

令和 3 年 6 月 8 日現在

機関番号：15301

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17H04391

研究課題名(和文)咀嚼運動による舌根部オーラル・フレイル回避効果に関する基礎研究

研究課題名(英文)Fundamental research on the effect of mastication on tongue-lifting ability

研究代表者

皆木 省吾 (Minagi, Shogo)

岡山大学・医歯薬学総合研究科・教授

研究者番号：80190693

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 9,400,000円

研究成果の概要(和文)：咀嚼時に発現する舌後方部の挙上運動を定量的に分析するために構音時の筋活動を指標とする方法について検討した。舌圧との関係を評価するために構音時の舌圧データの日内変動を評価したが、すべての被験音、音量において日内変動は少なく、信頼性、再現性があることが示された。被験音/ko/では60-50dB間においては、声量が異なっても舌圧が等しければ筋活動量が近似した値をとる傾向が強いことが示された。これらの結果より、構音が筋活動の標準化の指標として採用できる可能性が示唆された。また、咀嚼時の舌後方部の挙上筋活動は、食材の物性によって影響を受けることが明らかになった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

舌後方部の挙上運動は、咀嚼運動や摂食嚥下運動に深く関与していると考えられる。その運動を定量的に評価することは、現在日本で問題となっている高齢化によるオーラルフレイルなどの評価や対策のために重要であると考えられる。この研究は、この舌後方部の挙上運動を定量評価するための基礎的情報を明らかにするものであり、今後のリハビリテーションやフレイル予防のために有用な成果となっている。

研究成果の概要(英文)：In order to quantitatively evaluate the posterior tongue lifting movement using neck surface EMG, standardizing method was explored in this study. The relationship between tongue pressure and articulation was evaluated. During the articulation of /ko/, EMG strength was suggested to be stable when the pressure fell in similar range. These result suggested the possibility to utilize articulation for the standardization of neck surface EMG. Also, posterior tongue lifting EMG activity was shown to be affected by different food texture.

研究分野：歯科補綴学

キーワード：EMG 舌後方部 咀嚼

様式 C-19, F-19-1, Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

嚥下運動に関わる舌根部の後上方への挙上運動については、2016年 Pearson ら¹⁾によるベクトル解析を用いたコホート研究に示されるように、嚥下機能に関連して現在最も注目を浴びている機能運動の一つである。Pearson らによれば、固有ベクトル解析によって舌根部の後上方への挙上力の不足が喉頭蓋反転不全の重要な因子であることが示されている。また、2016年の Gassert らによる functional muscle MRI を用いた研究²⁾においても舌骨舌筋および茎突舌筋による舌根部の後上方への挙上運動が嚥下運動に関与していることを示している。

しかし、日常的に広く機能評価のために使用することができる非侵襲的な舌根部挙上に関連する筋活動の評価については、我々が開発した頸部舌筋電図 (Manda ら, 2016³⁾) 以外には現時点では類をみない。この手法では頸部の表面電極を用いて舌根部の挙上力を定量的に評価することが可能であることが明らかになった。この筋電図においては、計測された筋活動は舌後方部の挙上力荷重との間に直線的な相関を有することが示されており、舌根部機能の解析に強力なツールとなることが示されている。

テクスチャーの異なる食品を咀嚼した際の舌根部、咬筋、側頭筋、オトガイ下部の筋電図を評価すれば、舌根部挙上に関わる筋活動は咀嚼・嚥下関連の機能運動を反映し、さらに隣接筋間の分解能を高めることによって機能運動の詳細を明らかにすることが可能であると考えられる。現時点では嚥下関連の舌機能は、圧力評価装置によって評価されることが多いが、分解能の高い次世代型筋電図による機能評価が可能になれば口蓋等に舌が接触する場合以外にも多くの機能評価が可能となることからその発展は大きく期待される。

2. 研究の目的

舌の運動・機能の重要性は広く知られるところであるが、その活動実態は未だ十分に解明されるに至っていない。我々はこれまで、頸部の表面筋電図を利用した簡便かつ非侵襲的な機能評価手法 (以下、N-EMG) について報告してきた。しかし、筋電図の量的因子を解析するためには活動量の標準化が必要であるが、N-EMG の標準化手法は未だ確立されていない。本研究は、(1)N-EMG の標準化について、構音を利用した標準化手法について検討を行うこと、ならびに(2)咀嚼時の舌根部筋活動を評価することを目的とした。

3. 研究の方法

(1)表面電極は、胸鎖乳突筋前縁、下顎骨下縁、顎舌骨筋後縁に囲まれた三角形の中に、下顎骨下縁の垂線が通る位置に表面電極を貼付した (図1)。電極は左右両側に設置した。構音について、構音時に舌後方部が口蓋に接触する /ka/, /ko/, /ga/, /go/ を被験音とした。構音時の声量はデジタル騒音計を用いて測定し、被験音をそれぞれ 70dB, 60dB, 50dB, 40dB の大きさで発声させた。

さらに構音時の舌圧を測定するために、口蓋両側に圧力センサを設置した。構音時の舌圧および筋電図波形の最大振幅値について、日内変動による舌圧データの繰り返し測定の高信頼性、再現性を検証するために、級内相関係数を用いた。また各被験音において、舌圧の日間変動が少ない 60-50dB, 50-40dB の2条件下のデータを対象として両日間で舌圧の値が近似するデータ (誤差範囲 $\pm 5\%$) を選定し、各条件において発生した最大筋活動量を用いて相関関係を検討した。

(2)表面電極は、図2に示す7カ所に貼付した。⁴⁾ 被験食として、硬くて粉碎を要するものとしてグミゼリー、柔らかくて粉碎を要するものとしてスポンジケーキ sponge cake, 粉碎を要さないものとしてマッシュポテトを使用した。被験食はすべて 2g となるよう調整した。これら3つの被験食をそれぞれ右側片側咀嚼、左側片側咀嚼で咀嚼させた後に、嚥下させた。被験者は被験食を自身で口腔内に入れた後に下顎安静位をとり、その後咀嚼を開始した。咀嚼が完了したと感じた時に自由に嚥下するよう指示した。各被験食の試行が終了するごとに、被験者は口をゆすいで自由に水を飲むよう指示された。

4. 研究成果

(1)すべての被験音、声量において舌圧データの級内相関係数は 0.6 以上を示した。また、各被験音において日間変動が少ない 60-50dB 間および 50-40dB 間で舌圧が近似しているデータを選定 (誤差範囲 ± 0.5) し、その際に発生した筋活動の最大振幅値により散布図を作製したところ、/ko/ の 60-50dB 間では図3に示すように強い正の相関を認めた ($r=0.75$)。

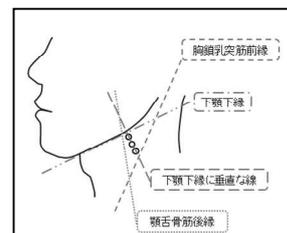


図1 N-EMG 電極貼付部位

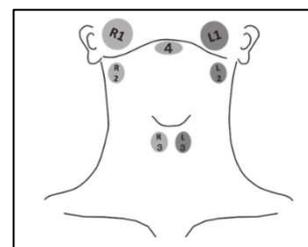


図2 咀嚼時の電極貼付部位

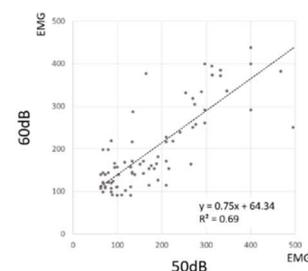


図3 /ko/ の 60-50dB における最大振幅値の相関関

舌圧データの日内変動については、すべての被験音、音量において級内相関係数は高値を示した。このことから、本研究で採用した構音時の舌圧測定手法は日内変動が少なく、信頼性、再現性があることが示唆された。また、各被験音において 60-50dB 間、50-40dB 間では日間変動が少ない傾向にあり、さらに舌圧についても近い値を示す傾向にあった。このことから、60-40dB 間の声量では、声の大きさが必ずしも舌圧に影響を及ぼさないことを示唆していると考えられた。さらに、被験音/ko/においては 60-50dB 間で舌圧の値が近いデータセットにおいては、その際に発生した筋活動量に強い正の相関を認めた。これにより、/ko/では 60-50dB 間においては、声量が異なっても舌圧が等しければ筋活動量が近似した値をとる傾向が認められた。

これらの結果より、構音により『日中・日間変動が少ない』『再現性のある』舌後方部の筋活動を記録することができると考えられ、筋活動の標準化の指標として採用できる可能性が示唆された。本法の有用性を今後さらに全身状態などの条件が異なる被験者群において示すことができれば、舌機能低下患者に対する治療的介入の評価が筋電図レベルで可能になることが示唆された。

(2) 3種類の食品のすべての咀嚼ストロークについて、左側と右側の N-EMG の最大振幅の中央値の比較を図 4 に示す。グミゼリーの場合、最大 N-EMG 活性の中央値は、咀嚼側の方が非咀嚼側よりも有意に高かった。つまり、左側の N-EMG は、右側の咀嚼時よりも左側の咀嚼時に大きな筋活動を示し、右側の N-EMG は、左側の咀嚼時よりも右側の咀嚼時に大きな筋活動を示しました。これとは対照的に、スポンジケーキとマッシュポテトでは、左側の咀嚼時に左側の N-EMG が右側の N-EMG よりも有意に大きかったが、右側の咀嚼には有意差はなかった。

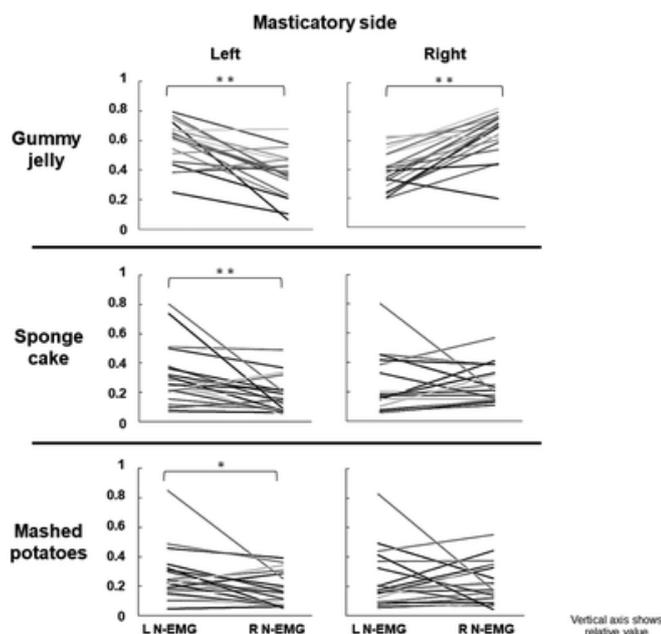


図 4 三種類の被験食についての全ての咀嚼ストロークにおける左側ならびに右側 N-EMG の最大振幅比

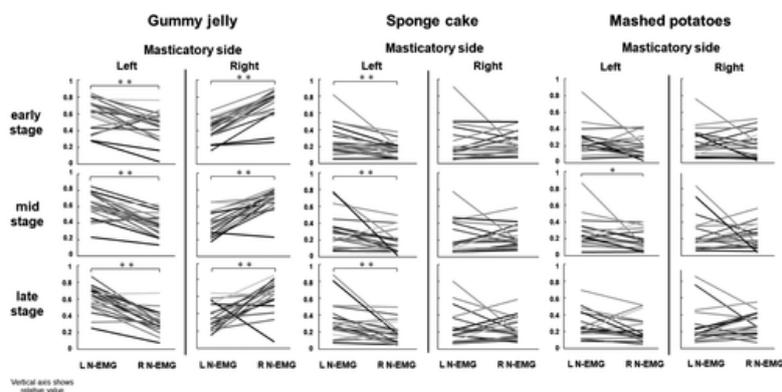


図 5 咀嚼初期、咀嚼中期、咀嚼後期における咀嚼側および非咀嚼側における同側 N-EMG 最大振幅値の比較

図5に咀嚼側と非咀嚼側における左右のN-EMGの最大活動の中央値を比較した結果を示す。グミゼリーの場合、最大N-EMG活性の中央値は、すべての段階で非咀嚼側より咀嚼側で有意に高かった。スポンジケーキの場合、左側で咀嚼した場合には左側のN-EMGが右側のN-EMGよりも有意に高かったが、左側で咀嚼した場合には左側と右側のN-EMGに有意差は認められなかった。マッシュポテトの場合、中期では左側のN-EMGが右側のN-EMGよりも高かったが、他の段階では左側と右側のN-EMGに有意差は認められなかった。

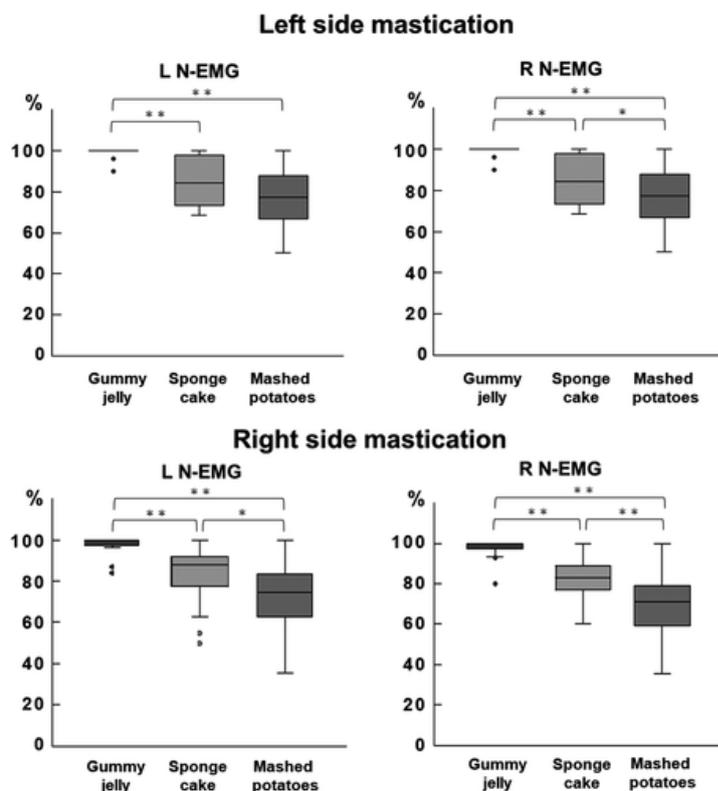


図6 全ての咀嚼ストロークにおいて、N-EMGのピークが咬筋EMGのピークの時間的範囲内で発現している確率

1回の咬筋EMGバースト持続時間内にN-EMGピークが観察された頻度をパーセント表示したものを図6に示す。右側咀嚼においても左側咀嚼においても、グミゼリーにおいては他の2つの試験食品よりも有意に高い観察頻度を示すことが明らかになった。これらの結果から、グミゼリーなどの粉砕が必要な硬い食品を咀嚼する場合、舌後方部の挙上運動によって咀嚼側の咬合面に食塊を保持する役割を果たしていることが示唆された。

<引用文献>

- 1) Pearson WG Jr, Taylor BK, Blair J, Martin-Harris B. Computational analysis of swallowing mechanics underlying impaired epiglottic inversion, Laryngoscope. 2016 Aug;126(8):1854-8. doi: 10.1002/lary.25788. Epub 2015 Nov 24.
- 2) Gassert RB, Pearson WG Jr. Evaluating muscles underlying tongue base retraction in deglutition using muscular functional magnetic resonance imaging (mfMRI). Magn Reson Imaging. 2016 Feb;34(2):204-8. doi: 10.1016/j.mri.2015.10.029. Epub 2015 Oct 31.
- 3) Manda Y, Maeda N, Pan Q, Sugimoto K, Hashimoto Y, Tanaka Y, Kodama N, Minagi S. New method of neck surface electromyography for the evaluation of tongue-lifting activity. J Oral Rehabil. 2016 Jun;43(6):417-25. doi: 10.1111/joor.12389. Epub 2016 Feb 10.
- 4) Mori K, Manda Y, Kitagawa K, Nagatsuka H, Furutera H, Kodama N, Minagi S. Coordination of surface electromyography activity in the posterior tongue region. J Oral Rehabil. 2021 Apr;48(4):403-410. doi: 10.1111/joor.13135. Epub 2020 Dec 31.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Mori K, Manda Y, Kitagawa K, Nagatsuka H, Furutera H, Kodama N, Minagi S.	4. 巻 48
2. 論文標題 Coordination of surface electromyography activity in the posterior tongue region during mastication of differently textured foods.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Oral Rehabilitation	6. 最初と最後の頁 403-410
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1111/joor.13135	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 森慧太郎, 萬田陽介, 兒玉直紀, 前田直人, 北川佳祐, 長谷川萌, 皆木省吾
2. 発表標題 咀嚼条件による舌後方部および咀嚼関連筋群の活動パターン 第一報
3. 学会等名 日本顎口腔機能学会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	兒玉 直紀 (Kodama Naoki) (70534519)	岡山大学・大学病院・講師 (15301)	
研究分担者	前田 直人 (Maeda Naoto) (10708051)	岡山大学・歯学部・博士研究員 (15301)	
研究分担者	萬田 陽介 (Manda Yousuke) (60794477)	岡山大学・医歯薬学総合研究科・助教 (15301)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	沖 和広 (Okii Kazuhiro) (00346454)	岡山大学・医歯薬学総合研究科・助教 (15301)	
研究分担者	川上 滋央 (Kawakami Shigehisa) (60708072)	岡山大学・歯学部・客員研究員 (15301)	
研究分担者	西川 悟郎 (Nishigawa Goro) (00172635)	岡山大学・歯学部・博士研究員 (15301)	
研究分担者	丸尾 幸憲 (Maruo Yukinori) (60314697)	岡山大学・大学病院・講師 (15301)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関