

## 特集1 予防的摂食嚥下リハビリテーションへの挑戦

# 予防的リハビリテーションとしての MTPSSE における舌骨上筋群の運動

総説▶

 福岡達之<sup>1)</sup>  
Tatsuyuki Fukuoka

 西尾正輝<sup>2)</sup>  
Masaki Nishio

**要旨** 舌骨上筋群は、嚥下時に舌骨・喉頭を前上方へ挙上し、輪状咽頭筋の弛緩と食道入口部開大に関与する重要な筋群である。加齢に伴い舌骨上筋群の筋量・筋力は低下することが報告されており、高齢者の嚥下機能低下の原因となり得る。舌骨上筋群の筋線維タイプはタイプII線維の割合が多く、加齢による影響を受けやすい。加齢に伴う速筋線維の減少に対してはレジスタンストレーニングにより速筋線維を活性化させることが有効であり、高齢者の嚥下機能低下に対する予防的リハビリテーションとしても重要なアプローチである。本項では、高齢者の発話と嚥下の運動機能向上プログラム（MTPSSE）における舌骨上筋群の主な運動課題について解説する。

**キーワード**▶ 舌骨上筋群、フレイル、サルコペニア、高齢者の発話と嚥下の運動機能向上プログラム、MTPSSE

## I. 舌骨上筋群の運動機能

舌骨上筋群は、顎舌骨筋、顎二腹筋、オトガイ舌骨筋、茎突舌骨筋の総称であり、嚥下や開口動作に作用する重要な筋群である。嚥下時に下顎骨が固定された状態で舌骨上筋群が収縮すると、舌骨と喉頭は上前方へ挙上する。その後、甲状舌骨筋の収縮により舌骨甲状間隙が短縮すると嚥下時の喉頭は最高位に挙上し、輪状咽頭筋の弛緩と食道入口部の開大によって食塊は食道へと送り込まれる<sup>1)</sup>。開口時には、閉口筋群が弛緩し、舌骨上筋群と外側翼突筋が収縮することで下顎が下制される。

舌骨・喉頭の上前方挙上運動が低下すると、食道入口部の開大が障害され、咽頭残留や誤嚥のリスクが高まる。高齢者では、舌骨上筋群や甲状舌骨筋の筋緊張の減弱、筋力低下、甲状靭帯のゆるみなどによって舌骨・喉頭の位置が低下することが知られており、70歳代以降になると男女ともに急激に下降する<sup>2)</sup>。喉頭下垂や嚥下時の喉頭挙上量の低下は食道入口部の開大幅や開大時間、食塊通過量に影響を及ぼす<sup>3,4)</sup>。高齢者やサルコペニアの患者ではオトガイ舌骨筋や顎二腹筋前腹の筋厚が減少することも報告されている<sup>5-7)</sup>。加齢に伴う嚥下機能の低下には、生理的変化や嚥下器官の構造変化、機能的予備能力の低下、老人性疾

患の発症など多くの要因が考えられているが<sup>8,9)</sup>、このような状態は老人性嚥下機能低下（老嚥）<sup>8-10)</sup>やオーラルフレイル<sup>11)</sup>、サルコペニアの摂食嚥下障害<sup>12)</sup>との関連が推察される。老嚥とオーラルフレイルは嚥下障害の前段階であり、可逆的な状態である。そのため、このような高齢者に対しては機能低下が進行する前に予防的リハビリテーションを行う必要がある。老嚥やオーラルフレイルにはサルコペニアが関連するため、適切な栄養指導と嚥下筋に対するレジスタンス運動を行うことが重要である。

本項では、こうした加齢に伴う嚥下機能の低下を予防する上で有用であると思われる高齢者の発話と嚥下の運動機能向上プログラム（Movement Therapy Program for Speech & Swallowing in the Elderly : MTPSSE）における可動域拡大運動プログラムおよびレジスタンス運動プログラムのメイントレーニングである舌骨上筋群の主な運動課題について解説する。

## II. 可動域拡大運動とレジスタンス運動

MTPSSEは、可動域拡大運動プログラムとレジスタンス運動プログラムの2大プログラムから構成されている。可動域拡大運動プログラムは、著しい筋力低下に起因して、自動運動における可動域（range of motion : ROM）の制限

<sup>1)</sup> 広島国際大学総合リハビリテーション学部リハビリテーション学科言語聴覚療法学専攻（〒739-2695 広島県東広島市黒瀬学園台555-36）

<sup>2)</sup> 新潟医療福祉大学大学院医療福祉学専攻保健学専攻言語聴覚学分野（〒950-3198 新潟県新潟市北区鳥見町1398）

[連絡先] 福岡達之：広島国際大学総合リハビリテーション学部リハビリテーション学科言語聴覚療法学専攻（〒739-2695 広島県東広島市黒瀬学園台555-36）

TEL : 0823-70-4651 FAX : 0823-70-4852 E-mail : fukuoka@hirokoku-u.ac.jp

を認める者に対して、他動ROM運動、自動介助ROM運動、もしくは自動ROM運動を実施して可動域拡大を図ることを目的としている。発声発語・嚥下器官のROM運動とは、筋力・筋パワーなどを強化し、自力で運動可能な範囲を拡大し、レジスタンス運動へとつなげるために行うものである。

レジスタンス運動プログラムは、自動運動における可動域の制限を認めない者を対象とし、筋力や筋パワー、スピードの増大を目的としてレジスタンス運動を実施する。レジスタンス運動は、筋に負荷を加えて筋機能を強化するトレーニングであり、スクワットや腹筋のような自重トレーニング、バーベルやダンベルなどの用具、マシン等を使用するもの、徒手的に抵抗を加える手技など様々な方法がある。レジスタンス運動によって、筋力増強、筋パワー増大の他、筋収縮速度向上、筋持久力向上、柔軟性の向上、骨密度の増加、腱や靭帯の強化、筋断面積の増大などの効果が期待される。

### Ⅲ. 可動域拡大運動プログラム ー舌骨上筋群の運動ー

#### 1. 下顎の下制運動

クライアントに、「できるだけ大きく口を開けて下さい」と指示し、その状態を保持させる。運動の持続時間、施行回数、セット数は、約5秒間、5回実施して1セットとする。開口制限や下顎の偏位がないか確認し、顎関節の疼痛、雑音、脱臼などに注意する。開口運動を介助する際は、顎関節に与える負荷に十分留意する。クロスフィンガー・マニューバーは顎関節に与える負担が大きく、使用してはならない。

#### 2. 舌骨・喉頭挙上位保持嚥下運動(図1)

本舌骨・喉頭挙上位保持嚥下運動は、メンデルソン手技、舌の口蓋への押し付け運動(努力嚥下)、声門閉鎖運動を組み合わせた方法である。本法は、舌骨上筋群と甲状舌骨筋、舌筋(特に舌根部の後方移動に関与する筋群)、咽頭筋、声帯内転筋をユニットとしてとらえ、これら諸筋群の運動機能を強化して可動域を維持、拡大させることを目的としている。

実施方法は、吸気後、舌を硬口蓋に強く押し付けながら唾液もしくは少量の水、とろみ水などを嚥下させ(努力嚥下)、強く息を止めたまま(声門閉鎖運動)、舌骨・喉頭が最大挙上位になった状態を約5秒間保持する(メンデルソン手技)。メンデルソン手技と声門閉鎖運動を行っている約5秒間は、舌の硬口蓋への押し付け運動も維持させる。舌骨・喉頭挙上位の保持時間は、1秒間程度から開始し、徐々に5秒間程度に延長するなどクライアントの能力に応じて調整する。メンデルソン手技の理解を促すために、自身の指で喉頭挙上を確認してもらうことや、ミラーバイ



図1 舌骨・喉頭挙上位保持嚥下運動

(西尾正輝:高齢者の発話と嚥下の運動機能向上プログラム(MTPSSE)第2巻:可動域拡大運動プログラム,学研メディカル秀潤社:2021より許可を得て引用)

オフィードバック法を用いながら、喉頭隆起部にシールを貼ってシールマーカー法を併用し、喉頭が挙上する動作を理解させる方法も良い(図2)。息を止める動作を繰り返すため、呼吸困難には十分注意し、心疾患や呼吸器疾患のあるクライアントでは適応について主治医に確認するようにする。

本法は、主にメンデルソン手技と舌を口蓋に向かって押し付けて行う努力嚥下を併用し、さらに声門閉鎖動作を意図的に加え、咽頭期嚥下にかかわる一連の筋群をセットとして強化させようとするものである。メンデルソン手技は舌骨・喉頭の挙上の程度と挙上持続時間を随意的に増大させ、それにより食道入口部の開大幅と開大持続時間を増大させる手技である<sup>13-19)</sup>。Lazarusら<sup>15,16)</sup>は単に喉頭挙上と食道入口部の開大に有効であるばかりでなく、舌根部の後方移動範囲を改善させ、食道入口部の開大運動も健常に近い円滑な運動様式に向上し、嚥下中の食塊のクリアランス能力が改善して咽頭残留が減少し、咽頭期における協調性が改善するなど、咽頭期嚥下の機能的改善が認められたと報告している。McCulloughら<sup>18,19)</sup>はメンデルソン手技を集中的な訓練として実施することで、単に一時的で代償的な改善ではなく、長期的に効果が持続する嚥下の生理学的変化(舌骨運動とUESの開大および協調性の改善)を得ることができたと報告している。

機能的訓練法の見地からメンデルソン手技をとらえた従来の文献を渉猟し要約すると、訓練もしくはトレーニングとしてこの手技を用いることにより、舌骨・喉頭を挙上させる舌骨上筋群と甲状舌骨筋の可動域、速度、挙上持続時間が維持・強化される。それにより食道入口部の開大幅と開大持続時間を増加させるばかりでなく、舌根部の後方移

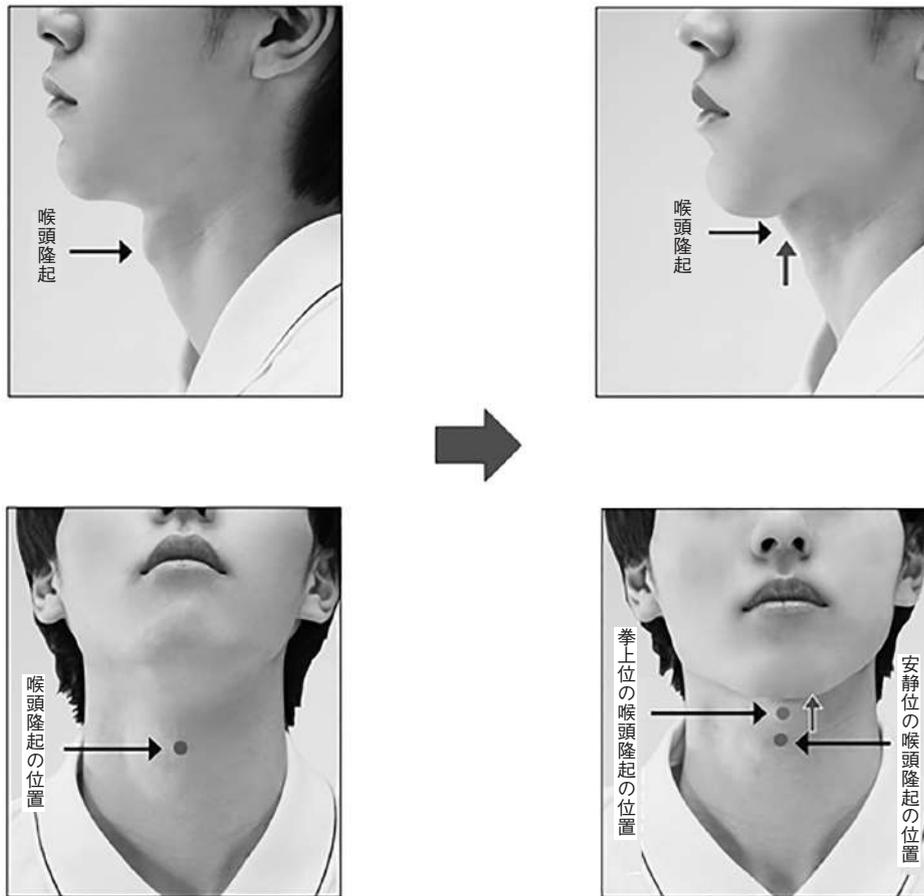


図2 シールマーカ法を用いた舌骨・喉頭の挙上位保持嚥下運動の実施場面。喉頭隆起が最も高い位置に移動した状態を理解するのに役たせている。  
 (西尾正輝：高齢者の発話と嚥下の運動機能向上プログラム (MTPSSE) 第2巻：可動域拡大運動プログラム。学研メディカル秀潤社：2021より許可を得て引用)

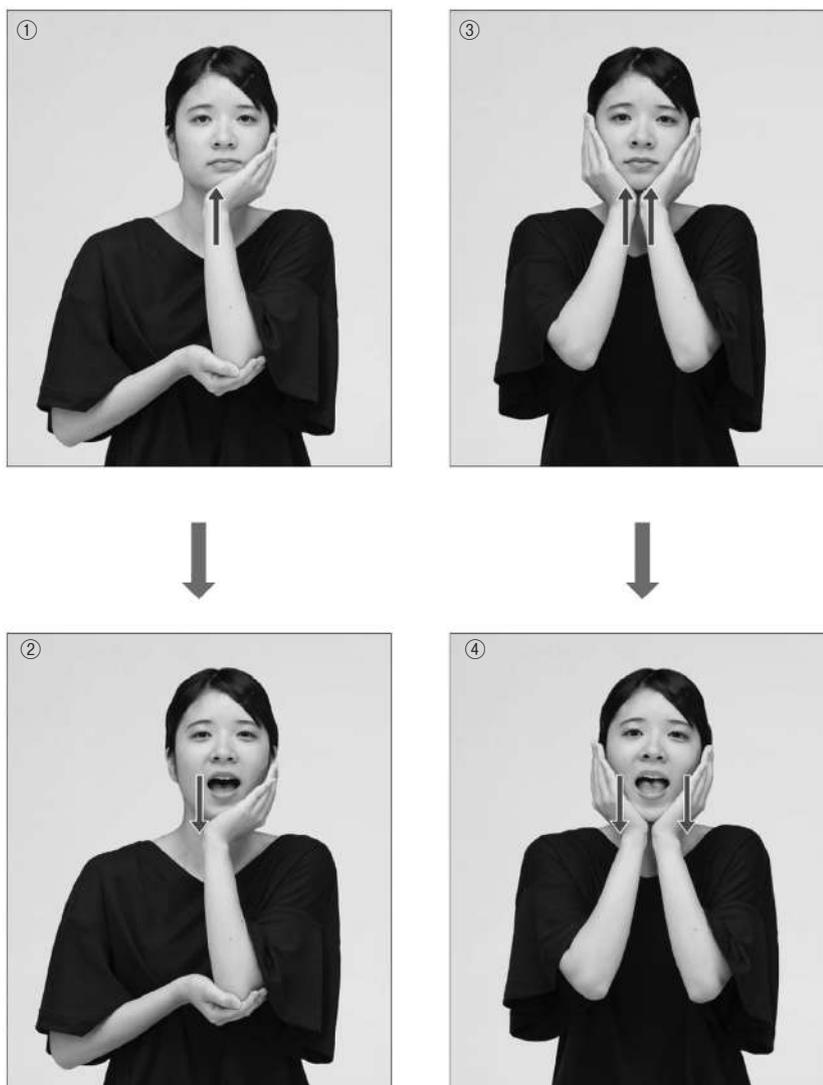
動能力を高め、さらに声帯の内転性を高めることでより強固に気道を保護する。加えて、嚥下の協調性を改善させ、鼻咽腔閉鎖機能を強化すると共に咽頭筋を強化して咽頭のクリアランス能力を改善させ、咽頭期の嚥下反射機構を全体的に改善させることが期待できる<sup>15-19)</sup>。また、加齢に伴う舌骨・喉頭の下垂を予防する効果も期待できると推察される。舌を口蓋に向かって押し付ける運動は、舌根部の運動性を高めて喉頭蓋谷の食塊残留を改善させる努力嚥下とも類似する。Jangら<sup>20)</sup>は努力嚥下によって舌骨・喉頭の運動速度と運動範囲が高まり、喉頭蓋が反転する持続時間が延長することで気道保護の強化に役立つと報告している。また、Huckabeeら<sup>21)</sup>、Yoshidaら<sup>22)</sup>、福岡ら<sup>23)</sup>、Namikiら<sup>24)</sup>は、舌の挙上運動は、舌骨上筋群を強化する作用を有すると報告している。以上から、メンデルソン手技と舌を口蓋に押し付ける努力嚥下を同時に行うことで舌骨上筋群の収縮力を高め、結果として舌骨上筋群の筋力、パワー、速度、持久力の強化をいっそう効果的なものとするのが示唆される。

#### IV. レジスタンス運動プログラム —舌骨上筋群の運動—

##### 1. 舌骨上筋群のレジスタンス運動の重要性

加齢に伴い舌骨上筋群の筋力・筋量は低下し、サルコペニアと関連して全身的な運動機能と並行して低下する傾向がある。Wakabayashiら<sup>25)</sup>は頭部挙上筋力は嚥下機能と関連していると報告しているが、こうした加齢に伴う舌骨上筋群の筋力低下が嚥下機能の低下を招く一因となっていると推察される。

概して、タイプII線維は加齢に伴い影響を受けやすいのに対して、タイプI線維は維持されやすい。したがって、加齢による一次性サルコペニアでは速筋線維が選択的に減少し、遅筋線維へタイプ変化する。「サイズの原理」で知られているように、持久力トレーニングは主に遅筋線維を発達させ肥大化させるのに対して、レジスタンストレーニングでは主に速筋線維を発達させ肥大化させる。したがって、加齢に伴う速筋線維の減少に対してはレジスタンストレーニングにより速筋線維を活性化することが有効である。



一般の上肢(手掌面)で負荷を与える手法

両側の上肢(手掌面)で負荷を与える手法

図3 下顎の下制運動

(西尾正輝：高齢者の発話と嚥下の運動機能向上プログラム (MTPSSE) 第3巻：レジスタンス運動プログラム. 学研メディカル秀潤社：2021 より許可を得て引用)

## 2. 下顎の下制運動 (図3)

開口時に作用する舌骨上筋群の収縮に対して負荷を加えるトレーニングである。一側あるいは両側の手掌面を下顎底にあてがい、強く押し上げて負荷を加え、その抵抗に抗して下顎を十分に強く引き下げて開口させる。運動の持続時間は約5秒間とし、1セット5回の運動を行う。別法として、手掌ではなく両手の母指により抵抗を加える方法もある。上記いずれの方法も頸部を動かさないように抵抗に抗して開口動作を行うことに留意する。運動時に顎関節の疼痛、雑音や脱臼などの症状がないか確認する。

## 3. 特殊小項目

### a) 改変チンインエクササイズ (図4)

開口動作に対してゴムボール等を用いて負荷を加えるスーパーテクニックである。下顎と胸骨柄の間に弾性のある

ゴムボールを挟み、ボールの弾性抵抗に抗して押し付けるように下顎を十分に強く引き下げて開口させる。運動の持続時間は約5秒間とし、できるだけ強く開口動作を維持させる。施行回数は5回実施して1セットとする。抵抗に用いる器具は、ゴムボール以外に、ラバークッション、ダブルピンチやトレーニングタイプのデジタル握力計などが適応となることがある。器具の種類によっては運動時の痛みに注意し、必要に応じてタオルなどをあてがう。運動時に顎関節の疼痛、雑音や脱臼などの症状がないか確認する。

類似のトレーニングとして、chin tuck against resistance (CTAR)<sup>26, 27)</sup>があるが、実施方法や活動する筋群は異なる。CTARはゴムボールを頸部の前屈によって押しつぶす動作であり、このような運動時には舌骨上筋群だけでなく、胸鎖乳突筋など頸部の屈筋群も同時に筋収縮を生じ



①  
②

図4 改変チンインエクササイズ

(西尾正輝：高齢者の発話と嚥下の運動機能向上プログラム (MTPSSE) 第3巻：レジスタンス運動プログラム、学研メディカル秀潤社：2021より許可を得て引用)

ることになる。これに対して、改変チンインエクササイズは頸部を固定したまま開口動作を行うため、舌骨上筋群に対してより確実に負荷を与えることが可能である。実施の際は、頸部の屈筋群による代償を抑制するために、頸部を屈曲しないで開口運動を行うことが大切である。

#### b) チューブトレーニングテクニック (図5)

開口動作に対してトレーニング用のゴムチューブなどを用いて負荷を加える方法である。トレーニング用ゴムチューブを下顎底を中心として下顎骨にあてがい、上方に向かって負荷を加え、閉口位からゴムチューブの弾性抵抗に抗して強く開口させる。約5秒間、5回実施して1セットとする。トレーニング用のゴムチューブもしくはバンドの多くは、複数の種類の強度がセットになって販売されており、個々のクライアントの筋力に適した強度を選択することができる。

セルフトレーニングで行う場合は、ゴムチューブを握る



①  
②

図5 チューブトレーニングテクニック

(西尾正輝：高齢者の発話と嚥下の運動機能向上プログラム (MTPSSE) 第3巻：レジスタンス運動プログラム、学研メディカル秀潤社：2021より許可を得て引用)

両手指を左右の顔面頭蓋にしっかりと押しあてて固定すると運動が安定する。負荷の強度は、ゴムチューブなどの種類だけでなく、ゴムチューブの両端を引っ張る程度によっても調整することができる。本法に含まれる筋収縮の様式は3種類である。抵抗に抗して開口動作を行うとき、舌骨上筋群には短縮性収縮が生じている。開口位で一定時間保持する状態は等尺性収縮である。開口位から抵抗に抗したまま元の位置にゆっくりと戻す運動は伸張性収縮である。1回の運動後に、完全に閉口位の状態に戻すのではなく、閉口位に近い位置にまで戻り、筋が収縮し続けた状態で次の運動を開始するようにする。用具の種類や加える抵抗によっては負荷が強くなるため、顎関節の疼痛、雑音や脱臼に注意する。

#### c) Nishio マニューバー<sup>28)</sup> (図6)

舌骨運動に対して直接的に抵抗を加えるスーパーテクニックである。舌根を後方に移動させると、同時に下顎も後退する。下顎の後退に作用する筋は、側頭筋 (後部)、顎舌骨筋、オトガイ舌骨筋、顎二腹筋前腹である。したがって、舌根と下顎を同時に後退させることにより、顎舌骨筋、オ



図6 Nishio マニューバー

(西尾正輝：高齢者の発話と嚥下の運動機能向上プログラム (MTPSSE) 第3巻：レジスタンス運動プログラム，学研メディカル秀潤社：2021より許可を得て引用)

トガイ舌骨筋，顎二腹前腹の3つの舌骨上筋群を共同収縮させて舌骨を前方に牽引することができる。さらに，舌骨の前方運動に対して抵抗負荷を加えることで，舌骨上筋群に強い筋収縮を生じさせることが可能である。本法は，舌と下顎をユニットとして考えており，MTPSSEの特徴の一つであるユニット訓練法の一つである。

実施方法は，舌根の後退運動を指示し，舌骨体に第2指(示指)と第3指(中指)の2点で後方に向かって押して負荷を加える。その抵抗に抗して，舌根を十分に強く後退させて舌骨を前進させ，その状態を維持させる。運動は約5秒間，5回実施して1セットとする。教示例として，「私が手で加える力に負けないように，できるだけ強く舌を後ろに引っ込め続けて下さい」などのように指示する。舌とともに下顎を後方に引くように指示すると，より明確に舌骨上筋群を収縮させることができる。舌の後退運動がうまくいかないクライアントには，ペンライトと鏡を使って視覚的に舌運動をフィードバックさせることから開始する。開口位でも閉口位でも，舌骨上筋群の収縮を促すことはできるが，舌骨の前方運動に対して働きかけるためには，下顎骨を固定した閉口位の方が安定しやすい。負荷量は手指で自在に調節することができるが，一点で負荷を加えると痛みや不快感が生じることがある。抵抗を加える際は，舌骨周辺部に痛みや強い違和感がないか十分に留意する。

本テクニックは，舌骨上筋群に対して直接的かつ確実に抵抗を加えるという点で，新規性を有するレジスタンス運動手技である。図7に唾液嚥下とNishio マニューバーを行ったときの舌骨上筋群筋活動を示す。舌骨の前方運動に抵抗を加えると，唾液嚥下時と比較し舌骨上筋群に持続的な大きな筋活動が生じる。舌骨上筋群の活動は，舌根の後退運動を強めることでさらに増大する。Nishio マニューバーでは，舌骨上筋群および外舌筋(茎突舌筋，舌骨舌筋，口

蓋舌筋)，内舌筋(上縦舌筋)などの筋群が収縮して舌骨の前方移動に作用すると考えられる。

舌骨上筋群の強化運動として今日では多様な手技が存在し，①メンデルソン手技のように喉頭挙上を随意的に保持するもの，②頭部を挙上させて舌骨上筋群を強化しようとするもの(head raising exercise, head lift exercise)<sup>29, 30)</sup>，③抵抗に抗して頸部を前屈させて(または顎を引いて)舌骨上筋群を強化するもの<sup>26, 31-35)</sup>，④Kraaijengaら<sup>33)</sup>，西尾<sup>36)</sup>に代表される抵抗に抗して(頸部を前屈させないで)開口させて舌骨上筋群を強化するもの(jaw opening against resistance: JOAR)，⑤舌を口蓋に向かって挙上させて舌骨上筋群を強化するもの<sup>22-24)</sup>，⑥expiratory muscle strength training (EMST)と呼ばれる呼気運動機能を向上させる用具を用いたもの<sup>37-39)</sup>，⑦舌骨運動に対し直接的に抵抗を加えるNishio マニューバー<sup>28)</sup>に分けられる。

これらの中で，②頭部を挙上させて舌骨上筋群を強化させる手技は，負荷量を個別に適切に設定し(個別性の原則)，過負荷の原理に基づいて適切な負荷量を与えることが難しいという点で，注意が必要である。③頸部を前屈させて舌骨上筋群を強化させる方法についても注意が必要である。なぜなら，頸部を前屈させる運動には舌骨上筋群の他に胸鎖乳突筋，椎前筋群，斜角筋群があり，舌骨上筋群は頸部の前屈運動では補助筋にすぎないからである<sup>40)</sup>。頸部の前屈運動ではまず主動筋である胸鎖乳突筋と椎前筋群が働くことに加えて<sup>41, 42)</sup>，運動時にしばしば他の筋で代償され，舌骨上筋群が低下した場合は，より強力な他の筋で前屈運動が行われてしまう可能性を否定することができない。

上記の分類に基づくと，本項で紹介した舌骨上筋群のレジスタンス運動は，Nishio マニューバーを除いて，舌骨上筋群は開口筋であることに着目し，④徒手的抵抗に抗して

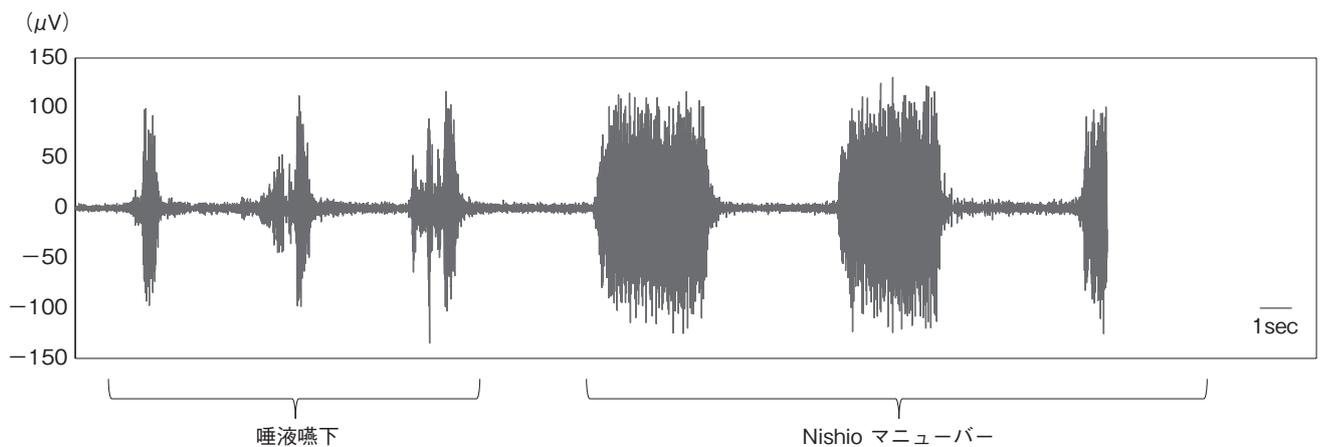


図7 唾液嚥下時と Nishio マニューバー実施時の舌骨上筋群筋活動  
35 歳, 男性, 健常例. 顎舌骨筋の筋線維走行から双極性に誘導.

開口する JOAR を用いている. この場合, 抵抗に抗して頸部を前屈させて (または顎を引いて) 舌骨上筋群を強化する CTAR のように, 舌骨上筋群以外の前屈筋群により代償されることがなく, 確実に舌骨上筋群に対して働きかけることができるためいっそう高い効果が期待できる.

Kraaijenga ら<sup>33)</sup>はセラバイトを用いて抵抗に抗して開口する JOAR は舌骨上筋群の機能向上に有効であったと報告している. しかしセラバイトを入手することは難しい場合が少なくないため, MTPSSE では, スーパーテクニクとして改変チンインエクササイズで弾性のあるゴムボールを用いて抵抗に抗して開口する JOAR を設けている. 本法は, Yoon ら<sup>26)</sup>がシャキア訓練を応用して開発した CTAR と類似するため誤解されやすい. しかし Yoon らの手法では顎を引いてゴムボールを圧縮する運動により舌骨上筋群を強化するものであり, 前述のように下顎を押し込む際に舌骨上筋群以外の頸部の屈筋群が代償的に働いてしまう可能性がある. これに対して本法では頸部を動かさないうで抵抗に抗して開口動作だけを行うため, 舌骨上筋群に対してより確実に負荷を与えて強化することができる.

## 文 献

- 三枝英人: 舌骨上筋群の解剖. 耳展, 53: 4: 246-253, 2010.
- 設楽哲也: 耳鼻咽喉科領域における年齢変化. 世紀社出版, 1980.
- Logemann JA, Pauloski BR, Rademaker AW, et al: Oropharyngeal swallow in younger and older women: videofluoroscopic analysis. J Speech Lang Hear Res, 45: 434-445, 2002.
- Kern M, Bardan E, Arndorfer R, et al: Comparison of upper esophageal sphincter opening in healthy asymptomatic young and elderly volunteers. Ann Otol Rhinol Laryngol, 108: 982-989, 1999.
- Feng X, Todd T, Lintzenich CR, et al: Aging-related genioid muscle atrophy is related to aspiration status in healthy older adults. J Gerontol A Biol Sci Med Sci, 68 (7): 853-860, 2013.
- Barotsis N, Galata A, Hadjiconstanti A, et al: The ultrasonographic measurement of muscle thickness in sarcopenia. A prediction study. Eur J Phys Rehabil Med, 56(4): 427-437, 2020.
- Ogawa N, Wakabayashi H, Mori T, et al: Digastric muscle mass and intensity in older patients with sarcopenic dysphagia by ultrasonography. Geriatr Gerontol Int, 21(1): 14-19, 2021.
- Dejaeger M, Liesenborghs C, Dejaeger E: Presbyphagia. Seminars in Dysphagia. IntechOpen, 55-67, 2015.
- 岩本俊彦: 老嚥 (presbyphagia) とオーラルフレイル. Geriatr Med, 56(7): 670-671, 2018.
- 若林秀隆: 老嚥 (presbyphagia) とは. 臨床栄養 124(1): 12-13, 2014.
- 渡邊 裕: 基礎から学ぶオーラルフレイル 口腔機能低下症への対応. デンタルハイジーン, 39(5): 550-555, 2019.
- Fujishima I, Fujiu-Kurachi M, Arai H, et al: Sarcopenia and dysphagia: Position paper by four professional organizations. Geriatr Gerontol Int, 19(2): 91-97, 2019.
- Mendelsohn MS, McConnel FM: Function in the pharyngo-esophageal segment. Laryngoscope, 97: 483-489, 1987.
- Logemann JA, Kahrilas PJ: Relearning to swallow after stroke-application of maneuvers and indirect biofeedback: A case study. Neurology, 40: 1136-1138, 1990.
- Lazarus C, Logemann JA, Gibbons P: Effects of maneuvers on swallowing function in a dysphagic oral cancer patient. Head Neck, 15: 419-424, 1993.
- Lazarus C, Logemann JA, Song CW, et al: Effects of voluntary maneuvers on tongue base function for swallowing. Folia Phoniatr Logop, 54: 171-176, 2002.
- Logemann JA: Evaluation and treatment of swallowing disorders (2nd ed). Pro-Ed, 1998.
- McCullough GH, Kamarunas E, Mann GC, et al: Effects of Mendelsohn maneuver on measures of swallowing duration post stroke. Top Stroke Rehabil, 19: 234-243, 2012.
- McCullough GH, Kim Y: Effects of the Mendelsohn maneuver on extent of hyoid movement and UES opening post-stroke. Dysphagia, 28: 511-519, 2013.
- Jang HJ, Leigh JH, Seo HG, et al: Effortful swallow enhances vertical hyolaryngeal movement and prolongs duration

- after maximal excursion. *J Oral Rehabil*, 42 : 765-773, 2015.
- 21) Huckabee ML, Steele CM : An analysis of lingual contribution to submental surface electromyographic measures and pharyngeal pressure during effortful swallow. *Arch Phys Med Rehabil*, 87 : 1067-1072, 2006.
  - 22) Yoshida M, Groher ME, Crary MA, et al : Comparison of surface electromyographic (sEMG) activity of submental muscles between the head lift and tongue press exercise as a therapeutic exercise for pharyngeal dysphagia. *Gerodontology*, 24 : 111-116, 2007.
  - 23) 福岡達之, 吉川直子, 川阪尚子, 他 : 等尺性収縮による舌挙上運動と舌骨上筋群活動の関係—舌骨上筋群に対する筋力トレーニング方法への展望—. *耳鼻と臨床*, 56(sup-ple2) : S207-S214, 2010.
  - 24) Namiki C, Hara K, Tohara H, et al : Tongue-pressure resistance training improves tongue and suprahyoid muscle functions simultaneously. *Clin Interv Aging*, 14 : 601-608, 2019.
  - 25) Wakabayashi H, Sashika H, Matsushima M : Head lifting strength is associated with dysphagia and malnutrition in frail older adults. *Geriatr Gerontol Int*, 15 : 410-416, 2015.
  - 26) Yoon WL, Khoo JK, Rickard Liow SJ : Chin tuck against resistance (CTAR) : new method for enhancing suprahyoid muscle activity using a Shaker-type exercise. *Dysphagia*, 29 : 243-248, 2014.
  - 27) Sze WP, Yoon WL, Escoffier N, et al : Evaluating the Training Effects of Two Swallowing Rehabilitation Therapies Using Surface Electromyography—Chin Tuck Against Resistance (CTAR) Exercise and the Shaker Exercise. *Dysphagia*, 31 : 195-205, 2016.
  - 28) 福岡達之, 西尾正輝 : 舌骨上筋群に対するレジスタンストレーニング—舌骨上筋群への新たな訓練手技「Nishio マニューバー」の紹介—. *ディサースリア臨床研究*. 8 : 130-133, 2018.
  - 29) Shaker R, Kern M, Bardan E, et al : Augmentation of deglutitive upper esophageal sphincter opening in the elderly by exercise. *Am J Physiol*, 272 : G1518-G1522, 1997.
  - 30) Shaker R, Easterling C, Kern M, et al : Rehabilitation of swallowing by exercise in tube-fed patients with pharyngeal dysphagia secondary to abnormal UES opening. *Gastroenterology*, 122 : 1314-1321, 2002.
  - 31) 岩田義弘, 寺島万成, 長島圭士郎, 他 : 高齢者に対する頸部等尺性収縮手技 (chin push-pull maneuver) による嚥下訓練. *耳鼻と臨床*, 56 : S195-S201, 2010.
  - 32) 杉浦淳子, 藤本保志, 安藤 篤, 他 : 頭頸部腫瘍術後の喉頭挙上不良を伴う嚥下障害例に対する徒手の頸部筋力増強訓練の効果. *日本摂食・嚥下リハビリテーション学会雑誌*, 12 : 69-74, 2008.
  - 33) Kraaijenga SA, van der Molen L, Stuiver MM, et al : Effects of strengthening exercises on swallowing musculature and function in senior healthy subjects : a prospective effectiveness and feasibility study. *Dysphagia*, 30 : 392-403, 2015.
  - 34) 岩田義弘, 長島圭士郎, 服部忠夫, 他 : 軽症嚥下障害例に対する訓練法の検討. *耳鼻と臨床*, 53 : S128-S135, 2007.
  - 35) 藤島一郎 : 嚥下筋力強化訓練 頭部挙上訓練. *嚥下医学*, 1 : 322-324, 2012.
  - 36) 西尾正輝 : 高齢者の摂食嚥下運動機能向上プログラム MT-PSE～間接訓練による運動療法でフレイル・サルコペニアを予防・改善する～. *Geriatric Medicine*, 55 : 655-682, 2017.
  - 37) 福岡達之, 杉田由美, 川阪尚子, 他 : 呼吸抵抗負荷トレーニングによる舌骨上筋群の筋力強化に関する検討. *日本摂食・嚥下リハビリテーション学会雑誌*, 15 : 174-182, 2011.
  - 38) Troche MS, Okun MS, Rosenbek JC, et al : Aspiration and swallowing in Parkinson disease and rehabilitation with EMST : a randomized trial. *Neurology*, 75 : 1912-1919, 2010.
  - 39) Park JS, Oh DH, Chang MY, et al : Effects of expiratory muscle strength training on oropharyngeal dysphagia in subacute stroke patients : a randomised controlled trial. *J Oral Rehabil*, 43 : 364-372, 2016.
  - 40) 中村隆一, 齋藤 宏, 長崎 浩 : 基礎運動学 (第6版補訂). 医歯薬出版, 2012.
  - 41) Ferdjallah M, Wertsch JJ, Shaker R : Spectral analysis of surface electromyography (EMG) of upper esophageal sphincter-opening muscles during head lift exercise. *J Rehabil Res Dev*, 37 : 335-340, 2000.
  - 42) White KT, Easterling C, Roberts N, et al : Fatigue analysis before and after shaker exercise : physiologic tool for exercise design. *Dysphagia*, 23 : 385-391, 2008.