

舌骨上筋群に対するレジスタンストレーニング —舌骨運動への新たな訓練手技 「Nishio マニューバー」の紹介—

福岡達之¹⁾ | 西尾正輝²⁾
Tatsuyuki Fukuoka | Masaki Nishio

要旨 嚥下の間接訓練にはレジスタンストレーニングによる運動療法が多く、嚥下筋に対してもトレーニングの原理と原則を適用する必要がある。本稿では、咽頭期嚥下における舌骨運動と舌骨上筋群に対するレジスタンストレーニングについて解説し、新たに開発された Nishio マニューバーを紹介する。Nishio マニューバーは舌骨運動に対して直接的に負荷を加える訓練法であり、舌骨上筋群の筋力強化と嚥下時における舌骨の前方移動の改善が期待できる。

キーワード 舌骨上筋群、レジスタンストレーニング、Nishio マニューバー

I. はじめに

嚥下筋に対するレジスタンストレーニング (resistance training: RT) は、嚥下の機能訓練において主要なアプローチのひとつである。間接訓練には RT による運動療法が多く、嚥下筋に対してもトレーニングの原理 (過負荷, 特異性, 可逆性) と原則 (全面性, 個別性, 意識性, 漸進性, 反復性) を適用する必要がある。舌筋群に対しては、舌に抵抗負荷を加えて挙上させる lingual exercise が報告されて以降、舌圧測定器を用いた RT のプロトコルやフィードバック訓練が普及している^{1, 2)}。一方、舌骨上筋群に対する RT には多くの訓練法が提唱されており、舌骨喉頭運動に対する抵抗負荷の方法や筋収縮様式、訓練頻度など運動学的に様々な視点で検討が行われている。本稿では、舌骨上筋群に対する RT について解説し、新しい訓練法である Nishio マニューバー (開発者: 西尾正輝) について紹介する。

II. 舌骨運動と舌骨上筋群の作用

嚥下の咽頭期には嚥下反射の惹起とともに、舌骨喉頭挙上、喉頭閉鎖、咽頭収縮、食道入口部開大など多くのイベントが生じることにより咽頭内の食塊は食道へ送り込まれる。舌骨喉頭複合体は、下顎骨と舌骨、喉頭に付着している舌骨上筋群と甲状舌骨筋が収縮することにより嚥下反射

時に前上方に牽引される。舌骨上筋群には、顎二腹筋 (前腹・後腹)、顎舌骨筋、オトガイ舌骨筋、茎突舌骨筋があり、安静時と発話や嚥下など運動時における舌骨の位置を調節している。また舌骨上筋群は開口運動にも関与しており、舌骨下筋群により舌骨が固定された場合には下顎を下制する作用がある。舌骨下筋群のひとつである甲状舌骨筋は、舌骨と甲状軟骨を連結しており、嚥下時には舌骨の前上方移動に追従するように喉頭を挙上する。咽頭期における舌骨喉頭挙上には短時間に強い運動が要求されるが、舌骨上筋群の筋線維タイプは速筋線維の割合が多く³⁾、瞬発的な筋力発揮の特性を有していると考えられる。

III. 舌骨上筋群に対する運動訓練

Shaker らが提唱した head raising exercise (Shaker exercise)⁴⁾ は、本邦では頭部挙上訓練 (シャキア訓練) と呼ばれ、舌骨上筋群に対する筋力強化の方法として広く実施されている。頭部挙上訓練は、臥位で頭頸部を屈曲させることにより、舌骨上筋群に負荷を加える方法であり、頭部の重さを利用した自重トレーニングと考えることができる。頭頸部屈曲の保持 (1 分間) は、関節運動を伴わず筋長が変化しない等尺性収縮であり、反復運動 (30 回) は筋長が変化する等張性収縮である。また、自重の状態でも頭部をゆっくりと床に戻す運動は伸張性収縮である。頭部挙上訓練は、筋力増強の原理を満たした訓練法であり、一定の頻度と期間で実施した場合の効果として、舌骨喉頭挙上量の増

1) 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

2) 新潟医療福祉大学大学院医療福祉学専攻言語聴覚学分野 (〒950-3198 新潟市北区鳥見町 1398 番地)

[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

加、食道入口部開大径の増大、咽頭残留・誤嚥の減少などが報告されている⁴⁾。舌骨上筋群だけでなく、甲状舌骨筋に対しても有効性が報告されている⁵⁾。頭部挙上訓練は、実施方法が理解しやすいこと、特別な機器を必要とせず場所を選ばないこと、自主訓練も可能であることなど利点も多い。一方で臥位で実施する必要があることや負荷量が高いため原法通りの実施が難しい症例も存在すること、舌骨上筋群だけでなく他の筋群（頸部周囲筋、腹筋群）にも負荷が加わることなどが指摘されている。また、頭部挙上訓練時には舌骨上筋群に先行して胸鎖乳突筋に筋疲労が生じることが報告されており⁶⁾、頭頸部の屈曲力が低下した症例では舌骨上筋群に適切な負荷が加わらない可能性もある。頭部挙上訓練の変法として、本邦では座位で実施できる嚥下おでこ体操⁷⁾、聖隷式頭部挙上訓練⁸⁾、徒手的頸部筋力増強訓練⁹⁾、chin push-pull maneuver¹⁰⁾などが提唱されており、負荷量も症例の能力に応じて調節する工夫が紹介されている。他にも海外では、リクライニング位で実施する方法や専用のエクササイズボールを用いたchin tuck against resistance (CTAR) も開発されている^{11, 12)}。

呼吸筋トレーニング (expiratory muscle strength training: EMST) は、呼吸訓練用具を用いて呼気に一定の負荷 (最大呼吸筋力 PEmax 75%) を加える方法であり、発声、咳嗽および嚥下機能に対する効果が報告されている¹³⁻¹⁵⁾。嚥下機能へ影響を及ぼす機序として、EMST 時の舌骨上筋群筋活動の増大や嚥下時に産生される声門下圧の協調性の改善が考えられている。EMST はパーキンソン病での臨床研究が多く、咳嗽能力の向上や嚥下時の食道入口部開大径の増大、誤嚥の減少などの効果が示されている¹⁶⁾。

舌骨上筋群は開口運動時にも収縮することから、最大開口位の保持を負荷とする開口訓練が提唱されている¹⁷⁾。開口訓練では、最大開口位を 10 秒間行い、10 秒間の休息を入れて 1 セット 10 回、1 日 2 セット、4 週間継続する。効果として、開口力 (kg) の増大、食道入口部開大径の増加、咽頭残留の減少などが報告されている。開口力は舌骨上筋群の筋力の指標となり、測定は開口力トレーナーを用いて数値化することができる。開口力は加齢により低下し、特に男性においてはサルコペニアとの関連が指摘されている。Chin-to-Chest (CtC) exercise, jaw opening against resistance (JOAR) exercise も開口運動を利用した舌骨上筋群の RT であり、開口動作中の筋活動量は頭部挙上時と比べて高いことが報告されている^{18, 19)}。前述の CTAR と JOAR を専用の機器を用いて抵抗を負荷する RT も紹介されている。

電気刺激を用いた嚥下障害治療は Freed ら²⁰⁾の報告以降、脳卒中や神経筋疾患、頭頸部疾患などで臨床研究が行われ、RCT やメタアナリシスによる効果も報告されている²¹⁾。嚥下機能改善の効果機序については様々な報告があ



図1 Nishio マニューバー

り一定の見解を得ていないのが現状であるが、効果のひとつとして電気刺激の通電部位である舌骨上筋群の筋力増強が考えられている。低周波電気刺激により舌骨上筋群に筋収縮を起こし、間接訓練や摂食訓練による嚥下運動を併用することで筋力強化を促す目的がある。舌骨下筋群への電気刺激を舌骨運動の抵抗負荷とし、努力嚥下を行うことで舌骨上筋群の筋力強化を図る方法もある²²⁾。

IV. Nishio マニューバー

舌骨上筋群に対する RT には前述のように多種多様な訓練法が提唱されているが、抵抗を加える方法や負荷量の調節、各訓練法の効果に関する検証が続いている。訓練時に舌骨上筋群以外の筋が収縮する、あるいは舌骨以外の器官が代償運動を行う場合もあり、対象筋に対してより直接的なアプローチを検討する必要がある。

このような背景から、西尾は舌骨運動に対し直接的に抵抗を加える手技 (Nishio マニューバー) を考案した。Nishio マニューバーは、舌骨の前方運動に対し徒手的に抵抗負荷を加える舌骨上筋群の RT である。以下に具体的な実施方法について解説する。舌根の後退運動を誘導することで舌骨は前方に移動する。そこで、閉口位で、舌骨体に第 2 指 (示指) と第 3 指 (中指) を当て、後方に向かって押して負荷を加え、約 5 秒間、その抵抗に抗して、舌根を強く後退させ続ける (図 1)。教示は「できるだけ強く、舌を後ろに引っ込め続けて下さい」のように指導する。

注意点として、①閉口位でも開口位でも、舌骨上筋群を収縮することができるが、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することに留意する。②舌の後退運動は、最初はとまどいを与える可能性があるため、ペンライトと鏡を使って視覚的に正しい運動をフィードバックする (図 2)。③舌骨体を二点で後方に向かって押して負荷を加える。一点で負荷を加える



図2 舌の後退運動フィードバック

と痛みや不快が生じることがある。痛みや強い違和感がある場合は十分に留意して実施する。

舌の後退運動の際に生じる嚥下関連筋群の活動としては、舌骨上筋群（オトガイ舌骨筋、顎二腹筋前腹、顎舌骨筋）、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。図3に唾液嚥下とNishio マニューバーを行った時の舌骨上筋群筋活動を示す。舌の後退運動時、舌骨の前方運動に抵抗を加えると、舌骨上筋群に持続的な筋活動が生じる。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。この際の運動による筋収縮様式は等尺性収縮であるが、徒手的に抵抗を加えた状態でゆっくりと舌を前後方向に移動することで、等張性収縮および伸張性収縮を促すこともできる。座位でも臥位でも実施可能であるが、臥位の場合は頸部が伸展しないように注意を要する。負荷量は徒手的な力を変化させることにより調整することができ、最初は舌骨の前方移動が触知できる程度の弱い負荷から開始して負荷量を漸増する。舌の後退運動に

対しても同時に効果が生じる可能性はあるが、頭頸部屈曲の際に生じるような胸鎖乳突筋の活動や筋疲労を起こすことはない。舌骨の運動に対して直接抵抗を加えるという点では、従来の舌骨上筋群のRTと比べて新規性を有する手技である。効果としては、舌骨上筋群に対するRTにより、嚥下時の舌骨運動、特に前方移動と食道入口部開大径の増大が起こり、これらの咽頭期嚥下運動の改善により咽頭残留と誤嚥の減少が期待できる。今後は、適応となる症例や最適な負荷量、訓練頻度など訓練効果に関する検証が必要である。

文 献

- 1) Robbins J, Gangnon RE, Theis SM, et al : The effects of lingual exercise on swallowing in older adults. J Am Geriatr Soc, 53 : 1483-1489, 2005.
- 2) Robbins J, Kays SA, Gangnon RE, et al : The effects of lingual exercise in stroke patients with dysphagia. Arch Phys Med Rehabil, 88 : 150-158, 2007.
- 3) Korfage JA, Schueler YT, Brugman P, et al : Differences in myosin heavy-chain composition between human jaw-closing muscles and supra- and infrahyoid muscles. Arch Oral Biol, 46 (9) : 821-827, 2001.
- 4) 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.
- 5) Mepani R, Antonik S, Massey B, et al : Augmentation of deglutitive thyrohyoid muscle shortening by the Shaker Exercise. Dysphagia, 24 : 26-31, 2009.
- 6) 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.
- 7) 聖隷嚥下チーム：嚥下障害ポケットマニュアル 第4版, 医歯薬出版, 東京, 2018
- 8) Maeda H, Fujishima I : Optimal load of head-raising exercise-sustained head-lift time and number of head-lift repetitions in Japanese healthy adults. Deglutition, 2 : 82-88, 2013.
- 9) 杉浦淳子, 藤本保志, 安藤 篤, 他 : 頭頸部腫瘍術後の喉

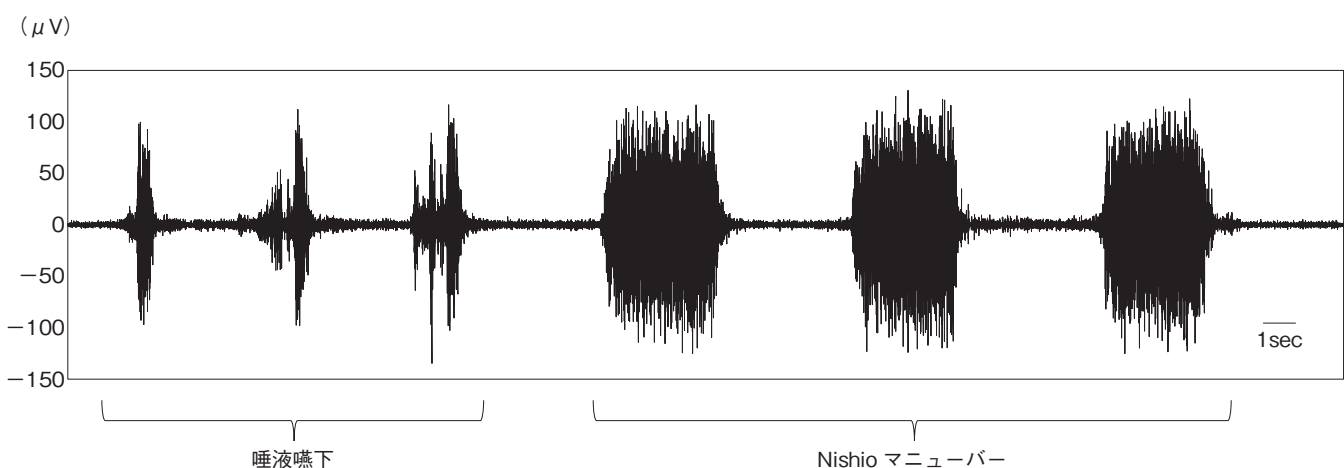


図3 唾液嚥下時とNishio マニューバー実施時の舌骨上筋群筋活動
35歳, 男性, 健常例. 顎舌骨筋の筋線維走行から双極性に誘導.

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. 日摂食嚥下リハ会誌, 12 : 69-74, 2008.

- 10) 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—自己実施訓練の効果—. 耳鼻, 56 : S195-S201, 2010.
- 11) 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.
- 12) 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.
- 13) Wheeler KM, Chiara T, Sapienza CM : Surface electromyographic activity of the submental muscles during swallow and expiratory pressure threshold training tasks. *Dysphagia*, 22 : 108-116, 2007.
- 14) Pitts T, Bolser D, Rosenbek J, et al : Impact of expiratory muscle strength training on voluntary cough and swallow function in Parkinson disease. *Chest*, 135 : 1301-1308, 2009.
- 15) 福岡達之, 杉田由美, 川阪尚子, 他 : 呼気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. 日摂食嚥下リハ会誌, 15 : 174-182, 2011.
- 16) 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.
- 17) Wada S, Tohara H, Iida T, et al : Jaw-opening exercise for insufficient opening of upper esophageal sphincter. *Arch Phys Med Rehabil*, 93 : 1995-1999, 2012.
- 18) Watts CR : Measurement of hyolaryngeal muscle activation using surface electromyography for comparison of two rehabilitative dysphagia exercises. *Arch Phys Med Rehabil*, 94 : 2542-2548, 2013.
- 19) Kraaijenga SA, van der Molen L, Stuijver 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.
- 20) Freed ML, Freed L, Chatburn RL, et al : Electrical stimulation for swallowing disorders caused by stroke. *Respir Care*, 46 : 466-474, 2001.
- 21) Chen YW, Chang KH, Chen HC, et al : The effects of surface neuromuscular electrical stimulation on post-stroke dysphagia : a systemic review and meta-analysis. *Clin Rehabil*, 30 : 24-35, 2016.
- 22) Kim H, Park JW, Nam K : Effortful swallow with resistive electrical stimulation training improves pharyngeal constriction in patients post-stroke with dysphagia. *J Oral Rehabil*, 44 : 763-769, 2017.