

令和 4 年 6 月 18 日現在

機関番号：33804

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2021

課題番号：18K09899

研究課題名(和文) 舌運動による喉頭挙上訓練法の開発 舌骨上筋群の筋力強化プログラムの検討

研究課題名(英文) Development of a tongue movement-based laryngeal elevation training method: A study on a muscle-strengthening program for suprahyoid muscles

研究代表者

佐藤 豊展 (Sato, Atsunobu)

聖隷クリストファー大学・リハビリテーション学部・准教授

研究者番号：80758699

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、舌運動によって舌骨上筋群の筋力向上プログラムを開発することである。研究1では舌挙上が舌骨上筋群の筋力強化訓練として適用できるか、舌骨上筋群の筋疲労の点から検証した。舌の運動強度、持続時間、頻度など運動負荷量を設定した。舌骨上筋群の振幅は増加し、周波数が低周波へシフトしていたことより、舌骨上筋群に筋疲労を認めていることが明らかになった。研究2は、健康高齢者を介入群と対照群に分け、舌前方部での挙上運動の訓練が舌・口唇・下顎運動に与える効果を検証した。介入群では舌と下顎の運動項目で有意な向上を認め、舌挙上は内舌筋や外舌筋とともに舌骨上筋群の筋力を強化する可能性が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で舌運動による舌骨上筋群の筋力向上プログラムを開発することができた。介入群では舌と下顎の運動項目で有意な向上を認め、舌挙上は内舌筋や外舌筋とともに舌骨上筋群の筋力を強化する可能性が示唆された。本研究により、口腔領域のリハビリテーションプログラム立案時に負荷量を決定するための基礎的知見を得ることができた。

研究成果の概要(英文)：This study aimed to develop a program for strengthening the suprahyoid muscles through tongue movement.

In Study 1, muscle fatigue in the suprahyoid muscles was examined to determine the duration and frequency of tongue elevation to investigate the suitability of tongue elevation exercise as a laryngeal elevation training method. The integrated and mean power frequencies of suprahyoid muscles were analyzed using various tongue exercise intensities, durations, and frequencies. Increases in amplitude and shifts to lower frequency in suprahyoid muscles revealed muscle fatigue in the suprahyoid muscles. In Study 2, the effects of anterior tongue elevation training on tongue, lip, and mandibular movements were studied for healthy elderly subjects divided into intervention group and control group. The results suggest that tongue elevation exercise may strengthen suprahyoid muscles as well as intrinsic and extrinsic muscles in intervention group.

研究分野：摂食嚥下障害

キーワード：舌骨上筋群 筋力強化訓練 舌挙上 嚥下 嚥下障害

## 1 . 研究開始当初の背景

平成 27 年の日本人の種別死亡数をみると、肺炎が 12 万 846 人と日本人の死因第 3 位であった。高齢者の肺炎は、60 歳代で約 5 割、90 歳代では約 9 割が誤嚥性肺炎と言われており、摂食嚥下障害が原因であることが指摘されている (Teramoto et al, 2008)。

高齢者の嚥下については、Shaker ら (1997) が食道入口部開大不全を指摘し、頭部挙上訓練が考案された。本訓練は、高齢者が嚥下時に喉頭挙上の低下を認めることから開発された。喉頭挙上範囲の拡大を目標に仰臥位で頭部を挙上させ舌骨上筋群の筋力向上を目指している。しかし、頭部挙上訓練は負荷が高く、実施困難な嚥下障害例が多い (Easterling et al, 2005)。Groher (2007) が指摘するように、食道入口部開大に舌骨上筋群の活動は必須である。そのような背景から、我々は舌骨上筋群の筋力向上を図る有効な方法を検討してきた。その結果、舌骨上筋群を選択的に筋力向上させる訓練として、舌挙上運動による訓練が有効であること、舌圧 50 % の強度で舌骨上筋群の筋力を強化できることを確認した (佐藤ら , 2018)。

## 2 . 研究の目的

本研究の目的は、舌運動によって舌骨上筋群の筋力向上プログラムを開発することである。本研究の目的を検証するために 2 つの研究課題を行う。研究 1 では、健常者を対象に舌の運動強度と舌骨上筋群の筋活動の関係を明らかにし、舌骨上筋群の筋疲労から舌挙上の運動負荷量を検証する。研究 2 では、研究 1 で得られた運動負荷量をもとに、舌前上部での挙上運動の訓練が舌・口唇・下顎運動に与える効果を検証する。

## 3 . 研究の方法

### 1) 研究 1

対象は健常高齢者 20 名 (平均  $70.6 \pm 3.7$  歳) とした。筋活動の測定には、無線式表面筋電計 TeleMyo G2 EM601 (Noraxon, 米国) を使用した取り込んだ信号は MyoResearch XP Master Edition 1.08.17® (Noraxon, 米国) にて分析した。舌挙上運動の測定には、JMS 舌圧測定器 (ジェイ エム エス, 広島)、舌圧測定データの解析用ソフトをインストールしたパーソナルコンピュータを使用した。被験筋は、舌骨上筋群、舌骨下筋群、胸鎖乳突筋とした。舌挙上の運動負荷量は、運動強度を舌圧 50 %、収縮様式を等尺性収縮、運動持続時間を 30 秒、1 回ごとの休息時間を 60 秒、反復回数を 3 回に設定し、その際の被験筋の筋活動を計測した。データ解析は、時間・周波数解析として平均パワー周波数 (mean power frequency: MPF, Hz) を算出後、それを時系列にプロットし、周波数の継時的な変化として、線形モデル ( $y = b_1x + b_0$ ) を求めた。 $b_1$  は傾き、 $b_0$  は切片を示す。また、量的解析として積分値を算出した。統計解析は、傾きについて被験筋と施行回数を要因とした二元配置分散分析 (Two-way mixed design ANOVA) を行い、下位検定としてボンフェローニ (Bonferroni correction) の補正を行った。積分値は開始 1 秒と 59 秒の 2 点を解析点とし、施行回数ごとにウィルコクソンの符号順位検定 (Wilcoxon signed-rank test) を行った。統計解析には、SPSS22.0J (for Windows) (SPSS Japan, 東京) を用いて、すべての検定における有意水準は 5 % 未満とする。

### 2) 研究 2

対象は健常高齢者 20 名 (男性 10 名、女性 10 名、平均  $73.6 \pm 3.2$  歳) とし、対照群と介入群に割り付けた。介入群は強度が舌圧 50 %、運動持続時間が 30 秒、反復回数が 3 回、1 日 1 セッション、週 3 日、4 週間実施させた。対照群は舌の前後、上下、左右の移動運動を 10 回 1 セットとし、1 日 3 セット、週 3 日、4 週間実施させた。評価項目は、反復唾液嚥下テスト、最大舌圧、舌の突出 - 後退、舌左右移動、下顎の挙上 - 下制、/pa/ の交互反復、/ta/ の交互反復、/ka/ の交互反復とし、介入前後で測定した。統計解析は、介入群と対照群の背景因子を比較するために、マン・ホイットニの U 検定 (Mann-Whitney U test) を行った。各評価項目について運動前後を比較するために、ウィルコクソンの符号順位検定 (Wilcoxon signed-rank test) を行った。

## 4 . 研究成果

### 1) 研究 1

舌圧 50 % 施行時の舌骨上筋群、舌骨下筋群、胸鎖乳突筋の筋電図波形の一例を図 1 に示す。舌骨上筋群の傾きは、舌骨下筋群と胸鎖乳突筋に比し傾いていた (図 2)。二元配置分散分析の結果、被験筋と施行回数に交互作用 ( $F = 0.152$ ,  $df = 3.542$ ,  $p = 0.949$ )、および主効果を認めなかった (被験筋:  $F = 1.435$ ,  $df = 2$ ,  $p = 0.247$ , 施行回数:  $F = 0.595$ ,  $df = 1.771$ ,  $p = 0.534$ )。ウィルコクソンの符号順位検定では、1 回目、2 回目、3 回目すべてに有意差を認めた (1 回目:  $W = 153.000$ ,  $p = 0.000$ , 2 回目:  $W = 148.000$ ,  $p = 0.001$ , 3 回目:  $W = 153.000$ ,  $p = 0.000$ )。下野ら (2012) は、筋疲労の指標として量的因子と質的因子の点から検討する必要性を報告している。量的因子は振幅、質的因子は周波数である。低負荷の最大下筋力では、振幅が増加し、周波数が低周波にシフトするとされており、高負荷の最大筋力では、振幅が低下し、周波数が低周波にシフトするとされている。本結果は、舌骨上筋群の振幅が増加し、周波数が低周波へシフト

していたことから、今回設定した運動負荷量は低負荷であったものの、舌骨上筋群に筋疲労を認めていることが示唆された。

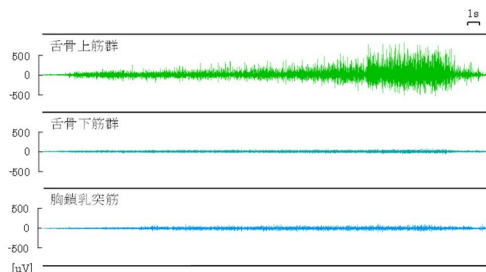


図1 筋電波形の一例

横軸は時間 (秒), 縦軸は筋活動 (mV) を示す。

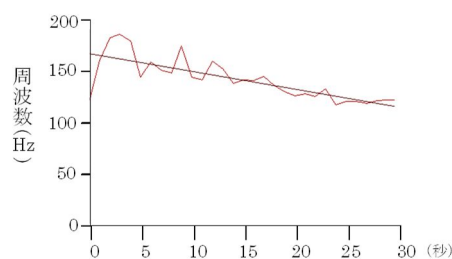


図2 舌骨上筋群における周波数変化の

横軸は時間 (秒), 縦軸は周波数 (Hz) を示す。

## 2) 研究2

### 対象者の属性

基準を満たした被験者は15名(男性9名,女性6名,平均 $73.6 \pm 3.2$ 歳)であった。被験者15名を介入群と対照群の2群に割り付けた。介入群は7名(男性5名,女性2名),対照群は8名(男性4名,女性4名)であった。介入群と対照群の背景因子に有意差は認めなかった。なお,介入群7名,対照群8名ともに全員が試験を完了した。

### 評価項目

反復唾液嚥下テストは,介入群で訓練前と比較して訓練後で有意に増加した。対照群は訓練前後で有意差を認めなかった。

最大舌圧は,介入群と対照群ともに訓練前後で有意差を認めなかった。

口腔構音器官の運動は,介入群で訓練前と比較して訓練後に舌の突出-後退,舌左右移動,/ta/の交互反復,下顎の拳上-下制の項目で有意に増加した。対照群では,訓練前後で口腔構音器官の運動項目に有意差を認めなかった。舌の突出-後退,舌左右移動,/ta/の交互反復は,舌骨上筋群が収縮して舌運動の土台としての安定性を保ちつつ,舌筋が収縮することで運動がされる。下顎の拳上-下制は,閉口筋および舌骨上筋群などの閉口筋が収縮することで運動がされる。これらより,舌拳上運動は内舌筋や外舌筋とともに舌骨上筋群の筋力を強化する可能性が示唆された。今後,被験者数を増やして更なる検討が必要である。

### <引用文献>

1. 厚生労働省平成27年人口動態統計,2015年5月23日付  
<http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkou/geppo/nengai15/dl/kekka.pdf>
2. Teramoto S, et al. High incidence of aspiration pneumonia in community-and hospital-acquired pneumonia in hospitalized patients: a multicenter, prospective study in Japan. J Am Geriatr Soc, 56, 577-579, 2008
3. Shaker R, et al. Augmentation of deglutitive upper esophageal sphincter opening in the elderly by exercise. Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol, 272, 1518-1522, 1997
4. Groher M.A. (藤島一郎訳) 嚥下障害入門, 医歯薬出版株式会社, 東京, pp. 26-31, 2007
5. Easterling C, et al. Attaining and maintaining isometric and isokinetic goals of the Shaker exercise. Dysphagia, 20, 133-138, 2005
6. 佐藤豊展,他.舌拳上による喉頭拳上訓練法の検討-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,22(1),12-19,2018.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 7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 佐藤豊展、近藤健男、柴本 勇、出江紳一	4. 巻 25(1)
2. 論文標題 舌挙上による舌骨上筋群の筋力強化訓練の検討 舌圧強度の点から	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日摂食嚥下リハ会誌	6. 最初と最後の頁 3-10
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	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 -

1. 著者名 佐藤豊展、谷合信一、Huu Hanh Nguyen Thi、秋山直登、鈴木優希、安武夏海、Vi Vu Tuong、柴本勇	4. 巻 9(2)
2. 論文標題 健常高齢者における一回嚥下量を変えたときの舌骨上筋群と舌骨下筋群の筋活動量の変化 表面筋電図を用いた検討	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 嚥下医学	6. 最初と最後の頁 189-198
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	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 -

1. 著者名 佐藤豊展、谷合信一、Huu Hanh Nguyen Thi、秋山直登、鈴木優希、安武夏海、Vi Vu Tuong、柴本勇	4. 巻 -
2. 論文標題 健常高齢者における一回嚥下量を変えたときの舌骨上筋群と舌骨下筋群の筋活動量の変化 表面筋電図を用いた検討	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 嚥下医学	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	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 -

1. 著者名 柴本 勇	4. 巻 9(1)
2. 論文標題 摂食嚥下障害患者への表面筋電バイオフィードバック訓練	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 嚥下医学	6. 最初と最後の頁 63-67
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
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 -

1. 著者名 Makoto Sasaki, Shumpei Ito, Katsuhiko Kamata, Masahiro Yoshikawa, Isamu Shibamoto, Atsushi Nakayama	4. 巻 7 (1)
2. 論文標題 Oral motion classification of the elderly for prevention and rehabilitation of dysphagia	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Mechanical Engineering Journal	6. 最初と最後の頁 印刷中
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1299/mej.19-00076	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 -

1. 著者名 Masahiro Suzuki, Makoto Sasaki, Katsuhiko Kamata, Atsushi Nakayama, Isamu Shibamoto, Yasushi Tamada	4. 巻 9
2. 論文標題 Swallowing pattern classification method using multichannel surface EMG signals of suprahyoid and infrahyoid muscles	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Advanced Biomedical Engineering	6. 最初と最後の頁 10-20
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14326/abe.9.10	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 -

1. 著者名 佐藤豊展, 近藤健男, 柴本 勇, 出江紳一	4. 巻 22
2. 論文標題 舌挙上による喉頭挙上訓練法の検討 運動強度の点から	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本摂食嚥下リハビリテーション学会誌	6. 最初と最後の頁 12-19
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 -

1. 著者名 Makoto SASAKI, Shumpei ITO, Katsuhiko KAMATA, Masahiro YOSHIKAWA, Isamu SHIBAMOTO, Atsushi NAKAYAMA	4. 巻 印刷中
2. 論文標題 Oral Motion Classification of the Elderly for Dysphagia Rehabilitation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Mechanical Engineering Journal	6. 最初と最後の頁 印刷中
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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17件（うち招待講演 2件 / うち国際学会 3件）

1. 発表者名 伊賀捺津美、佐藤豊展、柴本 勇
2. 発表標題 嚥下時の舌骨移動開始点の違いが前方と上方移動距離に与える影響-安静位と口腔内保持位から最大挙上位までの距離の検討-
3. 学会等名 第22回日本語聴覚学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 谷合信一 荒木幸仁 宇野光祐 富藤雅之 柴本勇 塩谷彰浩
2. 発表標題 呼吸抵抗負荷トレーニングによる経口的咽喉頭部分切除術 TOVS術前訓練の効果
3. 学会等名 第44回日本嚥下医学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 柴本 勇
2. 発表標題 摂食嚥下訓練のスキルアップ - 嚥下表面筋電バイオフィードバック訓練を知る -
3. 学会等名 第3回 言語聴覚療法技術セミナー（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 佐藤豊展, 谷合信一, Huu Hanh Nguyen Thi, 秋山直登, 鈴木優希, 安武夏海, 柴本 勇
2. 発表標題 健常高齢者における舌挙上運動時の舌骨上筋群の筋活動 - 筋疲労の解析 -
3. 学会等名 第25回日本摂食嚥下リハビリテーション学会学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 川口美春, 渡邊良平, 大崎里紗, 松井萌華, 妹尾 望, 佐藤豊展, 柴本 勇
2. 発表標題 表面筋電バイオフィードバック訓練によって摂食時間が短縮した多発性脳梗塞の1例
3. 学会等名 第20回日本語聴覚士学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 柴本 勇
2. 発表標題 機械学習を応用した咀嚼・嚥下運動のEMG評価法の開発とその臨床応用～臨床サイドから
3. 学会等名 第25回日本摂食嚥下リハビリテーション学会学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Isamu Shibamoto, Mami Sugimoto, Shinichi Taniyai, Tomohiro Omori, Masanori Osumi
2. 発表標題 EFFECTS OF VISUAL FEEDBACK DURING CHEWING IN A PATIENT WITH FACIAL ONSET SENSORY AND MOTOR NEURONOPATHY (FOSMN)
3. 学会等名 31st World Congress of the IALP
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masahiro Suzuki, Makoto Sasaki, Katsuhiro Kamata, Atsushi Nakayama, Isamu Shibamoto, Yasushi Tamada
2. 発表標題 Swallowing pattern classification method using multichannel surface EMG signals of suprahyoid and infrahyoid muscles
3. 学会等名 日本生体医工学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Isamu Shibamoto
2. 発表標題 Developing therapeutic machine for dysphagia
3. 学会等名 The 1st Taiwan and Japan Swallowing Joint Conference
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 柴本 勇
2. 発表標題 柴本 勇：摂食嚥下訓練のUp-to-date～各種訓練法の適応からsEMGバイオフィードバック訓練の実践まで～
3. 学会等名 言語聴覚療法臨床研究会研修会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 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
2. 発表標題 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 -
3. 学会等名 第42回日本嚥下医学会学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 佐藤豊展，谷合信一，秋山直登，鈴木優希，Van Thanh Vu，柴本 勇
2. 発表標題 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 -
3. 学会等名 第19回日本言語聴覚学会
4. 発表年 2018年



1. 発表者名 佐藤豊展, 谷合信一, 秋山直登, 鈴木優希, Van Thanh Vu, 柴本 勇
2. 発表標題 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 -
3. 学会等名 第19回日本語聴覚学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Isamu Shibamoto, Atsunobu Sato, Shinichi Tani, Huu Hanh Nguen Thi, Naoto Akiyama, Van Thanh Vu, Yuki Suzuki, Natsumi Yasutake
2. 発表標題 Laterality of cortical representation during solid and liquid swallowing
3. 学会等名 Seirei International Research Conference 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Isamu Shibamoto, Makoto Sasaki, Atsushi Nakayama, Katuhiro Kamata, Atsunobu Sato
2. 発表標題 Suprahyoid Muscle Activation Pattern During Solid & Liquid Bolus Swallow Using Multi-channel Submental Surface EMG
3. 学会等名 American Speech Language and Hearing Convention (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 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
2. 発表標題 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
3. 学会等名 第19回日本語聴覚学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Isamu Shibamoto, Mami Sugimoto, Shinichi Taniai, Tomohiro Omori, Masanori Osumi
2. 発表標題 EFFECTS OF VISUAL FEEDBACK DURING CHEWING IN A PATIENT WITH FACIAL ONSET SENSORY AND MOTOR NEURONOPATHY (FOSMN)
3. 学会等名 Seirei International Research Conference 2019 (国際学会)
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
研究分担者	柴本 勇 (Shibamoto Isamu)  (30458418)	聖隷クリストファー大学・リハビリテーション学部・教授  (33804)	

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