

令和 元年 6 月 20 日現在

機関番号：33804

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K00793

研究課題名(和文)水分及び固形物摂食時の舌骨上筋群の表面筋電位パタン解析

研究課題名(英文) Submental muscles activity pattern using multi-channel surface EMG in solid and liquid bolus

研究代表者

柴本 勇 (Shibamoto, Isamu)

聖隷クリストファー大学・リハビリテーション学部・教授

研究者番号：30458418

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：我々はこれまでに、摂取する食物物性の相違によって大脳血流増加部位が異なることを見出した。また、舌の運動機能が高い患者は多種の食物物性を摂食できることを確認した。更には、舌運動を舌骨上筋群の筋活動から推定する技術及び装置を確立した。本研究では、これらのシーズを組み合わせ、多チャンネル舌骨上筋群表面筋電計測装置を用いて食物物性の相違における舌骨上筋群の活動パターンを明らかにした。同時に、随意運動強度を変化させたときの違いやこれが摂食嚥下障害者でも同様の結果であることを確認した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

わが国は摂食嚥下リハビリテーションが発展した結果、摂食嚥下障害者に対する適正な物性の食物が提供されると共に、疾患を抱える患者が再び食の喜びを感じる等、食のQOLが高まっている。一方で、現在もなお窒息事故数や誤嚥性肺炎数は増加の一途を辿っている。これは、摂取者の嚥下能力と摂取食品のミスマッチが考えられる。そこで本研究では、嚥下時の喉頭挙上の主動作筋である舌骨上筋群に焦点を当て、舌骨上筋群の筋活動やそこから推定される舌運動を計測することにより、将来運動学的視点で食物選択ができる基盤研究を行った。その結果、舌骨上筋群の分析方法が検討でき食物による筋活動の差異が明らかになった。

研究成果の概要(英文)： We have found that the cortical representations for swallowing are variable by food type. We also investigated that dysphagia patients who had high abilities of oral movement could eat variable food texture. In this study, we investigated suprahyoid muscle activating pattern using multi-channel surface EMG. We found that there were different activating pattern in solid, liquid and capsule during swallowing. It seems that suprahyoid muscle activating pattern during swallowing is depend on how to eat the food. It should be related with the texture of the food.

In dysphagia patients, we had same results as normal subjects, but we need to discuss the eligibility if we develop the new idea for matching food texture and oral motor movements.

研究分野：複合領域

キーワード：食物物性 表面筋電図 舌骨上筋群

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

研究者らは、2007年に水、寒天、カプセルの3つの異なる食物を嚥下した際に血流増加部位が異なることを発見し(Shibamoto et al. J. of Medical and Dental Sci. 2007)、この違いは主に口腔運動の相違性に由来することを見出した。

この結果は、ヒトが食物摂取をする際に反射活動だけで行われていないことを示唆し、大脳制御系に由来する随意的な運動の口腔運動が複雑に絡み合った結果であることであると理解された。

摂食時の口腔運動については、Cookが1989年に1口量の変化による口腔運動の違いを発見しており(Cook et al. Dysphagia 1989)、健常者においては1口量によって運動が生起するタイミングが早まると報告されている。このように食事摂取時の口腔運動は、食物物性に限らず摂取量の変化においても異なることが判明している。

また研究者らは、摂食嚥下障害患者の舌運動機能が食物摂取にどのような影響があるかを検討するために、食道がん術後に生じた摂食嚥下障害患者に対して、呼吸機能、嚥下機能、口腔機能の諸機能を検討し、経口摂取良好と不良に影響を与えている要因を検討した(林ら 日本嚥下医学会誌 2013)。その結果、舌機能が良好な患者では経口摂取が良好であることが見出された。すなわち、舌運動機能が良好であると摂取食物が多様化し、摂取量も向上するとわかった。

一方、研究者らは舌運動訓練装置開発に向けた検討をも行ってきた。舌骨上筋群の筋活動パターンから舌運動をセンシングすることに着目し、その可能性を検討してきた。その結果舌骨上筋群の筋活動を表面電極から計測し、舌運動の推定及びその識別に成功した(佐々木ら 生体医工学 2012)。本技術の構築によって、世界的に主流である口腔内にセンサを挿入する方法とは異なる非侵襲的方法で舌運動の推定が可能となった。本研究はこれらの背景となる研究成果を組み合わせることで、増加する窒息事故や誤嚥性肺炎を軽減させるための、個々の口腔運動機能にマッチした食物形態の食物を選択する基礎的知見構築に向けて実施を計画した。

さらに、わが国において摂食嚥下リハビリテーションの発展によって食のQOLは高まっているものの、至的食物的選択は画像解析が主である。個々の口腔や嚥下運動を評価し食物選択する重要性も指摘されている。このような背景から本研究を開始するに至った。

2. 研究の目的

本研究は研究者らが発見した、食物物性による大脳神経制御機構の相違性、摂食嚥下障害患者での舌運動機能と摂取可能食品の相違、舌骨上筋群の多チャンネル表面筋電計測による舌運動推定技術の3つのシーズを組み合わせ、食物物性による摂食時の舌骨上筋群の表面筋電位パターン特徴を多チャンネル舌骨上筋群表面筋電装置を用いて明らかにすることが目的とした。

計画した研究項目は以下のものであった。

- 水、寒天、カプセル摂取時の舌上筋群筋活動パターン計測
- 舌口蓋接触と圧パターンと舌骨上筋群筋電図パターン同期解析
- 嚥下随意性が異なった際の舌骨上筋群筋活動計測
- 液体の粘性を変化させたときの舌骨上筋群活動計測
- 健常高齢者と摂食嚥下障害者での舌骨上筋群と舌運動・嚥下運動解析

3. 研究の方法

【研究1】

研究者らが開発した、多チャンネル舌骨上筋群表面筋電計測装置を用いて、水・寒天・カプセル摂取中の舌骨上筋群筋活動パターンを測定した。筋電位を増幅させた後、AD変換をする。その後、ニューラルネットワークサポートベクタマシンを用いて、筋電位の発声電極部位、周波数、振幅の解析を行い、筋電のパターン識別を行った。

被験者は、嚥下障害を来していない、健常若年者10名(20.9±1.12歳)とした。水・寒天・カプセルを摂取し、その際の舌骨上筋群の筋活動を計測した。筋活動は、22チャンネルすべて計測をした。水・寒天・カプセルで比較した。

【研究2】

研究1で得たデータを表示する専用アプリケーションを開発し、研究1で得たデータをトポグラフィックで示し、舌骨上筋群の活動パターンの違いを可視化した。筋活動部位のパターンを、水・寒天・カプセルで比較した。

【研究3】

随意的に異なる嚥下方法を被験者に求め、その際の舌骨上筋群の筋活動の違いについて検討をした。若年健常者10名(20.9±1.12歳)を対象とした。具体的には、「強く飲む」と「普通に飲む」ことを指示し、5mlの水を嚥下した。筋活動は、平均振幅と最大振幅をそれぞれ2つの方法で検討した。

【研究4】

液体の粘性を、日本摂食嚥下リハビリテーション学会の基準の3段階(濃いとろみ・中間のとろみ・薄いとろみ)で分け、それらを摂取している際の舌骨上筋群の筋活動を検討した。若

年健常者 10 名 (20.9±1.12 歳) を対象とした。筋活動は、平均振幅と最大振幅をそれぞれの濃度のとろみで比較検討した。

【研究 5】

若年者・高齢者・摂食嚥下障害者の舌骨上筋群を同等に解析してよいか否かを検討する目的で、舌骨上筋群の活動を多チャンネル筋電計で計測し、同じように筋電のパターン分析が可能かを検証した。健常若年者 5 名 (24.3±2.5 歳)、健常高齢者 23 名 (69.9±4.97 歳)、摂食嚥下障害者 5 名 (70.8±5.12 歳) を対象とした。それぞれ、多チャンネル表面筋電を顎下に貼付し、舌運動の可視化程度を検討した。

4. 研究成果

【研究 1・2】

健常者 10 名について、水・寒天・カプセル嚥下時のそれぞれの舌骨上筋群活動パターンを解析し、得た結果を図 1 に示した。水とカプセルでは顎下前方の活動が大きく舌骨の前方移動がより優位であることを示していることが示された。

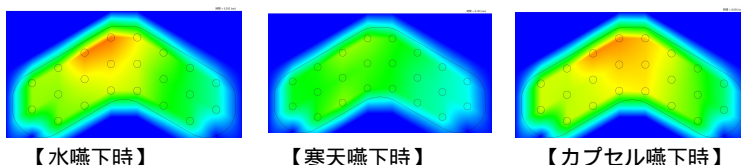


図 1. 3 つの異なった食物嚥下時の舌骨上筋群筋活動パターンの相違

寒天については、顎下全体の滑らかな筋活動が示された。これは、舌骨が上方に引き上げられ、水やカプセルと異なり短時間の喉頭移動が他食品よりも求められないことが示唆された。カプセルについては全員丸呑みであり、丸呑みは短時間の舌骨上筋群筋活動および前方への移動が求められることが示唆された。

【研究 3】

健常若年者について「強くのむ」と「普通に飲む」時では舌骨上筋群の平均振幅・最大振幅いずれも有意に異なることがわかった。すなわち、舌骨上筋群の活動は食物物性と同時に飲み方にも左右されることが理解できた。健常者においては、食物物性が飲み方にも変化を与える可能性があり、この点も今後考慮が必要であることが示唆された。

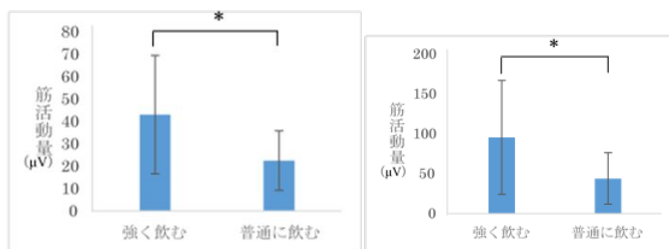


図 2 5ml 液体嚥下時の平均振幅 (左) と最大振幅 (右)

【研究 4】

健常者若年者 10 名のとろみの濃度の違いによる最大振幅を比較したところ、全ての濃度において有意な差を認めなかった。すなわち、固形物のように飲み方がダイナミックに変化がある状態では、舌骨上筋群の筋活動は活動量や筋活動パターンにおいて異なるものの、ほぼ同じ物性の食物であれば差がないことが示された。今後は、どの程度の差によって筋活動量や筋活動パターンに変化が現れるかを検討していく必要性が示唆された。

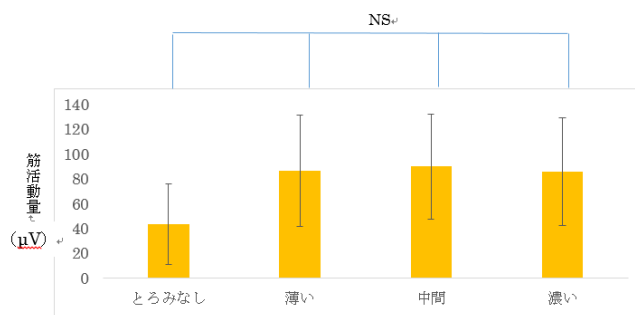


図 3 とろみの濃度と舌骨上筋群最大振幅

【研究 5】

健常若年者・高齢者・摂食嚥下障害者の舌運動パターンについて検証したところ、健常若年者にくらべ、高齢者や摂食嚥下障害者の同定率が低い結果となった。本結果より、高齢者や摂食嚥下障害者では舌骨上筋群をメルクマールに判定をしようとする際は若干曖昧となる可能性が示された。本結果から、生データをそのまま用いるのではなく、補正の検討を行ったうえで解析する必要性が理解できた。

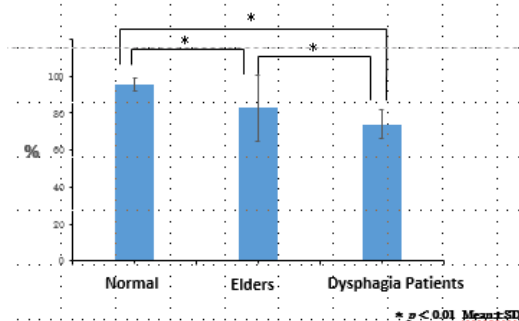


Fig. 4: Identification ratio of tongue movement

5 . 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 5 件)

- 柴本 勇: 知っておきたい嚥下訓練 頸部前屈法, 嚥下医学, 4 (2), 173-177, 2015
- 佐藤豊展, 加藤健吾, 平野 愛, 近藤健男, 柴本 勇, 他: 深頸部膿瘍・降下性縦隔炎罹患後の重度嚥下障害: 頸部のマッサージと舌骨・喉頭その他動運動が著効した一例. 日本摂食嚥下リハビリテーション学会誌, 20 (3), 156-162, 2016 [査読有]
- 佐藤豊展, 近藤健男, 柴本 勇, 出江紳一: 健常高齢者における舌圧調整能力の検討: 言語聴覚研究, 14 (2), 139-145, 2017 [査読有]
- 佐藤豊展, 近藤健男, 柴本 勇, 出江紳一: 舌挙上による喉頭挙上訓練法の検討 運動強度の点から, 日摂食嚥下リハビリ会誌 22 (1), 日摂食嚥下リハ会誌, 22 (1), 12-19, 2018 [査読有]
- 佐藤豊展, 近藤健男, 柴本 勇, 他: 舌挙上による喉頭挙上訓練法の検討 - 表面筋電図による筋活動量の点から -, 日摂食嚥下リハビリ会誌, 印刷中 [査読有]

[学会発表] (計 32 件)

- Ryosuke Oikawa, Makoto Sasaki, Mamoru Kikuchi, Isamu Shibamoto, Atsushi Nakayama, Katsuhiko Kamata: Electric Wheelchair Control Using EMG-Based Tongue Interface, Proceedings of the Joint International Conference of BDAHI2016 and u-Healthcare2016, p.18, 2016 [査読有]
- Shumpei Ito, Makoto Sasaki, Isamu Shibamoto, Atsushi Nakayama, Katsuhiko Kamata: EMG-based Classification of Tongue Training Motion, Proceedings of the Joint International Conference of BDAHI2016 and u-Healthcare2016, p.19, 2016 [査読有]
- Isamu Shibamoto: Correlating surface EMG signals of the suprahyoid muscle with dysphagia therapy, China International Rehabilitation Forum 2016, 2016
- Isamu Shibamoto: Rehabilitation for children who has swallowing disorders, China International Rehabilitation Forum 2016, 2016
- Isamu Shibamoto, Makoto Sasaki, Atsushi Nakayama, Katsuhiko Kamata: Identification of the Tongue Motion and Dry Swallowing by Suprahyoid Muscles Activity Pattern Using Multi-Channel Surface EMG. Annular Meeting of Dysphagia Research Society, 2016
- 佐藤豊展, 川村美津貴, 坂本百合菜, 辻村舞雪, 伊藤朱里, 柴本 勇: 一回嚥下量の変化による舌骨上筋群の筋活動量の変化, 第 18 回日本語聴覚学会, 2016
- 川村美津貴, 坂本百合菜, 辻村舞雪, 伊藤朱里, 佐藤豊展, 柴本 勇: 粘性の異なる液状食品摂取時の舌骨上筋群の表面筋電位計測, 第 18 回日本語聴覚学会, 2016
- 坂本百合菜, 川村美津貴, 辻村舞雪, 伊藤朱里, 佐藤豊展, 柴本 勇: 嚥下の随意的コントロールによる水嚥下時の舌骨上筋群筋活動の変化, 第 18 回日本語聴覚学会, 2016
- 伊藤朱里, 川村美津貴, 坂本百合菜, 辻村舞雪, 佐藤豊展, 柴本 勇: 水分量の違いと嚥下音の音響特性に関する検討, 第 18 回日本語聴覚学会, 2016
- 辻村舞雪, 伊藤朱里, 川村美津貴, 坂本百合菜, 佐藤豊展, 柴本 勇: 嚥下の随意的コントロールによる嚥下音持続時間の変化, 第 18 回日本語聴覚学会, 2016
- Atsunobu Sato, Saori Kubo, Sayuri Kanno, Yuuki Miyashita, Isamu Shibamoto: Electromyographic activity of the suprahyoid muscles during three different viscosities of water swallowing in young and elderly individuals. 10th Asia Pacific conference of Speech Language and Hearing, 2017
- Isamu Shibamoto: How We Can Choose the Most Effective Approach in Dysphagia Therapy: 10th Asia Pacific conference of Speech Language and Hearing, 2017
- 佐藤豊展 柴本 勇, 他: 粘性の違いによる舌骨上筋群と舌骨下筋群の筋活動開始時間の変化, 第 18 回日本語聴覚学会, 2017
- 久保砂織, 柴本 勇, 佐藤豊展, 他: 粘度の異なる液体嚥下時における舌骨上筋群と舌骨下筋群の筋活動量の検討, 第 18 回日本語聴覚学会, 2017
- 菅野小百合, 柴本 勇, 佐藤豊展, 他: 粘度の異なる液体嚥下時における舌骨上筋群・舌骨下筋群の筋活動持続時間の検討, 第 18 回日本語聴覚学会, 2017
- 佐藤豊展, 柴本 勇, 他: 粘性の違いによる舌骨上筋群と舌骨下筋群の筋活動開始時間の変化 - 健常高齢者での検討 -, 第 22 回日本摂食嚥下リハビリテーション学会, 2017
- 久保砂織, 柴本 勇, 佐藤豊展, 他: 粘度の異なる液体嚥下時における舌骨上筋群と舌骨下筋群の筋活動量の検討 - 健常高齢者での検討 -, 第 22 回日本摂食嚥下リハビリテーション学会, 2017
- 菅野小百合, 柴本 勇, 佐藤豊展: 粘度の異なる水分嚥下時の舌骨上筋群・舌骨下筋群の筋活動持続時間 - 健常高齢者での検討 -, 第 22 回日本摂食嚥下リハビリテーション学会, 2017
- Isamu Shibamoto, Makoto Sasaki, Atsushi Nakayama, Katsuhiko Kamata, Atsunobu Sato: Suprahyoid Muscle Activation Pattern During Solid & Liquid Bolus Swallow Using Multi-channel Submental Surface EMG, American Speech Language and Hearing Convention, Nov. 2018.

- 佐々木誠, 佐々木将瑛, 鎌田勝裕, 中山淳, 柴本勇, 阿部信之, 佐藤義朝, 大井清文, 新しい舌機能評価・訓練を目的とした3次元舌力測定器の開発, 公募企画 STの未来を語る, 公-3, p.122, 第19回日本言語聴覚学会, 2018
- 21 柴本勇, 摂食嚥下障害者の食事と訓練-言語聴覚士からの視点-. エームサービス研修会, 2019.1.10
- 22 柴本勇 摂食嚥下リハビリテーション評価訓練手技の実際とそのポイント. 熊本県歯科医師会研修会 招待講演, 2018.10.19
- 23 柴本勇 摂食嚥下障害患者のリハビリテーションと栄養. 中国リハビリテーション学会 招待講演, 2018.7.20
- 24 柴本勇 基本から学ぶ摂食嚥下訓練-基礎的嚥下訓練・摂食訓練の選択と基本的手技-, 第24回日本摂食嚥下リハビリテーション学会学術大会 教育講演2, 2018.9.8
- 25 Isamu Shibamoto, Mami Sugimoto, Shinichi Tani, Tomohiro Omori, Masanori Osumi. EFFECTS OF VISUAL FEEDBACK DURING CHEWING IN A PATIENT WITH FACIAL ONSET SENSORY AND MOTOR NEURONOPATHY (FOSMN). Seirei International Research Conference 2019, 2019.2.21-22
- 26 Isamu Shibamoto, Atsunobu Sato, Shinichi Tani, Huu Hanh Nguyen Thi, Naoto Akiyama, Van Thanh Vu, Yuki Suzuki, Natsumi Yasutake. Laterality of cortical representation during solid and liquid swallowing. Seirei International Research Conference 2019, 2019.2.21-22
- 27 柴本勇 最期まで食べて苦痛なく過ごすための評価とリスク管理. 第11回呼吸ケアと誤嚥ケア学会 招待講演. 2019.2.9-10
- 28 平田文 柴本勇: ストローとコップの連続飲水時における舌と口蓋の接触 - エレクトロパロトグラフィを用いた観察, 第41回日本嚥下医学会学術大会, 2018
- 29 Aya Hirata, Isamu Shibamoto: Tongue and Palate Contact during Cup and Straw drinking observing with Electropalatography. 26th Dysphagia research society Annual Meeting, 2018
- 30 佐藤豊展, 谷合信一, Huu Hanh Nguyen Thi, 秋山直登, 鈴木優希, Van Thanh Vu, 安武夏海, 柴本勇: 舌挙上運動による訓練が嚥下関連運動に与える効果 - ランダム化比較試験による検討 -, 第42回日本嚥下医学会, 2019, 大分 [査読有]
- 31 佐藤豊展, 谷合信一, 秋山直登, 鈴木優希, Van Thanh Vu, 柴本勇: 第1報: 嚥下時の舌骨下筋群の機能を検討する - 舌骨上筋群と舌骨下筋群の筋活動開始時間の点から -, 第19回日本言語聴覚学会, 2018, 富山 [査読有]
- 32 佐藤豊展, 谷合信一, 秋山直登, 鈴木優希, Van Thanh Vu, 柴本勇: 第2報: 嚥下時の舌骨下筋群の機能を検討する - 舌骨上筋群と舌骨下筋群の筋活動量の点から -, 第19回日本言語聴覚学会, 2018, 富山 [査読有]

[図書] (計3件)

リハビリテーションに役立つ栄養学の基礎 第2版, 栢下 淳 若林秀隆編著, PP140-146, 医歯薬出版, 2018 218 ページ

言語聴覚障害学概論 第2版, 藤田郁代, 北義子, 阿部昌子監修, 医学書院, 2019 288 ページ

高次脳機能障害用語事典 種村純編集, パーソン書房, 2018 624 ページ

[産業財産権]

出願状況 (計3件)

名称: 生体の動作識別システム及び生体の動作識別方法

発明者: 佐々木誠, 柴本勇

権利者: 岩手大学

種類: 特許

番号: 特願 2016-136433

出願年: 2016年

国内外の別: 国内

名称: 舌機能評価方法, 舌機能訓練方法, 舌機能評価装置, 及び舌機能訓練装置

発明者: 佐々木誠, 柴本勇, 鎌田勝裕

権利者: 岩手大学

種類: 特許

番号: 特願 2016-182278

出願年: 2016年

国内外の別: 国内

名称：嚥下能力測定装置及び嚥下能力判定方法
発明者：柴本勇
権利者：柴本勇
種類：特許
番号：特願 2016-229661
出願年：2016 年
国内外の別：国内

取得状況（計 0 件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6 . 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名：佐々木誠
ローマ字氏名：Sasaki Makoto
所属研究機関名：岩手大学
部局名：理工学部
職名：准教授
研究者番号（8 桁）：80404119

(2)研究協力者

研究協力者氏名：
ローマ字氏名：

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。