

Influence of repeated tongue-lift movement and tooth clenching

for motor learning at stomatognathic system

(舌挙上運動とクレンチングの反復が顎口腔系の運動学習へ及ぼす影響)

Hisae Honki

Nihon University School of Dentistry at Matsudo

Oral Function and Rehabilitation

(Director: Prof. Misao Kawara)

日本大学松戸歯学部 顎口腔機能治療学講座

本木 久絵

(指導：川良 美佐雄 教授)

I 【Abstract】

II 【諸言】

III 【方法及び材料】

実験 1：反復した舌挙上運動が舌機能へ及ぼす影響

実験 2：反復したクレンチングが咬筋へ及ぼす影響

IV 【結果】

実験 1：反復した舌挙上運動が舌機能へ及ぼす影響

実験 2：反復したクレンチングが咬筋へ及ぼす影響

V 【考察】

VI 【結語】

VII 【参考文献】

VIII 【Tables and Figures】

キーワード: 運動学習 Motor learning

舌挙上 Tongue lift

舌圧 Tongue pressure

クレンチング Tooth clenching

表面筋電図 Electromyogram

## **【Abstract】**

### **Objective**

This study investigated the effect of 5 days of repeated tongue lift tasks on suprahyoid muscle activities and tongue pressure, (Study 1), and 5 days of repeated tooth clenching tasks on masseter muscle accuracy performance (Study 2).

### **Materials and methods**

In Study 1, fourteen participants performed three series of tongue lift task for 58 min on 5 consecutive days. Electromyogram (EMG) activity from suprahyoid muscles and tongue pressure were recorded. In the first and third series, participants were instructed only to target different force levels. During second series, visual feedback of the force level was given. One series consisted of three measurements (10, 20, and 40% MVC). To evaluate the accuracy of the performance, the coefficient of determination (CD) of the target force level–tongue pressure curve was calculated from all series.

In Study 2, sixteen healthy participants performed three series of tooth clenching task for 58 min on 5 consecutive days. During measurements, EMG activities of both masseter muscles were recorded. This design was based on the experimental design in Study 1. To evaluate the accuracy of the performance, the CD of the target force level–EMG root-mean-square (RMS) curve was calculated from all series.

### **Results**

In both studies, there were no significant day-to-day differences in EMG-RMS values and tongue pressure during MVC. In study 1, CDs of tongue pressure in the first series on day-1 were significantly lower than the coefficient of determinations in the first series on day-5 ( $P < 0.05$ ). In study 2, CDs in the first series on day-1 were significantly lower than CDs in the first series on days-4 and -5 ( $P < 0.05$ ).

### **Conclusions**

These findings suggest that repeated tongue lift training task and tooth clenching task may improve the performance of tongue pressure or masseter muscles in terms of accuracy but not MVC.

## 【要旨】

本研究は、5日間の反復した舌挙上運動と歯のクレンチング（噛みしめ）によって生じる運動学習について検討した。

実験1において、被験者は、インフォームド・コンセントを得た顎口腔領域に異常を認めない22名を対象とした。被験者は舌挙上運動を運動課題とした各日58分間のトレーニングに5日間連続で参加した。各日の最初に舌挙上運動時の最大舌圧を測定し、その値を100% maximum voluntary contraction (MVC) と定義した。全測定は表面電極を用いた筋電計で舌骨上筋群の筋活動を、舌圧測定器で舌圧を測定した。10%、20%、40% MVCでの舌圧強度による舌挙上運動を運動課題とした。被験者はビジュアルフィードバックなし (first series)、ビジュアルフィードバックあり (second series)、ビジュアルフィードバックなし (third series) の3条件を連続して順に測定した。各運動強度の測定は30秒毎のON/OFF期間を6回行い、30秒のON期間では5秒毎のON/OFFを繰り返した。目標とした運動強度の舌圧と筋電図 (EMG) 波形より算出した実効値から5日間の運動学習を評価するために、各日における3条件の決定係数を算出した。5日間の100% MVCの舌圧および実効値は各日の間で有意差を認めなかった。5日目のfirst seriesの舌圧の決定係数は1日目のfirst seriesの舌圧の決定係数と比較して有意に高い値を示した ( $P < 0.05$ )。

実験2において、被験者は、インフォームド・コンセントを得た顎口腔領域に異常を認めない16名を対象とした。被験者はクレンチングを運動課題とした各日58分間のトレーニングに5日間連続で参加した。実験デザインは実験1と同様とした。全測定は表面電極を用いた筋電計で咬筋の筋活動を測定した。目標とした運動強度のEMG波形より算出した実効値から5日間の運動学習を評価するため、各日における3条件での決定係数を算出した。5日間の100% MVCの実効値は各日の間で有意差を認めなかった。4日目と5日目のfirst seriesの決定係数は1日目のfirst seriesの決定係数と比較して有意に高い値を示した ( $P < 0.05$ )。

以上より、5日間の反復した低強度の舌挙上運動とクレンチングは、舌挙上および噛みしめ強度の運動精度が向上、すなわち運動学習の発現に寄与することが示唆された。

## 【諸言】

舌挙上運動は嚥下の口腔期に重要な役割を担っており<sup>1,2)</sup>, Yoshida らは、舌挙上運動中の舌圧の測定は嚥下障害を有する患者の臨床徴候を反映することを示唆し<sup>3)</sup>, Utanohara らは、舌挙上運動時の最大舌圧低下は、加齢と相関を認めることを示した<sup>4)</sup>。また、Tsuga らは、虚弱した高齢者における舌挙上運動時の最大舌圧は健常者と比較して有意に低いことを示した<sup>5)</sup>。これらの研究は、舌挙上運動時の舌圧が嚥下時の中咽頭で重要な役割を果たすことを示している。従って、舌圧の制御に関する生理学的な解明は、嚥下障害患者のリハビリテーション確立に重要である。

反復した舌運動について、Oh らは健常被験者で 60%、80%の強度レベルの舌挙上運動を運動課題とし、1 週中の 3 日、合計 8 週でのトレーニングが最大舌圧を向上させることを示した<sup>6)</sup>。また、Robbins らは脳卒中患者で 60%、80%の強度レベルの舌挙上運動を運動課題とした継続的なリハビリテーションが最大舌圧を向上させることを示した<sup>7)</sup>。一方、Komoda らは 10%、20%、40%の強度による舌挙上運動を運動課題とした各日 58 分間のトレーニングを 5 日間連続行い、舌運動に関係する運動野において脳の神経可塑性変化が生じること示した<sup>8)</sup>。しかしながら、反復した低強度の舌挙上運動が舌圧および舌運動に関連した筋活動へ及ぼす影響を経時的に検討した報告は認めない。嚥下障害患者のリハビリテーション確立にあたり、反復した低強度の舌挙上運動が舌圧と舌運動時に協調的に活動すると報告されている舌骨上筋群の筋活動へ及ぼす運動学習を経時的に検討することは有用と考えられる。

一方、下顎運動は反復的な筋活動である咀嚼運動のように日常生活と密接に関係している。Iida らはビジュアルフィードバックを用いて短期間の下顎運動と手指運動における運動学習を検討し、下顎運動では短期間のトレーニングにて運動学習が発現するが、手指運動では発現しないことを示した<sup>9)</sup>。Hellmann らは、上下歯列間に測定機材を介したクレンチングをトレーニングとして、10 週にわたるトレーニングが目標とした運動強度を発揮するのに必要な咀嚼筋活動量を減少させることを示した<sup>10)</sup>。しかしながら、舌運動と同様に反復した低強度のクレンチングが咀嚼筋筋活動へ及ぼす影響を経時的に検討した報告は認めない。Murakami らは咀嚼能力の低下がサルコペニアと相関することを示唆しており<sup>11)</sup>、経時的な咀嚼筋筋活動の改善に関するメカニズムの解明はサルコペニアを有する患者のリハビリテーション確立に有用と考えられる。

本研究は、5 日間の反復した舌挙上運動とクレンチングで生じる運動学習を検討した。

## 【方法および材料】

実験 1：反復した舌挙上運動が舌機能に及ぼす影響

被験者はインフォームド・コンセントを得た、顎口腔領域に異常を認めない 22 名（女性 8 名、男性 14 名；平均年齢 26.9±2.2 歳）とした。14 名は本実験に、8 名はコントロール実験に参加した。

本実験では、被験者は舌挙上運動を運動課題とした各日 58 分間のトレーニングに 5 日間連続で参加した。舌挙上運動は舌圧測定器 (JMS 舌圧測定器®, JMS, 広島) を使用し、口蓋前方部において、舌圧プローブ先端のバルーンを舌尖部にて舌挙上で押しつぶす運動とした。各日の最初に舌挙上運動時の最大舌圧を測定し、その値を 100% maximum voluntary contraction (MVC) と定義した。トレーニングにおける運動課題は、10%, 20%, 40% MVC の 3 種類の舌圧強度による舌挙上運動を運動課題とした。被験者はビジュアルフィードバックなし (first series), ビジュアルフィードバックあり (second series), ビジュアルフィードバックなし (third series) の 3 条件を連続して順に測定した。各運動強度における測定は 30 秒毎の ON/OFF 期間を 6 回行い、30 秒の ON 期間では 5 秒毎の ON/OFF を繰り返した。運動課題による疲労を考慮して各シリーズ間には 30 秒の休息時間を設定した (Fig.1)<sup>8,9,14)</sup>。また、表面電極を用いた筋電計 (NM319Y®, 日本光電, 東京) にて両側舌骨上筋群の筋活動を測定した。得られた筋電図 (EMG) 波形から運動課題を実行した両側舌骨上筋群の 5 秒間の実効値を算出した。また、舌圧測定器で測定した舌圧も同様に各運動課題時の舌圧値を算出した。各日の 3 条件における舌圧と両側舌骨上筋群の実効値からそれぞれ変動係数を算出し、各条件における運動課題の再現性を検討した。目標とした運動強度の舌圧と EMG 波形より算出した実効値から運動課題強度-舌圧曲線, 運動課題強度-EMG 曲線を作成し、5 日間の運動学習を評価するため、各日における 3 条件での決定係数を算出した。

コントロール実験は、被験者は 5 日間連続で本実験に参加し、1 日目と 5 日目のみに 19 分間のビジュアルフィードバックなしの測定を行い、本実験と同様に舌圧と EMG 波形を測定した。本実験と同様の手順で舌圧測定器にて測定した舌圧と両側舌骨上筋群の EMG 波形より決定係数を算出した。

統計学的分析は、本実験の各日の間の 100%MVC における舌圧および実効値の平均値の比較に一元配置分散分析、各日におけるフィードバック 3 条件間の決定係数の平均値の差の比較に一元配置分散分析を用いた。多重比較検定は Tukey-Kramer 法を用いた。コントロール実験では、両日間の 100% MVC の舌圧, 実効値および決定係数の平均値の比較に paired t 検定を用いた。有意水準は  $P < 0.05$  とした。

## 実験 2 : 継続的なクレンチングが咬筋へ及ぼす影響

被験者はインフォームド・コンセントを得た、顎口腔領域に異常を認めない 16 名 (女性 8 名, 男性 8 名 ; 平均年齢  $25.5 \pm 1.1$  歳) とした。被験者はクレンチングを運動課題とした各日 58 分間のトレーニングに 5 日間連続で参加した。各日の最初に最大噛みしめを測定し、その値を 100% MVC と定義した。トレーニングにおける運動課題は、10%, 20%, 40% MVC の 3 種類の強度によるクレンチングを運動課題とした。被験者はビジュアルフィードバックなし (first series), ビジュアルフィードバックあり (second series), ビジュアルフィードバックなし (third series) の 3 条件を連続して順に測定した。タイムスケジュールは実験 1

のトレーニングと同様の実験デザインを用いた (Fig. 1)。表面電極を両側咬筋中央部に貼付し、筋電計 (15C01®, Disa 社, デンマーク) にて両側咬筋の筋活動を測定した。得られた EMG 波形から運動課題を実行した両側咬筋の 5 秒間の実効値を算出した。各日の 3 条件における両側咬筋の実効値から変動係数を算出し、各条件における運動課題の再現性を検討した。各日の 3 条件の目標とした運動強度の実効値より運動課題強度-EMG 曲線を作成し、5 日間の運動学習を評価するために決定係数を算出した。また、各日におけるビジュアルフィードバックを用いた 10%, 20%, 40% および 100% MVC の両側咬筋の実効値から級内相関係数を算出し EMG 計測の信頼性を検討した。

統計学的分析は、各日の間の 100% MVC の実効値における比較に一元配置分散分析、各日におけるフィードバック 3 条件間の決定係数の比較に一元配置分散分析を用いた。多重比較検定は Tukey-Kramer 法を用いた。有意水準は  $P < 0.05$  とした。

## 【結果】

### 実験 1：反復した舌挙上運動が舌機能に及ぼす影響

本実験において、5 日間における 100% MVC の舌圧および実効値は各日の間で有意差を認めなかった。各日のビジュアルフィードバックを用いた second series の舌圧の変動係数はビジュアルフィードバックを用いない first series, third series の舌圧の変動係数と比較して有意に低い値を示した ( $P < 0.001$ )。各日における両側舌骨上筋群から算出した実効値の変動係数に有意差は認めなかった (Fig. 2)。5 日目の first series における運動課題強度-舌圧曲線より算出した決定係数は 1 日目の first series の決定係数と比較して有意に高い値を示した ( $P < 0.05$ )。運動課題-EMG 曲線より算出した決定係数は各日の間において有意差を認めなかった (Fig. 3)。

コントロール実験において、100% MVC における舌圧および実効値は 1 日目と 5 日目の間で有意差を認めなかった。また、運動課題強度-舌圧曲線、運動課題強度-EMG 曲線より算出した決定係数は 1 日目と 5 日目の間で有意差を認めなかった (Fig. 3)。

### 実験 2：反復したクレンチングが咬筋へ及ぼす影響

100% MVC の両側咬筋の実効値は各日の間において有意差を認めなかった (Fig. 4)。両側咬筋における級内相関係数、すなわち EMG 計測における各日の間の信頼性は Shrout の分類により “good” であった<sup>12)</sup> (Table. 1)。運動課題強度と実効値の間には正の相関を認めた。各日のビジュアルフィードバックを用いた second series の変動係数はビジュアルフィードバックを用いない first series, third series の変動係数と比較して有意に低い値を示した ( $P < 0.001$ ) (Fig. 5)。両側咬筋における各日の second series および third series の決定係数は 1 日目の first series の決定係数と比較して有意に高い値を示した ( $P < 0.05$ ) (Fig. 6)。また 4 日目および 5 日目の first series の決定係数は 1 日目の first series の決定係数と比較して有意に高い値を示した ( $P < 0.05$ ) (Fig. 6)。



## 【考察】

本研究では、5日間の反復した舌挙上運動およびクレンチングによって生じる運動学習について検討した。反復した舌挙上運動で5日目の first series の舌圧の決定係数は1日目の first series の舌圧の決定係数と比較して有意に高い値を示し、反復したクレンチングで4日目、5日目の first series における決定係数は1日目の first series における決定係数と比較して有意に高い値を示した。

Iida らは短期間の下顎運動と手指運動における運動学習について決定係数を用いて検討し、下顎運動では短期間のトレーニングで運動学習が発現するが、手指運動では発現しないことを示した<sup>9)</sup>。本実験でも低強度の舌挙上運動を運動課題とした実験で5日目の first series の舌圧の決定係数が1日目の first series と比較して有意に高い値を示し、低強度のクレンチングを運動課題とした実験で4日目、5日目の first series の決定係数が1日目の first series と比較して有意に高い値を示したことから、反復的な低強度の舌挙上運動とクレンチングによって運動学習が発現することが示唆された。また、両実験で100% MVCにおける舌圧とEMG波形より算出した実効値は各日の間で有意差を認めなかったことから、反復した低強度の舌挙上運動とクレンチングは、舌挙上および噛みしめ強度の運動精度が向上、すなわち運動学習の発現に寄与することが示唆された。

Iida らは短期間の下顎運動と手指運動のビジュアルフィードバックを用いた運動課題の再現性を比較した結果、両運動課題においてビジュアルフィードバックを用いた運動課題の変動係数はビジュアルフィードバックを用いない運動課題の変動係数と比較して有意に低い値を示すことを報告している<sup>9)</sup>。本実験のクレンチングを運動課題とした実験でもビジュアルフィードバックを用いた運動課題の変動係数はビジュアルフィードバックを用いない運動課題の変動係数と比較して有意に低い値を示した。咀嚼において歯根膜受容器は閉口筋筋活動の運動制御に関与することから<sup>13)</sup>、クレンチング時の閉口筋筋活動の運動制御でも歯根膜受容器の関与が考えられる。一方、舌挙上運動を運動課題とした実験の変動係数の比較でもクレンチングを運動課題とした実験と同様の結果を得た。以上より顎口腔領域の運動を運動課題としたトレーニングにビジュアルフィードバックを用いることは運動課題の再現性の向上に寄与することが示唆された。

これまでに複数の報告が舌運動やクレンチングと中枢の関係を検討している<sup>8, 12-20)</sup>。Iida らは実験2と同じ実験デザインで、反復的なクレンチングが下顎運動に係る運動野で脳の神経可塑性変化を生じることを示した<sup>14)</sup>。また、Komoda らは実験1と同じ実験デザインで反復的な舌挙上運動が舌運動に係る運動野において脳の神経可塑性変化を生じることを示した<sup>19)</sup>。本研究では反復的な低強度の舌挙上運動とクレンチングを運動課題として経時的に検討し運動学習の発現を認めたことから、反復的な舌挙上運動やクレンチングにより生じる運動学習は運動野における脳の神経可塑性変化に影響を及ぼすことが示唆された。Svensson らは舌突出運動を運動課題として本実験と同様のトレーニングを7日間行うことで、運動野において脳の神経可塑性変化が生じること、舌突出運動の運動精度が向

上することを報告した<sup>19)</sup>。また、舌突出運動を運動課題として本実験と同様のトレーニングを1時間行うことでも運動野の脳の神経可塑性変化が生じると報告した<sup>20)</sup>。本研究の両運動課題で運動学習の発現は4日目または5日目に認めているが、中枢における脳の神経可塑性変化は短期間のトレーニングでも発現すると考えられる。反復的な舌挙上運動とクレンチングによる中枢と末梢の経時的な変化の詳細を解明するため、今後、両運動課題をそれぞれ短期間行った際に生じる脳の神経可塑性変化を検討することが必要と考えられる。

また、複数の報告により舌挙上運動時の舌圧は嚥下時の中咽頭で重要な役割を果たすこと<sup>3-5)</sup>、咀嚼能力の減少がサルコペニアと相関することが示されており<sup>11)</sup>、反復的な低強度の舌挙上運動や下顎運動により生じる運動学習のメカニズムの解明は、高齢化社会の摂食・嚥下に関するリハビリテーション確立において有用と考えられる。

#### 【結語】

5日間の反復した低強度の舌挙上運動とクレンチングは、舌挙上および噛みしめ強度の運動精度の向上、すなわち運動学習の発現に寄与することが示唆された。

#### 【参考文献】

- 1) Stone M, Shawker TH. An ultrasound examination of tongue movement during swallowing. *Dysphagia* 1986; 1: 78-83.
- 2) Cook IJ, Dodds WJ, Dantas RO, Kern MK, Massey BT, Shaker R, Hogan WJ. Timing of videofluoroscopic, manometric events, and bolus transit during the oral and pharyngeal phases of swallowing. *Dysphagia* 1989; 4: 8-15.
- 3) Yoshida M, Kikutani T, Tsuga K, Utanohara Y, Hayashi R, Akagawa Y. Decreased tongue pressure reflects symptom of dysphagia. *Dysphagia* 2006; 21: 61-65.
- 4) Utanohara Y, Hayashi R, Yoshikawa M, Yoshida M, Tsuga K, Akagawa Y. Standard values of maximum tongue pressure taken using newly developed disposable tongue pressure measurement device. *Dysphagia* 2008; 23: 286-290.
- 5) Tsuga K, Yoshikawa M, Oue H, Okazaki Y, Tsuchioka H, Maruyama M, Yoshida M, Akagawa Y. Maximal voluntary tongue pressure is decreased in Japanese frail elderly persons. *Gerodontology* 2012; 29: e1078-1085.
- 6) Oh JC. Effects of tongue strength training and detraining on tongue pressures in healthy adults. *Dysphagia* 2015; 30: 315-20.
- 7) Robbins J, Kays SA, Gangnon RE, Hind JA, Hewitt AL, Gentry LR, Taylor AJ. The effects of lingual exercise in stroke patients with dysphagia. *Arch Phys Med Rehabil.* 2007; 88: 150-8.
- 8) Komoda Y, Iida T, Kothari M, Komiyama O, Baad-Hansen L, Kawara M, Sessle B, Svensson P. Repeated tongue lift movement induces neuroplasticity in corticomotor control of tongue and jaw muscles in humans. *Brain Res* 2015; 1627: 70-79.
- 9) Iida T, Komiyama O, Obara R, Baad-Hansen L, Kawara M, Svensson P. Influence of Visual Feedback on Force-EMG curves from Spinally-innervated versus Trigeminally-innervated Muscles. *Arch Oral Biol* 2013; 58: 331-339.
- 10) Hellmann D, Giannakopoulos N, Blaser R, Eberhard L, Rues S, Schindler H. Long-term training effects on masticatory muscles. *J Oral Rehabil* 2011;38:912-20.
- 11) Murakami M, Hirano H, Watanabe Y, Sakai K, Kim H, Katakura A. Relationship between chewing ability and sarcopenia in Japanese community-dwelling older adults. *Geriatr Gerontol Int* 2014;Nov 3.
- 12) Shrout PE, Fleiss JL. Intraclass correlations: uses in assessing rater reliability. *Psychol Bull* 1979;86:420-428.

- 13) Lavigne GJ, Kato T, Kolta A, Sessle BJ. Neurobiological mechanisms involved in sleep bruxism. *Crit Rev Oral Biol Med* 2003;14:30–46
- 14) Iida T, Komiyama O, Obara R, Baad-Hansen L, Kawara M, Svensson P. Repeated clenching causes plasticity in corticomotor control of jaw muscles. *Eur J Oral Sci* 2014; 122: 42-48.
- 15) Boudreau SA, Farina D, Falla D. The role of motor learning and neuroplasticity in designing rehabilitation approaches for musculoskeletal pain disorders. *Man Ther* 2010; 15: 410–414.
- 16) Arima T, Yanagi Y, Niddam DM, Ohata N, Arendt-Nielsen L, Minagi S, Sessle BJ, Svensson P. Corticomotor plasticity induced by tongue-task training in humans: a longitudinal fMRI study. *Exp Brain Res* 2011; 212: 199–212.
- 17) Boudreau SA, Lontis ER, Caltenco H, Svensson P, Sessle BJ, Andreasen Struijk LN, Arendt-Nielsen L. Features of cortical neuroplasticity associated with multidirectional novel motor skill training: a TMS mapping study. *Exp Brain Res* 2013; 225: 513-526.
- 18) Kothari M, Svensson P, Nielsen JF, Baad-Hansen L. Influence of position and stimulation parameters on intracortical inhibition and facilitation in human tongue motor cortex. *Brain Res* 2014; 1557: 83-89.
- 19) Svensson P, Romaniello A, Arendt-Nielsen L, Sessle BJ. Plasticity in corticomotor control of the human tongue musculature induced by tongue-task training. *Exp Brain Res* 2003; 152: 42-51.
- 20) Svensson P, Romaniello A, Wang K, Arendt-Nielsen L, Sessle BJ. One hour of tongue-task training is associated with plasticity in corticomotor control of the human tongue musculature. *Exp Brain Res* 2006; 173: 165-173.

【Figures】

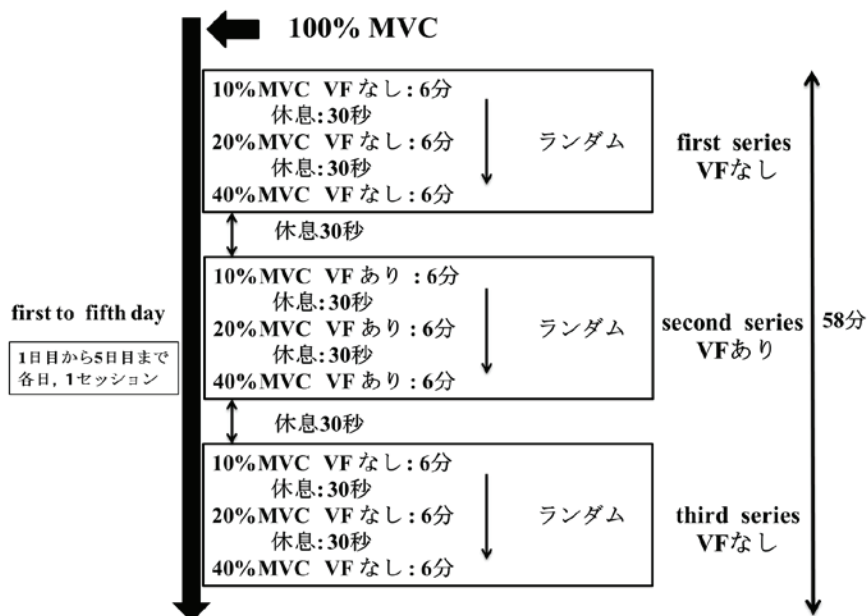
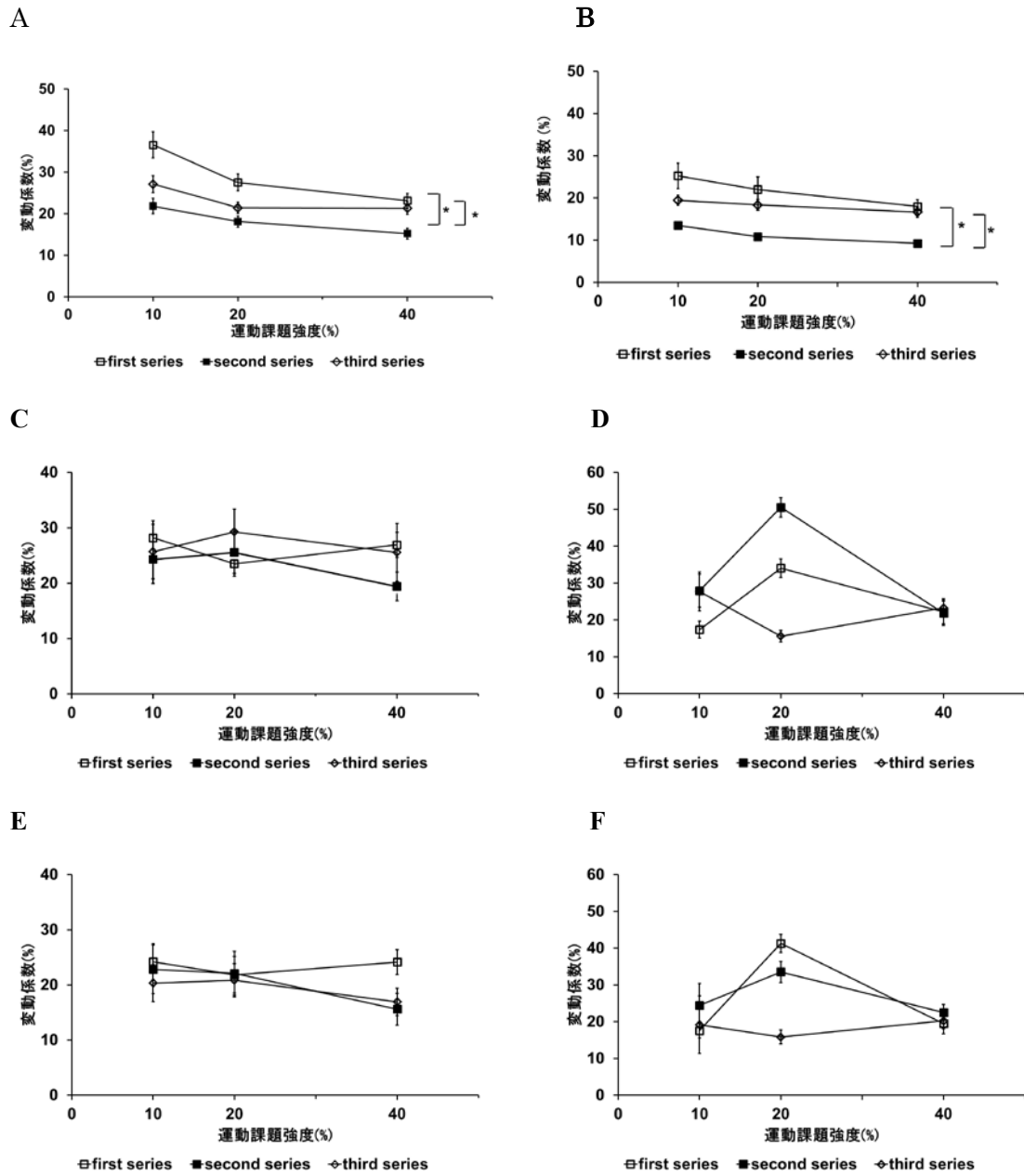


Fig 1. 実験1および実験2の実験デザイン概要

MVC: maximum voluntary contraction, VF: ビジュアルフィードバック

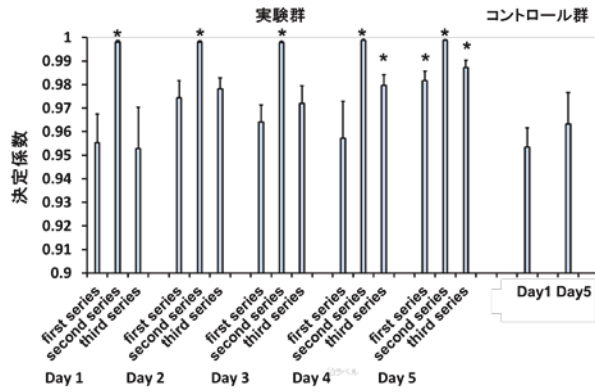


**Fig 2.3** 条件における舌圧と両側舌骨上筋群から算出した実効値の変動係数 (CV) の比較 (平均値±標準誤差)

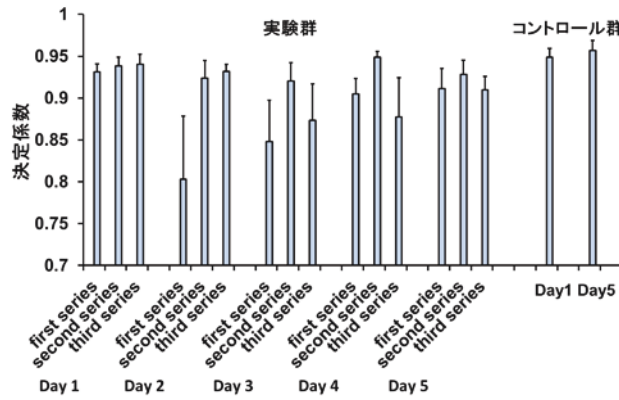
A: 1 日目の舌圧, B: 5 日目の舌圧, C: 1 日目の左側舌骨上筋群, D: 5 日目の左側舌骨上筋群  
E: 1 日目の右側舌骨上筋群, F: 5 日目の右側舌骨上筋群

\*:  $P < 0.001$

A



B



C

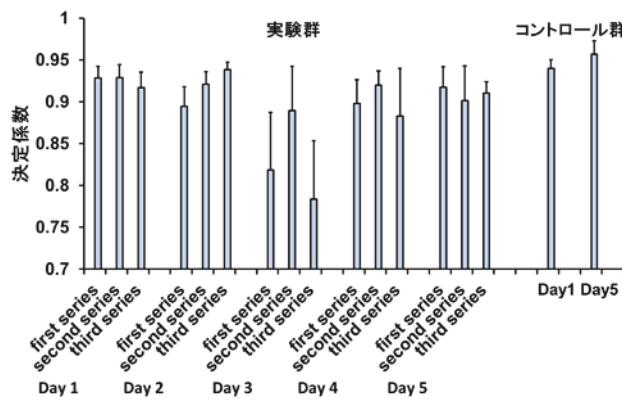


Fig 3. 各日における舌圧および両側舌骨上筋群の決定係数（CD 値）の比較（平均値±標準誤差）

A: 舌圧, B: 左側舌骨上筋群, C: 右側舌骨上筋群

\*:  $P < 0.05$

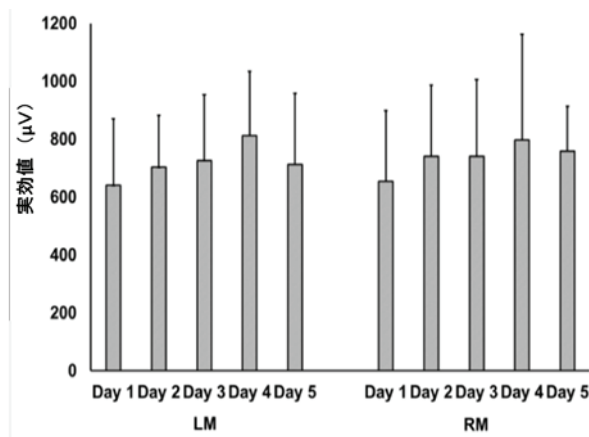
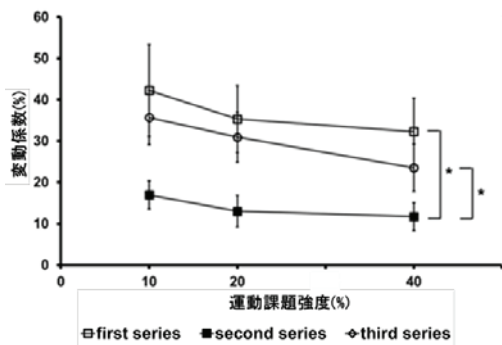


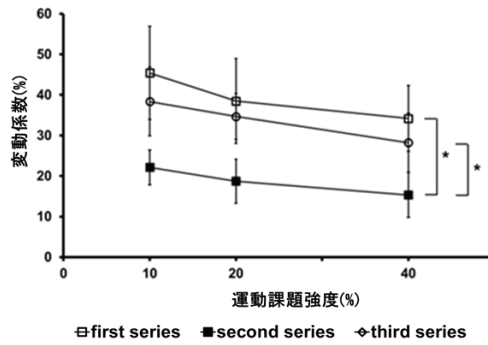
Fig 4. 各日の 100%MVC における両側咬筋の実効値の比較 (平均値±標準誤差)

LM: 左側咬筋, RM: 右側咬筋

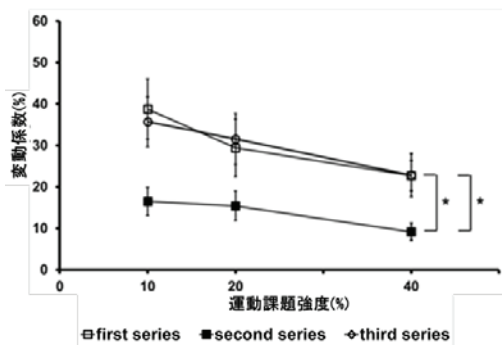
A



B



C



D

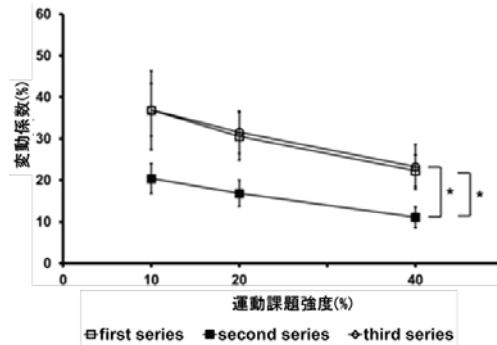


Fig 5. 1 日目, 5 日目における両側咬筋の 3 条件間の変動係数 (CV 値) の比較 (平均値±標準誤差)

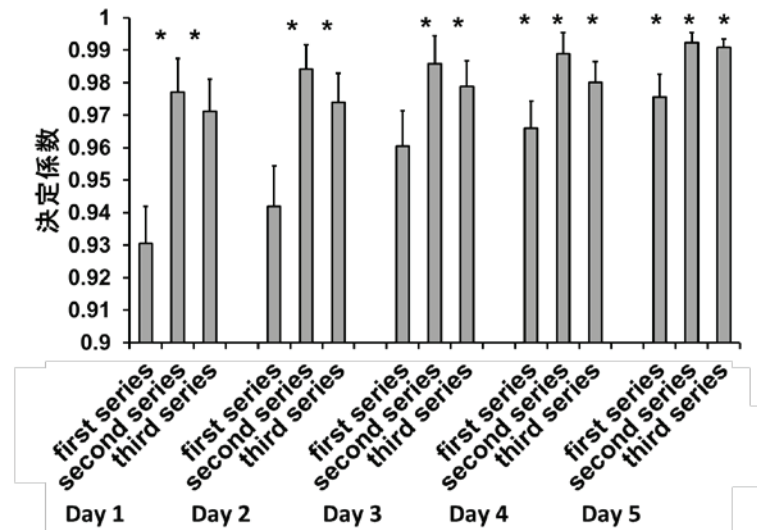
LM: 左側咬筋, RM: 右側咬筋

A: 1 日目の左側咬筋, B: 1 日目の右側咬筋, C: 5 日目の左側咬筋, D: 5 日目の右側咬筋

\*:  $P < 0.001$



A



B

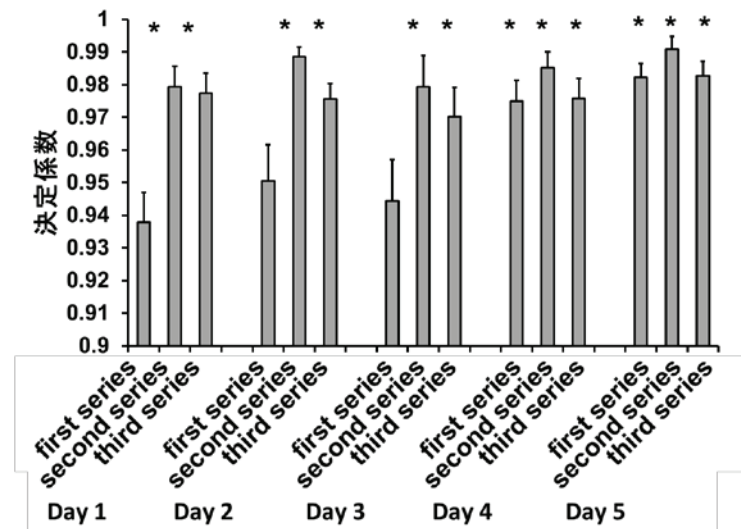


Fig 6. 各日の両側咬筋における決定係数（CD 値）の比較（平均値±標準誤差）

A: 左側咬筋, B: 右側咬筋

\*:  $P < 0.05$

【Table】

**Table 1:** 各日におけるビジュアルフィードバックを用いた 10%, 20%, 40%および 100%MVC の級内相関係数の比較と Shroud の分類

	10%MVC	20%MVC	40%MVC	100%MVC
LM	0.709	0.749	0.791	0.771
RM	0.701	0.746	0.772	0.764

MVC: maximum voluntary contraction, LM: 左側咬筋, RM: 右側咬筋

### Shroud の分類

- 0 ~ 0.40 : 低い一致 (poor agreement)
- 0.41 ~ 0.60 : 中等度の一致 (moderate)
- 0.61 ~ 0.80 : かなりの一致 (good to fair)
- 0.81 ~ : 高い一致 (excellent)