

一回嚥下量の変化による舌骨上筋群の筋活動量の変化

The effect of bolus volume on electromyography activity of the suprahyoid muscles

○ 佐藤豊展（聖隷クリストファー大学） 柴本 勇（聖隷クリストファー大学）

Atsunobu SATO, Dept. of Speech Language and Hearing Sciences, Seirei Christopher University  
Isamu SHIBAMOTO, Dept. of Speech Language and Hearing Sciences, Seirei Christopher University

**Abstract:** The purpose of this study is to evaluate the relationship between surface electromyography (EMG) activity of the suprahyoid muscles and bolus volume. We recruited 10 healthy younger adults and measured EMG activity in the suprahyoid muscles as the subjects swallowed boluses of dry swallow and water swallow (2, 10, and 20 ml). The features of EMG activity were analyzed using a root mean square method and parameters were compared by analysis of variance. The mean and peak amplitude of the EMG activity for the 20 ml bolus were significantly higher than for the 2 ml bolus volume.

**Key Words:** Bolus volume, Suprahyoid muscles, Electromyography, healthy younger adults

1. はじめに

嚥下は随意的運動および反射活動が共存する複雑な生理学的過程で成立する。ヒトの嚥下には様々なパリエーションがあり、一回嚥下量、食物物性などによって嚥下関連器官の動きが変化することが報告されている。一回嚥下量の増加に伴い、舌骨の移動距離が増加すること<sup>(1,2)</sup>、運動開始時間が早くなること<sup>(3)</sup>、舌骨の前方・上方への運動速度が速くなること<sup>(4)</sup>、舌骨の上方への運動速度が速くなること<sup>(5)</sup>、食物物性の違いにより声帯・喉頭閉鎖のタイミングが変化すること<sup>(6)</sup>、舌骨の上方への運動速度が変化すること<sup>(7)</sup>が報告されている。さらに脳皮質の活動領域が変化することや<sup>(8)</sup>、大脳の制御を表すと考えられる嚥下の随意的可変性についても報告されている<sup>(9)</sup>。

このように、ヒトの嚥下は延髄にある Central Pattern Generator (CPG) によって一定のパターン化はされているものの、食物の量や物性に合わせて器官の動きの時間的変化や筋活動強度が異なる可能性が考えられる。これまで、嚥下関連器官の動態についての研究はなされているが、その動態を引き起こしている筋活動については十分検討されていない<sup>(10)</sup>。そこで本研究では、健常者が飲み方を変えた時の舌骨上筋群の筋活動量の変化について表面筋電計を用いて検討する。

2. 方法

2.1 対象

健常若年女性 10 名（平均 20.9 ± 0.47 歳）とした。適格基準は、i) 身体および神経学的に問題を有さない、ii) 口腔内に機能的、器質的な問題を有さない、iii) 摂食嚥下機能に異常を認めないとした。



Fig. 1 Instrument



Fig. 2 Sensor placement for surface EMG

2.2 測定課題

試料は液体とし、一回嚥下量は 0 ml (空嚥下), 2 ml, 10 ml, 20 ml の 4 条件を 5 回ずつランダムに施行した。姿勢は座位で顎部の位置は自然位とした。口腔底にシリンジで液体を挿入後、舌背上に保持した状態から命令嚥下にて施行した。

2.3 測定機器

無線式表面筋電図 TeleMyo2400T (NORAXON 社製) を使用した (Fig. 1)。増幅率 500 倍、周波数帯域 15-1 kHz、サンプリング周波数 1 kHz で処理をした。

2.4 被験筋

被験筋は左舌骨上筋群とし、貼付部位は Inagaki ら (2007) を参考に左右オトガイ下顎角距離の前方 1/3 に貼付した (Fig. 2)。アース電極は左下顎下に貼付した。電極は双極貼付とし、電極間距離は 20 mm とした。

2.5 データ処理

解析区間は基線の変化開始から基線に戻るまでとした (Fig. 3)。原波形を整流後、平滑化時定数 100 ms で二乗平均平方根 (RMS) にて平滑化した。その後、最大振幅と平均振幅を算出した。なお、代表値は各水分量で 5 回施行したうちの中央値とした。

2.6 統計処理

一回嚥下量を要因としたフリードマンの検定を行ったのち、多重比較検定を行った。全ての検定における有意水準は 5% 未満とした。

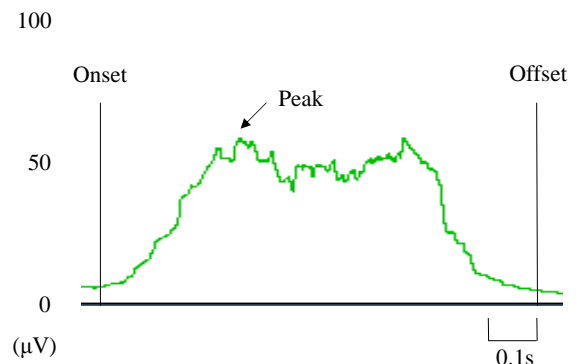


Fig. 3 Sample of analysis

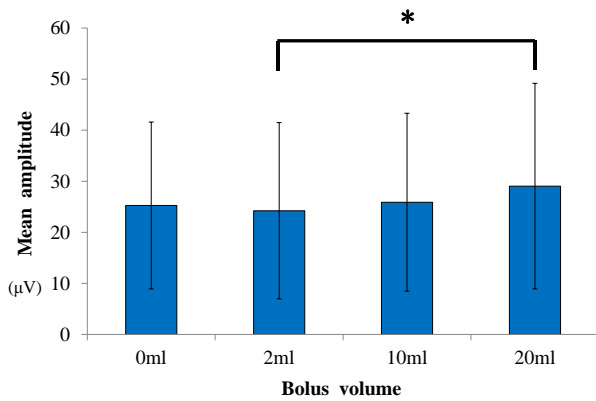


Fig. 4 Mean amplitude of suprahyoid muscle EMG activity at each bolus volume

n = 10; bars indicate standard deviation; \* p < 0.05 (ANOVA)

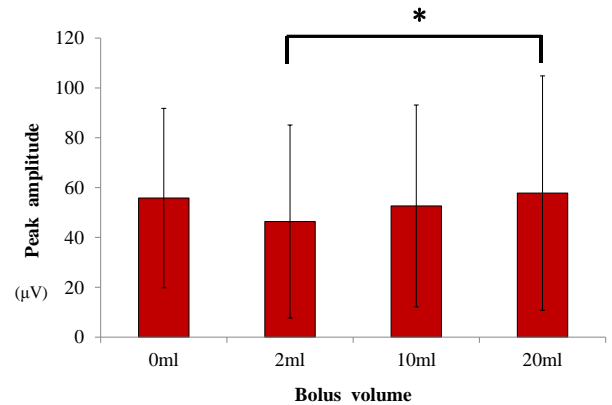


Fig. 5 Peak amplitude of suprahyoid muscle EMG activity at each bolus volume

n = 10; bars indicate standard deviation; \* p < 0.05 (ANOVA)

### 3. 結果

全被験者が適格基準を満たしており，10名を対象として解析を行った。

平均振幅は，空嚥下時  $25.3 \pm 16.3 \mu V$ （平均±標準偏差；以下同様），2ml 嚥下時  $24.2 \pm 17.3 \mu V$ ，10ml 嚥下時  $25.9 \pm 17.4 \mu V$ ，20ml 嚥下時  $29.0 \pm 20.1 \mu V$  であった (Fig. 4)。フリードマンの検定を行ったところ，主効果を認めた ( $F(3, 36) = 7.90, p < 0.05$ )。多重比較検定では，2ml 嚥下時と20ml 嚥下時に有意な差を認めた ( $p < .05$ )。

最大振幅は，空嚥下時  $55.8 \pm 36.0 \mu V$ ，2ml 嚥下時  $46.4 \pm 38.8 \mu V$ ，10ml 嚥下時  $52.7 \pm 40.5 \mu V$ ，20ml 嚥下時  $57.8 \pm 47.0 \mu V$  であった (Fig. 5)。フリードマンの検定を行ったところ，主効果を認めた ( $F(3, 36) = 10.70, p < 0.05$ )。多重比較検定では，2ml 嚥下時と20ml 嚥下時に有意な差を認めた ( $p < .05$ )。

### 4. 考察

#### 4.1 反射嚥下 (2ml, 10ml, 20ml) について

舌骨上筋群の筋活動量は，平均振幅，最大振幅ともに20mlが2mlより有意に高かった。筋繊維は，遅筋繊維であるType I筋繊維，速筋繊維であるType II筋繊維から構成されている。舌骨上筋群の筋繊維は，Type II筋繊維の割合が高いと報告されている<sup>(11)</sup>。健康成人での反射嚥下は一回嚥下量の増加に伴い，より多くの速筋の運動単位が動員される可能性が示唆された。

#### 4.2 随意嚥下 (0ml) と反射嚥下 (2ml, 10ml, 20ml) について

舌骨上筋群の筋活動量は，随意嚥下 (0ml) と反射嚥下 (2ml, 10ml, 20ml) において有意な差は認めなかった。随意嚥下と反射嚥下は神経機構が異なるとされており，舌骨上筋群の筋活動量は随意嚥下，反射嚥下に依存しないことが示唆された。

### 5. 結論

健康若年者において，嚥下反射という一定のパターン化された運動でも，一回嚥下量の増加に伴い舌骨上筋群の筋活動量が変化することが示唆された。

### 参考文献

- (1) Dodds WJ, Man KM, Cook IJ, et al. Influence of bolus volume on swallow-induced hyoid movement in normal subjects. *Am J Roentgenol*, 150, 1307–1309, 1988.
- (2) Leonard RJ, Kendall KA, McKenzie S, et al. Structural displacements in normal swallowing: a videofluoroscopic study. *Dysphagia*, 15(3), 146-52, 2000.
- (3) Cook IJ, Dodds WJ, Dantas RO, et al. Timing of videofluoroscopic, manometric events, and bolus transit during the oral and pharyngeal phases of swallowing. *Dysphagia*, 4(1), 8-15, 1989.
- (4) Ueda N, Nohara K, Kotani Y, et al. Effects of the bolus volume on hyoid movements in normal individuals. *J Oral Rehabil*, 40(7), 491-9, 2013.
- (5) Nagy A, Molfenter SM, Péladéau-Pigeon M, et al. The effect of bolus volume on hyoid kinematics in healthy swallowing. *Biomed Res Int*, 10, 2014.
- (6) Inamoto Y, Saitoh E, Okada S, et al. The effect of bolus viscosity on laryngeal closure in swallowing: kinematic analysis using 320-row area detector CT. *Dysphagia*, 28(1), 33-42, 2013
- (7) Nagy A, Molfenter SM, Péladéau-Pigeon M, et al. The Effect of Bolus Volume on Hyoid Kinematics in Healthy Swallowing. *Biomed Res Int*, 1-6, 2014
- (8) Shibamoto I, Tanaka T, Fujishima I, et al. Cortical activation during solid bolus swallowing. *J Med Dent Sci*, 54(1), 25-30, 2007.
- (9) Shibamoto I, :The effect of volitional control on swallow-generated sounds in healthy adults. *APCSLH*, 2013.
- (10) Vaiman M, Gabriel C, Eviatar E, et al. Surface electromyography of continuous drinking in healthy adults. *Laryngoscope*, 115(1), 68-73, 2005.
- (11) Korff JA, Brugman P, Van Eijden TM. Intermuscular and intramuscular differences in myosin heavy chain composition of the human masticatory muscles. *J Neurol Sci*, 178(2), 95-106, 2000.