

## 摂食嚥下リハビリテーションのための表情筋活動の筋電図学的評価

## Electromyographic evaluation of perioral facial muscle for dysphasia rehabilitation

○ 埜 総司（東北大学） 佐々木 啓一（東北大学）

Soshi HANAWA, Tohoku University

Keiichi SASAKI, Tohoku University

**Abstract:** The orbicularis oris(OO) and buccinator(BU) muscles controlling lips and cheeks perform an important roles in the process of feeding. It is important to understand the activities of the facial muscles in dysphasia rehabilitation. The purpose of this study was to consider problems of the clinical electromyography(EMG) examination and engineering technology needed for evaluating the functions of perioral facial muscles easily and non-invasively in dysphasia rehabilitation, based on the experimental methods and results that we have done in the past. EMG of the facial muscles were recorded with fine wire electrode in 10 subjects. To determine the recording positions for the BU, we experimentalized EMG recordings from three different sites of cheek, anterior, central and posterior. The recording position of the BU was determined to the central site without electromyographic contamination from adjacent muscles. During mastication of chewing gum and peanuts, the OO and BU have a single active peak in the jaw-opening phase. Integrated EMG of the OO changed significantly when the amount of both foods changed. Those of the BU changed significantly with the amount of gum changed, but did not change with the amount of peanuts changed. The burst duration of OO changed significantly when the amount of gum changed. In this study, we could determine the EMG recording position of the BU by using fine wire electrode, and show the functional characteristics of OO and BU muscles during mastication.

**Key Words:** Dysphasia rehabilitation, electromyogram, facial muscle, masticatory muscle, mastication

## 1. 背景

咀嚼運動は、口腔周囲の歯、歯周組織、咀嚼筋、開口筋、顎関節、表情筋からの求心性感覚情報をもとに、中枢神経系から末梢器官へ遠心性情報が送られることによって複雑に調節されている。捕食から粉碎、食塊形成に至る一連の咀嚼の過程では、表情筋によって制御される口唇、頬が重要な役割を果たしている。

咀嚼嚥下の過程において、食物の捕食後、食品が口腔外へ逸脱しないように口唇によって閉鎖され、舌と頬粘膜によって上下顎臼歯の間に移送される。粉碎性の食品の場合は、食物は舌、頬粘膜、によって歯列上に保持される。このとき、食品が口腔外へ逸脱しないように口唇は閉鎖される。摂食嚥下リハビリテーションを行ううえで、表情筋の活動様相を把握することは極めて重要である。

表情筋は周囲の咀嚼筋や他の表情筋と近接して走行、あるいは交錯しているためクロストークが多く、これらの表情筋の活動電位を表面電極により分離・導出することは困難である。我々は、この問題を解決するため、ワイヤー電極を用いて頬筋および口輪筋の筋活動の導出を可能としている。しかしながら、ワイヤー電極の刺入には侵襲が伴い、電極の設置にも時間を要するため、日常診療で気軽に使用できるものとは言い難い。

## 2. 目的

摂食嚥下リハビリテーションにおける表情筋の機能を筋電図学的に非侵襲的かつ簡便に評価するために、これまで我々が行ってきた実験方法や実験結果<sup>(1)</sup>をもとにして、臨床現場での筋電図検査の課題や今後求められる工学技術について検討することを目的とする。

## 3. 方法

### 3.1 被験者

被験者には、臨床的に顎口腔機能に異常が認められない健常有歯顎者 10 名を用いた。被験者には、本研究の意義、

内容について事前に十分な説明を行い、理解および同意を得た。

### 3.2 筋活動の記録

#### 3.2.1 被験筋

被験筋は、右側の上口輪筋、頬筋、咬筋、顎二腹筋前腹とした。

#### 3.2.2 筋活動の導出部位

口輪筋の導出部位は、口角から上口唇赤唇縁に沿って内側に 2.5, 7.5mm の点から双極導出した。咬筋および顎二腹筋前腹は、最大随意収縮時に、筋腹が最も触知される部位から双極導出した。頬筋では、導出部位を決定するために、頬部数カ所の位置にワイヤー電極を刺入し、頬前方部、頬中央部、頬後方部の 3 部位から筋活動を導出し、導出部位を検討した。

#### 3.2.3 筋活動電位の記録

表情筋活動の導出には、エナメル被覆ステンレスワイヤー電極を用いた。ワイヤー電極の先端 1mm のエナメルを剥離し、鋭利に加工後、顔面皮膚の毛孔に沿って刺入した。咬筋および顎二腹筋前腹には、塩化銀皿電極を用いた。導出された筋活動電位は、生体アンプ増幅および 20~1500Hz の帯域濾過後、データレコーダに記録し、A/D 変換後パーソナルコンピュータに保存した。

### 3.3 被験タスクと被験食品

基本被験運動として、(1) 口角を後方へ引く動作、(2) 口角を挙上する動作、(3) 咬みしめ、(4) タッピング、(5) 開閉口運動を行わせ、各筋の活動の有無を観察した。次に、被験食品を咀嚼させた。被験食品にはガム (1~4 枚) とピーナッツ (1~5 個) を用いた。

### 3.4 分析

分析は、筋活動の発現頻度、時間的要素、筋活動量について行った。サイクル時間、ストローク数、咀嚼時間、咀嚼頻度を算出した。口輪筋および頬筋筋活動の発現頻度は、口輪筋および頬筋のそれぞれの活動が認められたストローク数を計測し、全ストローク数に対する百分率で表した。

時系列的分析は、咀嚼サイクル毎に各筋の筋活動持続時間を測定し、全ストロークにおける平均値を求めて比較検討した。筋活動量は、各筋の咀嚼サイクル毎の積分値を求めた。

4. 結果

4.1 頬筋筋活動の導出部位の決定

頬前方部から導出された筋電図では、口角を引いたとき、口角を挙上したときに著しい活動が、笑ったときにわずかな活動が認められた。頬中間部からの導出では、口角を引いたとき、笑ったときに著しい活動が認められた。頬後方部からの導出では、笑ったとき、かみしめ、タッピングで活動が認められた(Fig. 1)。

ガム咀嚼時では、すべての筋が咀嚼に伴いリズムカルに活動しているのが観察された。頬前方部および頬中間部では開口相で筋活動が認められた。一方、頬後方部では、開口相と閉口相の2峰性に活動が認められ、閉口相での発現パターンは咬筋のものに類似していた。

これらの結果より、頬前方部からの導出では、口角を引いたときや口角を挙上したときに活動がみられたこと、また、笑ったときに活動が見られなかったことから、頬筋の活動電位のみならず、他の表情筋の活動電位が混入している可能性が高いと考えられた。また、頬後方部から導出された筋活動は、咬みしめ時、タッピング時に咬筋の活動電位の発現パターンに類似していたことから、咬筋の活動電位が一部混入していると考えられた。頬中間部からの導出では、口角を引いたときと笑ったときに著しい活動が認められた。

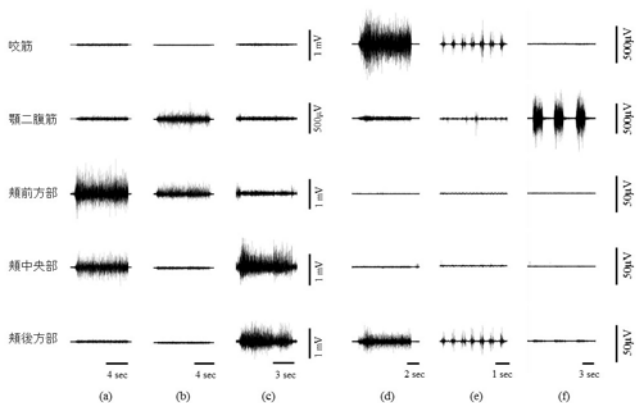


Fig.1 Electromyographic activities during different type of voluntary contraction. (a)pulling back corner of mouth, (b)pulling up corner of mouth, (c)laughing, (d)clenching, (e)tapping, (f)mouth opening and closing movements

4.2 咀嚼時の口輪筋および頬筋活動

ガム咀嚼では、ガムの枚数にかかわらず、サイクル時間、全ストローク数、咀嚼時間、咀嚼頻度はほぼ一定であった。ピーナッツ咀嚼では、サイクル時間、咀嚼頻度はほぼ一定であったが、全ストローク数、咀嚼時間はピーナッツの個数が増加するに従い有意に増加した。

発現頻度は、食品の種類にかかわらず、口輪筋、頬筋ともに咀嚼側ではほぼ 100%の発現頻度であった。各筋の発現順序は、咬筋活動の終了後、顎二腹筋、口輪筋、頬筋の順であった。この傾向は食品の種類にかかわらず一定であった。

ガム咀嚼時、咀嚼側の口輪筋および頬筋の活動持続時間はガムの枚数が増加するにつれて有意に長くなった。ピー

ナッツ咀嚼時では、ピーナッツの量にかかわらず、口輪筋および頬筋の活動持続時間に一定の傾向は認められなかった。

ガム咀嚼時、口輪筋および頬筋の筋活動量は咀嚼側においてガムの枚数が増加するにつれて有意に増加した。ピーナッツ咀嚼時は、口輪筋は咀嚼側、非咀嚼側でピーナッツの量が増加したとき有意に増加したが、頬筋では有意な差は認められなかった。

5. 考察

本研究では、ワイヤー電極を使用して口輪筋、頬筋を同定することができた。また食品の種類あるいは食品の量の違いが口輪筋および頬筋に与える影響を検出することができた。これは、ワイヤー電極の先端を目的の筋の近くまで到達することができたため達成されたものと考えられる。

ワイヤー電極は表面電極のように貼布するだけでは導出ができないため、皮膚への電極の刺入が必要となる。このとき、わずかではあるが疼痛を生じることがあり、また、頬筋では 15mm 程度の刺入深度を必要とするため、表皮、真皮、皮下組織、筋膜等を損傷する恐れもあるため日常臨床の現場で気軽に使用するにはまだハードルが高いのが現状である。侵襲がなく簡便に筋活動を導出するには表面電極が選択されるが、電極の性質上、周囲筋からのクロストークが多く、目的の筋の活動を的確に導出することはほぼ不可能とっていい。

本実験の頬筋の導出部位を同定するための実験では、頬の前方部、中央部、後方部から筋活動の導出を行い、頬筋の導出部位を決定した。この3部位からの筋活動は被験タスクによって異なる活動様相を示したが、これらの導出部位同士の距離はわずか数ミリであり、数ミリの違いで周囲筋からのクロストークの影響が問題となる。

摂食嚥下リハビリテーションの現場では、これらの問題を解決できるような、非侵襲的で、かつ簡便に目的の筋の活動を正確に導出できるような新装置や新技術が求められている。

参考文献

(1) S. Hanawa, A. Tsuboi, M. Watanabe and K. Sasaki, EMG study for perioral facial muscles function during mastication, Journal of Oral Rehabilitation, Vol. 35, pp. 159-170, 2008.