

令和 4 年 6 月 3 日現在

機関番号：15301

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2021

課題番号：19K19125

研究課題名（和文）高齢者の嚥下機能低下を防止する頸部表面筋電図を応用した日常運動の創製

研究課題名（英文）Creation of Daily Exercises Applying Cervical Surface Electromyography to Prevent Dysphagia in the Elderly

研究代表者

萬田 陽介（Manda, Yousuke）

岡山大学・医歯薬学域・助教

研究者番号：60794477

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,000,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、咀嚼時および構音時の舌後部筋活動を測定・解析した。その結果、粉砕が必要な食品の咀嚼では、咀嚼初期から嚥下直前を通して非咀嚼側と比較して咀嚼側の舌後部の運動に関連する筋活動量が優位に大きく、舌は食品の物性によって活動様式を変化させ、咬筋との協調運動を行っていることが明らかになった。また、構音時に筋活動については、性別は舌後部を挙上する音節の構音によって発生する舌圧に有意な影響を及ぼすこと、声量は舌圧および筋活動量に優位な影響を及ぼすことが明らかになった。今後は、リハビリテーション前後での比較を可能とするデータの標準化手法の確立が求められる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では咀嚼における舌の筋活動を左右両側で測定し評価しており、これまでにない試みである。その結果、硬固物を咀嚼する際、咀嚼側の舌は非咀嚼側と比較して嚥下直前まで優位に高い筋活動を示しており、硬固物の咀嚼が舌の筋機能維持に寄与する可能性がある事が示唆された。また、リハビリテーションによる筋機能への効果を評価する方法について、標準化の手法を検討した。これにより、舌筋のリハビリテーションの評価において筋電図が有効であることが示唆された。

研究成果の概要（英文）：In this study, muscle activities in the posterior part of the tongue during mastication and articulation were measured and analyzed. The results showed that the amount of muscle activity related to the movement of the posterior part of the tongue on the masticatory side was predominantly larger than that on the nonmasticatory side from the initial stage of mastication to just before swallowing during chewing of foods that require grinding. Furthermore, it was suggested that the tongue changes its activity depending on the physical properties of the food, and that the tongue is performing coordinated movements with the masseter muscle. Regarding the muscle activity during articulation, it was found that gender had a significant effect on the tongue pressure generated by articulation of syllables in which the posterior part of the tongue is raised, and that voice volume had a predominant effect on tongue pressure and muscle activity.

研究分野：補綴系歯学

キーワード：表面筋電図 舌後部 咀嚼 リハビリテーション

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

摂食嚥下障害、咀嚼障害に代表される口腔機能の低下は ADL (Activities of Daily Living) と QOL (Quality Of Life) の低下に大きく影響を及ぼすことが知られており (Ueda, 2004), 介護予防においては口腔機能の維持, 特に舌の運動能力が注目されている。咀嚼・嚥下は生命維持における重要な栄養摂取経路であり, 舌は様々な形態をとりながら咀嚼・嚥下に関わっている。なかでも舌根部は咀嚼時の食塊形成に参加し, さらに食塊を咽頭方向へ押し出すという重要な役割を果たしている。

舌の運動を客観的に評価する方法として, これまでに口蓋部に貼付した舌圧センサーを用いた舌圧評価 (Hori, 2007) やバルーンを用いた舌圧計による評価 (Utanohara, 2008, Tsuga, 2011) などが多数行われ, 臨床的に有用なデータが蓄積されている。しかし, これらは舌により発生した圧力の評価, つまり間接的な評価に過ぎず, 舌運動に関与する筋の活動を直接評価することはできない。発音, 嚥下時の舌運動を鑑みると, 舌の機能は前方部と後方部で別々に評価することが重要であるが, それぞれを分けて評価を行った報告は未だ存在しない。

このような背景から, これまでに舌根部の機能を直接的に評価する方法の確立が重要であると考え, 頭部を固定した状態であれば, 図 1 に示す位置に貼付した筋電計(以下, 頸部舌筋電図)から, 舌根部の挙上運動の定量的な評価と咀嚼時の舌機能評価が可能であり, 嚥下時のみでなく咀嚼時においても舌後方部が活動していることを解明した (Manda, 2016)。この方法により, 非侵襲的に咀嚼時の口腔内を可視化することが困難であるため, 咀嚼時の舌機能評価方法の開発は進んでいなかったが, N-EMG を使用することにより咀嚼時の舌機能を非侵襲的に, 定量的に評価することが可能となった。

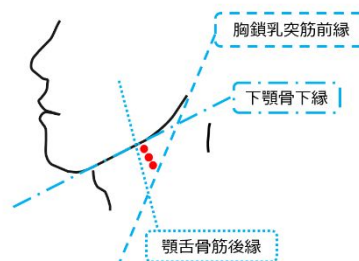


図 1 舌後方部運動時の筋活動を記録するための筋電計貼付位置(N-EMG)

2. 研究の目的

本研究では以下を目的とした。

若年者および高齢者における舌運動関連筋の電気生理学的特徴を明らかにすること。

食品の物性と咀嚼方法が咀嚼時の舌運動に及ぼす影響を明らかにすること。

咀嚼時の舌運動がもたらす舌のトレーニング効果を明らかにすること。

N-EMG により, 『咀嚼』という嚥下以外の機能運動が, 嚥下運動に必要なとされる筋活動を共有していることが判明した。これは, 咀嚼運動を理解し促進することによって嚥下機能の維持・低下防止が達成される可能性があることを意味する。

そこで本研究課題では『咀嚼時の舌運動が, 舌のトレーニング効果を有するのか』を解明することを本研究課題の核心をなす学術的「問い」とし, 低下した舌機能の回復を目指すことに留まらず, 舌機能の低下を防止する日常的機能運動を探索し提示することを目的とする。

3. 研究の方法

研究対象者は顎口腔系に異常のない 20 名の健常成人 (男性 10 名, 女性 10 名, 平均年齢 28.2 ± 2.4 歳) とした。除外基準は, 肺疾患, 神経疾患, 言語障害, および咀嚼または嚥下に異常がある者, 顎関節症の既往のある者とし, これらに該当する者は除外した。研究に先立ち研究内容を本人に説明し, 書面で同意が得られたものを対象とした。

筋電図はオトガイ下部, 両側咬筋, および N-EMG のデータを記録した。ディスプレイの Ag/AgCl 表面電極 ($6 \times 15\text{mm}$) は, 中央に不関電極を配置し, 差動電位検出が可能となるように電極間距離 8mm で貼付し, 声帯親和性のある薄いテープで覆った。

被験食として, 粉碎が必要な硬い食品としてグミゼリー 2g (Minibeutel Haribo Goldenbaren, ハリボー, ドイツ), 粉碎が必要な柔らかい食品としてスポンジケーキ 2g (プレミアムロールケーキ, 株式会社オイス), および粉碎を必要としない柔らかい食品としてマッシュポテト 2g (Creamy Mash, HONEST EARTH) を使用した。研究対象者には被験食を片側で咀嚼するよう指示した。被験食を口腔内に入れた状態で下顎安静位を維持させ, 合図により術者の指示した左側または右側の片側咀嚼を開始させた。また, 咀嚼が終了したのち, 嚥下を行う際にトリガースイッチを押すよう指示した。各試行間において研究対象者には飲水を指示し, 口腔内に食物残渣がないことを確認した。

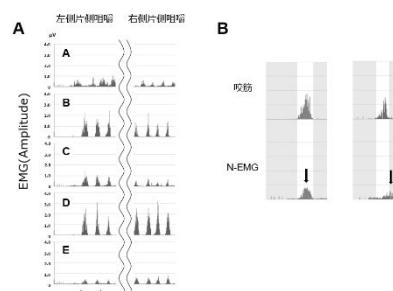


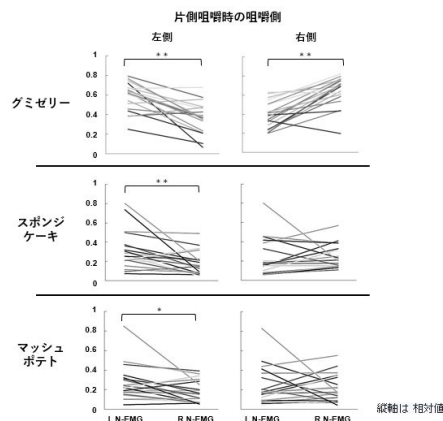
図 2 咀嚼および嚥下中のオトガイ下部, 両側咬筋, および両側 N-EMG の表面筋電図波形

得られた咀嚼および嚥下中のオトガイ下部, 両側咬筋, および両側 N-EMG の表面筋電図波形の例を図 2 A に示す。咀嚼開始後, 最初の咬筋筋活動開始時間を咀嚼開始, 嚥下直前の咬筋筋活動終了時間を咀嚼終了と定義し, 咀嚼開始から咀嚼終了までの時間を咀嚼時間と定義した。また, 咀嚼中の咬筋筋活動の開始から次の咬筋筋活動の開始直前までを咀嚼サイクルと設定した。本研究では, N-EMG の各咀嚼サイクルにおける最大振幅値と, 同値が発生するタイミングを評価項目とした。N-EMG の筋活動は, 左側および右側の片側咀嚼のすべての咀嚼サイクルで観察された最大振幅値によって正規化した。また, 咀嚼開始直後と咀嚼終了直前には特徴的な傾向が観察されるという仮説のもと, 総咀嚼サイクル数の最初の 25% を初期, その後の 50% を中期, 最後の 25% を後期と定義し, 各咀嚼時期において左側および右側片側咀嚼時の N-EMG の最大振幅値を比較した。加えて, N-EMG と咬筋筋活動の協調運動を検討するために, 咀嚼開始から咀嚼終了において咬筋筋活動区間中に N-EMG の最大振幅値が観察される割合を算出し比較した (図 2 B)。

4. 研究成果

・咀嚼開始から終了までの N-EMG の比較 (図 3)

グミゼリーを片側で咀嚼した場合, 咀嚼側の N-EMG は非咀嚼側よりも有意に大きい値を示した。これは, 咀嚼側の舌後方部の筋活動量が非咀嚼側よりも大きいことを示している。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, 咀嚼側の N-EMG が非咀嚼側よりも有意に高いケースがみられたものの, 一定の相関は認めなかった。また, N-EMG と咬筋筋活動の協調運動を調べた結果, 咬筋が活動している間, つまり閉口相において N-EMG が最大振幅値を示す割合は, グミゼリーにおいてほかの被験食よりも有意に高い値を示した。本研究においてグミゼリー, スポンジケーキ, マッシュポテトの間でみられた N-EMG の有意な差は, 食品物性が保持期の舌機能に与える影響を示唆しているものであると考えられる。今回の研究の結果から, グミゼリーのように粉砕が必要な硬い食品を咀嚼する場合, 咀嚼側の咬合面に食塊を保持する役割を舌後方部が担っていると考えられる。一方, グミゼリーと比較して, スポンジケーキやマッシュポテトなどの柔らかい食品を咀嚼する場合, N-EMG は, 咀嚼側の咬合面に食塊を保持する以外の舌の動き, すなわち, 食塊の形成または移送の影響を受けている可能性がある。

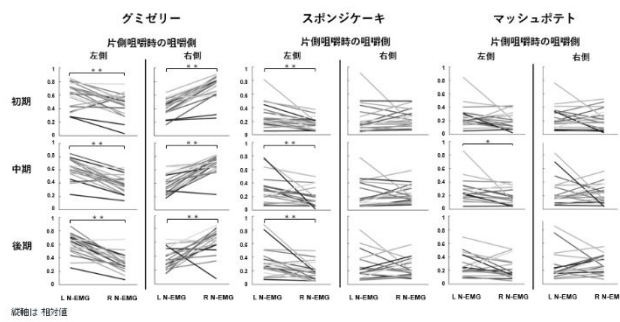


	左側片側咀嚼		右側片側咀嚼	
	L N-EMG	R N-EMG	L N-EMG	R N-EMG
グミゼリー	0.63 (0.50-0.67)	0.37 (0.31-0.46)	0.38 (0.28-0.50)	0.70 (0.60-0.75)
スポンジケーキ	0.26 (0.21-0.36)	0.16 (0.09-0.22)	0.16 (0.08-0.34)	0.20 (0.15-0.32)
マッシュポテト	0.22 (0.16-0.31)	0.16 (0.08-0.26)	0.18 (0.11-0.34)	0.19 (0.11-0.33)

図 3 咀嚼開始から終了までの N-EMG の比較

・咀嚼初期, 中期, 後期における N-EMG の比較 (図 4)

グミゼリーでは, 咀嚼の初期, 中期, 後期のすべてにおいて N-EMG の最大振幅値が咀嚼側で有意に大きい値を示した。スポンジケーキとマッシュポテトでは, いくつかの条件において咀嚼側と非咀嚼側の間で N-EMG の最大振幅値に有意差がみられた。これらの結果と閉口相の舌運動を考慮すると, グミゼリーなどの粉砕が必要な硬い食品の場合, 咀嚼の初期段階から嚥下直前まで咬合面に食塊が保持されていると推察される。一方, グミゼリーと比較すると柔らかいスポンジケーキやマッシュポテトでは, 咀嚼側咬合面での食塊保持が生じにくい, もしくは食塊保持に要する筋力が小さい可能性が考えられる。



咀嚼時期の咀嚼側	グミゼリー		スポンジケーキ				マッシュポテト				
	咀嚼側	非咀嚼側	咀嚼側	非咀嚼側	咀嚼側	非咀嚼側	咀嚼側	非咀嚼側	咀嚼側	非咀嚼側	
初期	0.44 (0.44-0.72)	0.49 (0.32-0.57)	0.46 (0.39-0.53)	0.77 (0.60-0.81)	0.23 (0.19-0.26)	0.17 (0.09-0.21)	0.11 (0.11-0.30)	0.22 (0.19-0.31)	0.18 (0.09-0.26)	0.20 (0.13-0.34)	0.22 (0.10-0.33)
中期	0.85 (0.55-0.75)	0.39 (0.30-0.47)	0.41 (0.28-0.51)	0.79 (0.65-0.75)	0.28 (0.21-0.35)	0.13 (0.09-0.22)	0.16 (0.07-0.35)	0.20 (0.14-0.35)	0.22 (0.17-0.32)	0.15 (0.09-0.24)	0.17 (0.13-0.30)
後期	0.41 (0.32-0.69)	0.34 (0.27-0.41)	0.36 (0.24-0.51)	0.64 (0.57-0.72)	0.28 (0.24-0.38)	0.20 (0.09-0.23)	0.17 (0.09-0.28)	0.20 (0.14-0.33)	0.22 (0.19-0.27)	0.16 (0.13-0.30)	0.17 (0.16-0.27)

図 4 咀嚼初期, 中期, 後期における N-EMG の比較

本研究の結果から, 粉砕が必要な食品の咀嚼では, 咀嚼初期から嚥下直前を通して非咀嚼側と比較して咀嚼側の舌後方部の運動に関連する筋活動量が優位に大きいことが示された。さらに舌は食品の物性によって活動様式を変化させ, 咬筋との協調運動を行っていることが示唆された。

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 0件）

1. 著者名 Keitaro Mori, Yousuke Manda, Keisuke Kitagawa, Hiroaki Nagatsuka, Hiroshi Furutera, Naoki Kodama, Shogo Minagi	4. 巻 Apr;48(4)
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 オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 萬田陽介, 入江正郎, 丸尾幸憲, 西川悟郎, 吉原久美子, 長岡紀幸, 松本卓也, 皆木省吾
2. 発表標題 唾液汚染除去材処理がセラミックスの接着強さに与える影響
3. 学会等名 日本補綴歯科学会 第129回学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 萬田陽介
2. 発表標題 構音を利用した舌後方部筋活動標準化の一手法 - 咀嚼・嚥下時の舌運動客観評価のために -
3. 学会等名 第63回顎口腔機能学会学術大会
4. 発表年 2019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
---------------------------	-----------------------	----

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
---------	---------