運動に関与する様々な筋活動の結果として現れる¹⁰⁾。咀嚼運動の特徴は、歯、顎関節の形態や機能、様々な末梢感覚受容器からの入力によって運動様式が巧妙に修飾されることである⁸⁾。

咀嚼運動を筋電図学的に研究したものは、分析にあたって何ストロークかのデータより平均値を求めたり、各ストロークの筋電図と下顎運動のデータを対応させて、運動状態との比較を試みているものが多く¹⁻⁶⁾、咀嚼筋筋電図解析による運動そのものの評価には至っていないのが現状である。

生体はその構造上あそびすなわち自由性を有しているが、特に顎関節は運動方向の自由度も高く、そのため性状が比較的均一で一定とされるガムなどの食品を咀嚼した際にも、筋活動量や咀嚼運動経路が日内、日間に限らず同一咀嚼試行内においても全く同一の値、経路をとることはなく、程度の差はあるが、様々な変化を示す。さらに、生体側の要因によってこのような若干の変化が生じて、それらを自身で認識することはなく、なんら

不自由を感じることもない。個々の咀嚼筋の活動についても、個人内、個人間ともかなりの変動を有し、機能運動中の筋活動をとらえる場合には系全体として評価すべきであり¹⁰⁾、個々の経路とそれに対応する個々の筋活動の評価を行う分析方法だけでは、不十分ではないかと考えられる。

本論文では、咀嚼運動経路と筋活動量間の相関分析に基づいた、筋電図を咀嚼運動に関連づける新しい概念を紹介した。

本研究の特色は個々のストロークの評価ではなく、運動全体の巧妙さという観点からの評価をなすことである。さらに、分析結果が筋活動量そのものではなく、その変化によって左右されるため、被験者の個人的な評価が可能であり、また、垂直的にどのレベルにおいて咀嚼経路が筋活動量の変化の影響を受けているかを知ることができる。

習慣性咀嚼側に関しては、従来よりその存在の有無が議論されているが、少なくとも咀嚼開始時の咀嚼開始側には左右的な得手側が存在し¹¹⁾、また咬筋の筋活動量と咀嚼中の食品の位置との間に、関連性がみられたことが報告されている¹²⁾。

5名の正常被験者に関して、特に習慣性咀嚼側と非習慣性咀嚼側に注目して分析を行って得られた結果より、被験者が咀嚼運動を行うにあたって、なんら努力も必要とせず円滑かつ無意識に行っているとすれば、同一試行内での咀嚼経路の若干の変動には特に筋活動量の変化はほとんど関与していないこと、被験者が咀嚼運動を行う

にあたって、円滑かつ無意識に行われていると感じていても、咀嚼側や食品の性状の変化が咀嚼運動になんらかの影響を与えていれば、筋活動量の変化が咀嚼経路の変動に影響を与えている可能性があることが示唆された。

V. 結 論

運動の巧妙性の観点から、咀嚼運動経路と筋活動量間の相関分析に基づいて、筋活動量の変化と咀嚼運動経路との対応を検討した。

習慣性咀嚼側と非習慣性咀嚼側とを対比して検討したところ、筋活動量の変化と咀嚼運動経路との相関関係は、習慣性咀嚼側で低く、非習慣性咀嚼側で高い値を示した。

このことから、運動が円滑に行われていれば、個々の試行内における経路の変動と咀嚼筋活動の変化との間には関連性が低いことが示唆された。

また、本研究で紹介した咀嚼運動経路と筋活動量間の相関分析に基づいた筋電図・咀嚼運動分析法は、咀嚼運動自体の巧妙性を評価することができ、咀嚼筋筋電図を臨床的に顎口腔機能診査の1つとして用いる際に有用であることが示唆された。

文 献

- 1) Dahlstrom, L.: Electromyographic studies of cranio-mandibular disorders: a review of the literature, J

Oral Rehab, 16: 1~20, 1989.

- 2) 石垣尚一, 赤西正光, 丸山剛郎ほか: 咀嚼筋機能の分析に関する研究—閉口筋活動の同調性について, 顎機能, 4: 81~86, 1986.
- 3) 赤西正光, 石垣尚一, 丸山剛郎ほか: 顎筋表面筋電図の周波数分析に関する研究 (1)—左右側顎筋の調和—, 補綴誌, 30: 817~829, 1986.
- 4) 赤西正光, 石垣尚一, 丸山剛郎: 周波数分析による等尺性負荷時顎筋の疲労に関する筋電図学的評価, 顎機能, 6: 25~30, 1988.
- 5) 石垣尚一: 最大開閉口運動における下顎の偏位に関する臨床的研究, 阪大歯誌, 33: 168~195, 1988.
- 6) 石垣尚一, 赤西正光, 丸山剛郎ほか: 筋電図診査の臨床応用に関する研究 第1報 筋活動の評価方法について, 顎機能, 7: 139~146, 1989.
- 7) 丸山剛郎: 臨床生理咬合, 1~4, 医歯薬出版, 東京, 1988.
- 8) 河村洋二郎: 口腔生理学, 158~232, 永末書店, 京都, 1966.
- 9) 瑞森崇弘: 咀嚼運動分析による顎口腔機能診断に関する研究, 阪大歯誌, 32: 105~136, 1987.
- 10) Gay, T. and Piecuch, J.F.: An electromyographic analysis of jaw movements in man (1), Electromyogr clin Neurophysiol, 26: 365~384, 1986.
- 11) Delpont, H.P., De Laat, A., Nijs, J. et al: Preference pattern of mastication during the first chewing cycle, Electromyogr clin Neurophysiol, 23: 491~500, 1983.
- 12) Christensen, L.V. and Radue, J.T.: Lateral preference in mastication: an electromyographic study, J Oral Rehab, 12: 429~434, 1985.