3

摂食嚥下障害の超音波による評価

Ultrasonography in Assessing Dysphagia

花山耕三* 山本五弥子*

Kozo Hanayama

Sayako Yamamoto

Key words : 超音波 / 摂食嚥下障害 / 舌 / 舌骨上筋群

要旨

摂食嚥下関連筋の形態や嚥下運動を超音波装置を用いて評価する方法が数多く報告されている。超音波検査は筋、軟部組織の描出に優れており、また場所を選ばず施行することができる。筋の形態評価では、舌、舌骨上筋群の、嚥下運動については舌や舌骨の運動報告が多い。嚥下造影検査（VF）のように食塊の移動と嚥下運動を全体として捉えることは困難であるが、その特質を生かした臨床応用が期待される。今後の知見の積み重ねに期待したい。

はじめに

近年、摂食嚥下機能についての超音波装置を用いた評価が数多く報告されている。画像による摂食嚥下機能評価の gold standard は嚥下造影検査（videofluorography : VF）であり、嚥下の過程を食塊の移動と嚥下運動の関係として捉えることが可能である。これに対して、超音波検査の利点は、① VF のように検査室への移動や放射線被曝を考慮する必要がない、②造影剤を用いる必要がなく、検査の際の食品に制限がない、③筋、軟部組織の描出に優れ、その形態や動きを捉えることができる、などである。ここでは、現在までに報告されている主な評価法について、定量的評価を中心に概説する。

超音波による
嚥下関連筋の評価

超音波は筋の描出に優れ、簡便に各種計測が可

能である。筋の大きさの測定法やその信頼性、嚥下運動のパラメータ、嚥下機能との関係が報告されている。

1. 舌

舌の評価は、下顎骨オトガイ隆起と舌骨先端を結ぶ直線に沿ってコンバックスプローブを当てるオトガイ下矢状断層面で行われることが多い。

舌表面は高エコー領域として描出される。舌厚は、健常者で年齢と負の相関、上腕三頭筋皮下脂肪厚と正の相関があると報告されている¹⁾。また、筋萎縮性側索硬化症で舌厚と口腔期の食塊移動時間が相関する²⁾ことや、エコー輝度が高いことは筋の変性を示し嚥下機能低下と関係する³⁾ことが報告されている。

2. 舌骨上筋群

オトガイ舌骨筋は、オトガイ下矢状断層面にて長さや縦断面積が計測できる（図1）が、本評価法は高い信頼性が確認されている⁴⁾。健常者では、オトガイ隆起と舌骨先端を結ぶ直線に垂直にリニアプローブを当てるオトガイ下冠状断層面（図2）

* 川崎医科大学リハビリテーション医学教室
（〒701-0192 岡山県倉敷市松島 577）
E-mail : hanayama@med.kawasaki-m.ac.jp

図1 オトガイ下矢状断層面
M：下顎骨，H：舌骨，GM：オトガイ舌骨筋

図2 オトガイ下冠状断層面
GM：オトガイ舌骨筋，DM：顎二腹筋前腹

で計測した横断面積と嚥下時の舌骨移動距離に相関があると報告されている⁵⁾。また、外科手術後に縦断面積が有意に減少し、その後経口摂取の良否がその回復に影響することが示されている⁶⁾。

顎二腹筋前腹はオトガイ下冠状断層面で描出でき、その断面積の計測結果はMRIによる計測と高い相関を示すと報告されている⁷⁾。

3. 咀嚼筋

Ohara ら⁸⁾は、咬筋の筋厚を547名の高齢者でリニアプローブを用いて計測し、咬合力などとの関係を報告している。

超音波による嚥下運動の評価

超音波検査では、筋や骨・軟骨の動きをリアルタイムに捉えることができ、その収縮率や移動距離をパラメータとすることができる。

図3 嚥下時のオトガイ舌骨筋短縮率
M：下顎骨，H：舌骨
A：安静時のオトガイ舌骨筋の長さ
B：最大収縮時のオトガイ舌骨筋の長さ
短縮率 (%)： $B/A \times 100$

1. 準備期～口腔期

Stone ら⁹⁾は、舌表面にマーカーをつけ、飲水時の運動パターンとその速度を計測した。その結果、健常者では前方→上方→静止→下方の4段階の動きとなっていることが示され、それぞれの段階の食塊と舌骨の動きとの関係を報告した。また、Hsiao ら¹⁰⁾は、脳卒中患者で舌厚の変化と舌骨の動きを観察し、経管栄養の患者ではその変化、動きが小さいことを示した。

2. 咽頭期

オトガイ舌骨筋の短縮率については、検者内と共に検者間の信頼性が高いと報告されている⁴⁾(図3)。これにより引き起こされる嚥下時の舌骨運動については、舌骨と甲状軟骨上縁との距離の変化による計測が、再現性が報告されている信頼性の高い方法である¹¹⁾。VFとの対比でも合致するとされている。嚥下障害患者では、嚥下時の舌骨-甲状軟骨間距離の短縮率が低下していたとい

図4 嚥下時のオトガイ舌骨筋収縮 (Mモード)

GM: オトガイ舌骨筋

A: 収縮距離, B: 収縮時間

う報告がなされている¹²⁾。なお、動きの定量にあたっては、測定したい部分をMモードで描出することにより、より詳細に検討できる場合がある¹³⁾ (図4)。

その他、嚥下時の咽頭側壁の動き¹⁴⁾、上部食道括約筋の開き具合¹⁵⁾や嚥下後の咽頭残留¹⁶⁾を超音波検査で評価する方法も報告されている。

超音波検査の留意点

超音波検査を摂食嚥下障害の定量的評価に用いる場合には、検査にあたっていくつか注意すべき点がある。まず、プローブを強く押し当てると筋肉の厚さや断面積が変化したり、嚥下運動に支障をきたすことがあるため、超音波ジェルを十分量用い、軽く押し当てても十分な描出が得られるようにする。また、頭頸部角度やプローブの接触角を一定にすることが重要であり、報告によっては固定具を用いているものもあるが、超音波検査のもつ簡便性が失われたり、嚥下運動に影響する可能性があるため、配慮が必要である。

まとめ

超音波検査による摂食嚥下機能の評価は、筋な

ど摂食嚥下器官自体の評価から嚥下運動の定量まで、多彩な報告が認められる。しかし、VFのように食塊の移動と嚥下運動を全体として捉えることは困難で、嚥下後の咽頭残留や誤嚥についての評価も不十分であるため、VFに代わるものではない。臨床応用を行うには、まだその知見が不足していると考えられ、今後の研究の発展に期待したい。

文献

- 1) Tamura F, Kikutani T, Tohara T, Yoshida M, Yaegaki K: Tongue thickness relates to nutritional status in the elderly. *Dysphagia* 2012; **27**: 556-561
- 2) Nakamori M, Hosomi N, Takaki S, Oda M, Hiraoka A, Yoshikawa M, Matsushima H, Ochi K, Tsuga K, Maruyama H, Izumi Y, Matsumoto M: Tongue thickness evaluation using ultrasonography can predict swallowing function in amyotrophic lateral sclerosis patients. *Clin Neurophysiol* 2016; **127**: 1669-1674
- 3) Van den Engel-Hoek L, Lagarde M, Van Alfen N: Ultrasound of oral and masticatory muscles: why every neuromuscular swallow team should have an ultrasound machine. *Clin Anat* 2017; **30**: 183-193
- 4) Shimizu S, Hanayama K, Metani H, Sugiyama T, Abe H, Seki S, Hiraoka T, Tsubahara A: Retest reliability of ultrasonic geniohyoid muscle measurement. *Jpn J Compr Rehabil Sci* 2016; **7**: 55-60
- 5) Feng X, Cartwright MS, Walker FO, Bargoil JH, Hu Y, Butler SG: Ultrasonographic evaluation of geniohyoid muscle and hyoid bone during swallowing in young adults. *Laryngoscope* 2015; **125**: 1886-1891
- 6) Shimizu S, Hanayama K, Nakato R, Sugiyama T, Tsubahara A: Ultrasonographic evaluation of geniohyoid muscle mass in perioperative patients. *Kawasaki Med J* 2016; **42**: 47-56
- 7) Macrae PR, Jones RD, Myall DJ, Melzer TR, Hucksbee ML: Cross-sectional area of the anterior belly of the digastric muscle: comparison of MRI and ultrasound measures. *Dysphagia* 2013; **28**: 375-380
- 8) Ohara Y, Hirano H, Watanabe Y, Edahiro A, Sato E, Shinkai S, Yoshida H, Mataka S: Masseter muscle tension and chewing ability in older persons. *Geriatr Gerontol Int* 2013; **13**: 372-377
- 9) Stone M, Shawker TH: An ultrasound examination of tongue movement during swallowing. *Dysphagia* 1986; **1**: 78-83
- 10) Hsiao MY, Chang YC, Chen WS, Chang HY, Wang TG: Application of ultrasonography in assessing oropharyngeal dysphagia in stroke patients. *Ultrasound Med Biol* 2012; **38**: 1522-1528

- 11) Macrae PR, Doeltgen SH, Jones RD, Huckabee ML : Intra- and inter-rater reliability for analysis of hyoid displacement measured with sonography. *J Clin Ultrasound* 2012 ; **40** : 74-78
- 12) Huang YL, Hsieh SF, Chang YC, Chen HC, Wang TG : Ultrasonographic evaluation of hyoid-larynx approximation in dysphagic stroke patients. *Ultrasound Med Biol* 2009 ; **35** : 1103-1108
- 13) Yabunaka K, Konishi H, Nakagami G, Sanada H, Iizuka S, Sanada S, Ohue M : Ultrasonographic evaluation of geniohyoid muscle movement during swallowing : a study on healthy adults of various ages. *Radiol Phys Technol* 2012 ; **5** : 34-39
- 14) Kim JH, Kim MS : Lateral pharyngeal wall motion analysis using ultrasonography in stroke patients with dysphagia. *Ultrasound Med Biol* 2012 ; **38** : 2058-2064
- 15) Morinière S, Hammoudi K, Marmouset F, Bakhos D, Beutter P, Patat F : Ultrasound analysis of the upper esophageal sphincter during swallowing in the healthy subject. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis* 2013 ; **130** : 321-325
- 16) Miura Y, Nakagami G, Yabunaka K, Tohara H, Hara K, Noguchi H, Mori T, Sanada H : Detecting pharyngeal post-swallow residue by ultrasound examination : a case series. *Med Ultrason* 2016 ; **18** : 288-293