

多模态超声技术在脑卒中后吞咽障碍咽期评估中的研究与进展

王明慧¹, 樊留博^{2*}

¹绍兴文理学院医学院, 浙江 绍兴

²浙江省台州医院康复医学与理疗学科, 浙江 绍兴

收稿日期: 2025年12月27日; 录用日期: 2026年1月21日; 发布日期: 2026年1月29日

摘要

脑卒中后吞咽障碍(Post-Stroke Dysphagia, PSD)是卒中后常见且严重的并发症, 显著增加患者误吸性肺炎、营养不良及死亡的风险, 并严重影响其生活质量与康复进程。根据中国吞咽障碍康复管理指南(2023版), 传统的“金标准”评估方法有视频荧光吞咽造影(Videofluoroscopic Swallowing Study, VFSS)和电子鼻咽喉镜检查(Flexible Endoscopic Evaluation of Swallowing, FEES), 虽精准, 但存在辐射、侵入性、操作复杂等局限, 难以实现床旁动态监测。近年来, 多模态超声技术整合了B型、M型、剪切波弹性成像等多种模式, 为PSD的评估提供了无创、实时、定量、可重复的全新视角。该技术能够一体化评估吞咽相关肌肉的形态、运动及生物力学特性, 在早期筛查、精准诊断、康复疗效监测及介入治疗中展现出巨大潜力。本文系统综述了B/M型超声、弹性成像及多普勒模式在PSD咽期评估中的应用现状与核心价值。

关键词

脑卒中, 吞咽障碍, 多模态超声

Research and Advances in Multimodal Ultrasound Technology for Pharyngeal Phase Assessment in Post-Stroke Dysphagia

Minghui Wang¹, Liubo Fan^{2*}

¹School of Medicine, Shaoxing University, Shaoxing Zhejiang

²Department of Rehabilitation Medicine and Physical Therapy, Taizhou Hospital of Zhejiang Province, Shaoxing Zhejiang

Received: December 27, 2025; accepted: January 21, 2026; published: January 29, 2026

*通讯作者。

文章引用: 王明慧, 樊留博. 多模态超声技术在脑卒中后吞咽障碍咽期评估中的研究与进展[J]. 临床医学进展, 2026, 16(2): 168-173. DOI: 10.12677/acm.2026.162375

Abstract

Post-Stroke Dysphagia (PSD) is a common and severe complication following stroke, significantly increasing patients' risk of aspiration pneumonia, malnutrition, and mortality while severely impacting their quality of life and rehabilitation progress. According to the Chinese Dysphagia Rehabilitation Management Guidelines (2023 Edition), traditional "gold standard" assessment methods include Videofluoroscopic Swallowing Study (VFSS) and Flexible Endoscopic Evaluation of Swallowing (FEES). While precise, these methods have limitations, including radiation exposure, invasiveness, and operational complexity, which make bedside dynamic monitoring challenging. In recent years, multimodal ultrasound technology—integrating B-mode, M-mode, shear wave elastography, and other modalities—has provided a novel, noninvasive, real-time, quantitative, and reproducible perspective for PSD assessment. This technology enables the integrated evaluation of the morphology, movement, and biomechanical properties of swallowing-related muscles, demonstrating significant potential in early screening, precise diagnosis, monitoring rehabilitation efficacy, and interventional therapy. This paper systematically reviews the current applications and core value of B/M-mode ultrasound, elastography, and Doppler modes in evaluating the pharyngeal phase of PSD.

Keywords

Stroke, Dysphagia, Multimodal Ultrasound

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

吞咽是一个涉及多组肌肉协调运动的复杂生理过程。脑卒中后, 由于中枢神经通路受损, 导致咽期舌骨上肌群的运动控制、力量和协调性发生障碍, 引发 PSD。流行病学调查显示, 约 51%~78% 的卒中患者存在吞咽困难, 脑干卒中患者发生率更高达 80% [1]。PSD 会导致脱水、营养不良、吸入性肺炎的发生, 延长住院时间, 增加医疗负担并导致患者预后不良 [2]。临床上吞咽过程分为五期(先行期、口腔准备期、口腔期/口腔推进期、咽期、食管期), 咽期被公认为最重要、最复杂且最关键的阶段, 故成为评估和研究的重点对象。

目前临床评估 PSD 主要依赖吞咽造影(VFSS)和电子鼻咽喉镜检查(FEES), 二者虽为金标准, 但分别存在辐射暴露、造影剂误吸风险和侵入性操作的不适。表面肌电图(sEMG)可提供电生理参数, 但缺乏形态学信息 [3]。因此, 超声技术凭借其无辐射、无创、可床旁实时动态检查的优势, 成为理想的筛查与评估工具。它通过不同模式提供多维信息, 在临床实践中得到广泛应用。

2. B 型与 M 型超声共同构成评估吞咽功能中形态与功能的动态量化基石

2.1. B 型/M 型超声对舌骨上肌群形态与运动功能的评估

在吞咽过程中, 喉部上抬及随之发生的会厌闭合对防止误吸至关重要。这一过程需要舌骨向前上方移动, 由舌骨上肌群与舌骨下肌群共同参与完成。舌骨上肌群包括二腹肌、颏舌骨肌和下颌舌骨肌, 通过协调收缩, 带动舌骨位移, 并推动食团进入食管。超声能捕捉到舌骨上肌群的形态与功能极细微变化, 且灵敏度高, 故临床上多通过超声技术对吞咽功能进行量化评估, 这也为理解其功能障碍与吞咽安全之

间的关系提供了实证依据。

颏舌骨肌起自下颌骨、止于舌骨,是舌骨完成向前上方位移的最主要动力肌。在吞咽过程中,颏舌骨肌收缩上提并牵拉舌骨,从而扩大咽腔,为食团通过创造空间;舌骨的上抬间接提升并前移喉部,促使会厌反转、声门关闭,是防止食团误入气道的核心保护机制。因此,颏舌骨肌收缩产生的直接生物力学效应是实现安全吞咽的关键。在方晓蕾等人[4]的研究中,通过B型超声模式测量发现,脑卒中吞咽障碍患者的颏舌骨肌厚度[6.20 (5.23, 7.30) mm]较健康者小($P < 0.05$),同时其执行空吞咽、吞咽5 ml水任务下颏舌骨肌的运动距离(7.12 mm, 8.05 mm)、运动时间(1.62 s, 1.59 s)均较对照组长,运动速率(4.24 mm/s, 4.93 mm/s)也均较对照组小($P < 0.05$)。Sung等人通过M型超声动态测量进一步发现,吞咽障碍严重程度及咽期时间延长显著相关($P < 0.001$) [5]。此外,舌骨上肌群相关指标的变化还被运用于对各种吞咽障碍康复治疗方法的疗效评估中,如在关姝妍等人的研究中发现,经过针对性的针刺治疗后,患者的舌骨上肌群(包括二腹肌前腹、下颌舌骨肌、颏舌骨肌)肌肉厚度显著增加($P < 0.05$),同时伴随舌骨位移的改善($P < 0.05$) [6]。Kelly等人联合超声B型和M型模式对健康人的舌骨上肌群的质量进行测量,测量结果显示参与者肌肉质量的内部变异较小,各肌肉的变异系数(CoV)分别为二腹肌前腹(5.0%)、颏舌骨肌(8.7%)、下颌舌骨肌(5.0%)和舌(3.2%) [7]。经过大量的研究证实了颏舌骨肌收缩的持续时间、位移幅度和平均速度是评估咽期功能的关键,超声检测方法的可重复性高,为临床量化肌肉质量提供了方法学基础。也进一步说明,B/M型超声是监测舌骨上肌群肌肉形态学、运动学变化的有效工具。

2.2. B型/M型超声对舌骨运动学参数的量化与核心价值分析

大量研究证实,舌骨运动学参数是超声评估吞咽障碍的焦点[8]-[10]。在Lee等人的研究中发现,吞咽安全性与舌骨位移距离直接相关,非误吸组的平均舌骨位移(15.9 ± 2.7 mm)显著高于误吸组(8.0 ± 1.0 mm),该研究证实舌骨上抬不足(舌骨移位 < 1.35 cm)时检测到穿透或误吸,灵敏度为83.9%,特异性为81.0%)与误吸风险高度相关[11]。舌骨位移幅度对于吞咽功能的重要性在Lee等人使用“金标准”检查方法——吞咽造影探讨PSD患者吞咽预后的舌骨运动学特征的研究中得到了证实,在患者吞咽造影检查中发现预后不良的患者其舌骨前移的最大水平位移($P = 0.031$)和运动速度($P = 0.034$)均显著降低[12],这印证了舌骨向前运动的幅度和速度是预测吞咽功能能否良好恢复的关键运动学指标。

此外,舌骨与喉部结构的协调运动同样至关重要。Matsuo等人通过超声筛查神经源性吞咽障碍研究中发现,舌骨-喉运动比对吞咽障碍的诊断价值显著,舌骨-喉运动比曲线下面积为0.951,以0.56为截断值时,其灵敏度和特异度均达到88.9% [13]。因此,通过超声检查客观评估吞咽过程中舌骨与喉部运动,有助于神经源性口咽吞咽困难的检测。Shuai等人利用超声对PSD患者的吞咽功能进行评估,将“舌骨-喉头近似距离”纳入分析模型,证实其是区分患者与健康对照的显著预测因子[8],该指标直接反映了吞咽过程中喉闭合前移的效率和协调性。孟煌等人的初步研究进一步支持上述观点,发现治疗后预后良好的患者舌骨前移距离更大,且舌骨前移与舌骨-甲状软骨近似比值均为独立的预后预测因子,二者联合构建的模型具有更高的预测准确性[9]。

因此,这一系列证据链充分证实超声测量的舌骨运动幅度、速度及其与喉结构的协调性参数,构成了客观、定量评估咽期吞咽障碍病理生理机制的核心数据。

2.3. B+M型超声对舌骨运动与舌骨上肌群功能的整合分析

单独使用任一模式均有局限。B型超声的局限性主要在于其时间分辨率不足。虽然它能清晰显示舌、舌骨、肌肉等结构的二维断面形态和空间位置关系,但对于吞咽这种毫秒级的快速运动过程,标准的B型图像难以精确捕捉和量化运动的速度、时序及瞬时轨迹,而这正是评估神经肌肉协调性的关键。M型

超声通过在 B 超图像上选定一条采样线生成时间 - 运动曲线, 非常适合分析指定点的运动速度和模式。然而, 它的信息仅限于这一条“一维视线”, 无法全面反映周围结构的运动关系, 视野非常局限, 且其定位完全依赖于 B 超的准确引导。因此, 单独使用 B 超会丢失重要的动态细节, 单独使用 M 超则缺乏全面的解剖视野。B+M 模式的联合, 正是为了整合形态与功能信息, 实现对吞咽过程更完整的评估。

因此, B+M 型同步采集与分析已成为近年来的研究热点, 实现了“形态”与“功能”、“空间”与“时间”的有机统一[4][8]。通过逻辑回归等多参数分析, 可筛选出最具预测价值的指标组合。例如, 在 Shuai 等人的一项研究中构建了包含舌的径向位移、颏舌骨肌运动持续时间、舌骨 - 喉接近距离的联合预测模型, 其受试者工作特征曲线下面积(AUC)高达 0.994, 显示出卓越的筛查与诊断效能[8]。此外, 该联合模式已成为监测康复疗效(如神经肌肉电刺激、针刺治疗)的客观量化工具, 能敏感捕捉治疗前后舌骨位移、肌肉运动参数的改善[6][14]。

3. 超声弹性成像技术开辟了量化肌肉生物力学特性的新维度

神经系统损伤导致的肌肉“僵硬”或硬度改变, 是 PSD 的重要病理生理基础。这可能与脑卒中后神经损伤, 支配的肌肉纤维逐渐萎缩, 进而被结缔组织取代, 导致组织的硬度增高有关, 从而影响了肌肉的功能[15]。超声弹性成像, 尤其是剪切波弹性成像(shear wave elastography, SWE), 能够无创、定量地评估组织硬度, 通过实时测量舌骨上肌群(如颏舌骨肌、二腹肌前腹)的剪切波速度(shear wave velocity, SWV)、计算其组织剪切模量(kPa), 可精准量化该肌群在静息及吞咽任务中的硬度变化, 将组织的生物力学特性转化为客观量化指标, 能有效区分 PSD 患者与健康人群肌肉力学状态[16][17]。

相关研究已建立健康人群吞咽肌群的弹性基础值, 如 Ichikawa 等人的研究中测得颏舌骨肌的剪切模量为 8.84 ± 2.15 kPa [17]。而在官逸群等人的研究中发现, 在 PSD 患者中, 吞咽相关肌肉(如颏舌骨肌)的硬度显著高于无吞咽障碍的卒中患者或健康对照组($P < 0.05$) [18]。在曹莹等人的研究中测得 PSD 患者下颌舌骨肌的弹性模量(15.52 ± 4.73 Kpa)高于脑卒中后无吞咽障碍患者和健康对照组($P < 0.05$) [16]; 更具临床价值的是, 下颌舌骨肌的弹性模量与脑卒中吞咽障碍患者病情严重程度呈正相关($r = 0.244$, $P < 0.001$)。肌肉硬度越高, 往往提示功能障碍越严重。这证明“肌肉僵硬”是 PSD 一个可量化、可重复的客观生物力学标志。SWE 的动态监测能力使其在康复疗效评估中也展现出明确潜力。

SWE 还运用于吞咽障碍康复治疗方法疗效的评估中。Fuma 等人的研究评估了使用超声实时弹性成像技术监测神经肌肉电刺激(NMES)对健康成人二腹肌前腹影响的效果, 发现经过 4 周的 NMES 干预后, 无论是静息状态($P = 0.0048$)还是主动张口时($P = 0.034$), 二腹肌前腹的肌肉硬度均较研究开始时的基线水平有统计学上的显著提高改善, 为疗效提供客观证据[19]。同时, 该技术也被用于评估新型康复手段(如上肢康复机器人)对相关肌肉的治疗效果[20][21]。

高频超声联合 SWE 是目前的前沿方向。研究显示, 在观察到 PSD 患者颏舌骨肌硬度增高的同时, 可同步量化其舌骨位移幅度减小、舌肌运动时间延长等功能学异常[4][16]。这种“硬度 - 功能”关联的同步评估, 为深入理解 PSD 的病理机制提供了更全面的视角。

4. 整合多模态超声技术通向一体化评估与精准治疗之路

多模态超声技术发展的终极目标, 在于实现一次检查中多维信息的同步获取与综合分析, 即“多模态一体化评估”。这超越了单一技术的简单叠加, 实现了从解剖形态、运动时序到组织生物力学特性乃至血流灌注信息的深度融合, 从而构建起对吞咽功能立体化、全景式的认识, 是临床评估价值的本质升华。

基于此, 一体化评估展现出显著优势。它不仅能够全面捕捉吞咽事件, 更重要的是, 通过多参数联合分析, 可以精准识别特定的功能障碍模式, 从而超越单一指标, 更精确地定位病理生理环节。这种精准诊

断能力可直接延伸至治疗环节, 真正实现“评估-治疗-再评估”的闭环管理, 提升了康复的精准性。

实证研究也证实了这一整合模式的临床可行性与价值。已有研究将高频 B 超、M 超与剪切波弹性成像结合用于脑卒中后吞咽障碍患者的评估, 结果表明, 患者组在表现舌骨位移显著减小的同时, 其颏舌骨肌的弹性模量值也同步升高, 且这些多模态参数与临床吞咽功能量表评分存在显著相关性[16][17]。这强有力地证明了, 多模态一体化评估能够揭示形态、功能与力学属性之间的内在联系, 为临床诊断与疗效观察提供了更丰富、更客观的依据。

5. 当前面临的挑战

当前, 将高频 B 型超声、M 型超声与弹性成像技术进行整合, 已成为脑卒中后吞咽障碍功能评估的研究热点。然而, 与上述模式的快速发展相比, 超声多普勒模式在该领域的应用仍存在明显的研究缺口。彩色多普勒超声作为一种成熟的血流动力学评估工具, 已能精准测量头颈部血管(如舌动脉、面动脉)的解剖参数与血流定量参数, 这些参数的变化能间接反映其供养肌肉的活动水平和代谢状态[22]。因此, 探索多普勒超声在此领域中的应用价值, 明确其是否能作为一种反映肌肉功能储备和康复治疗后代代谢活性恢复的潜在间接指标, 还有待我们进一步探索。

尽管多模态超声技术在脑卒中后吞咽障碍的评估中展现出广阔前景, 其在走向大规模临床常规应用的过程中, 仍面临一系列待突破的挑战。目前, 多数研究局限于利用超声的单一模式, 或仅结合 B 型/M 型超声与弹性成像技术, 主要聚焦于舌骨上肌群在形态学与运动学层面的改变, 而对肌肉血流动力学的相应变化关注不足。此外, 超声采集到的目标肌肉的形态、运动、硬度等多维参数常常孤立存在, 缺乏有效的整合分析方法来揭示其内在的生理病理联系, 更鲜有研究基于这些丰富数据构建能够预测患者长期功能预后的综合模型。

为推动该技术的发展与应用, 未来的研究需进一步整合多模态信息, 例如通过多变量统计分析, 系统探讨舌骨上肌群的形态学改变、舌骨运动速度、肌肉弹性模量及血流参数之间的内在联系, 并将其与吞咽功能“金标准”(VFSS)的评估结果建立对应关系, 从而筛选出具有高诊断与预后预测价值的最佳参数组合, 尝试构建融合多维度信息的整合评估模型。在此基础上, 应着力构建“评估-指导-再评估”的临床闭环, 将多模态超声所揭示的功能障碍情况与个体化康复策略紧密结合, 从而实现从精准评估到精准干预的完整临床路径, 从根本上解决当前评估与治疗环节脱节的问题。

在脑卒中后吞咽障碍的临床评估中, 传统金标准电视荧光吞咽造影与电子鼻咽喉镜检查虽能直接观察食团转运与气道安全, 但其固有的辐射风险、侵入性及操作复杂性限制了其作为床旁常规监测工具的广泛应用。在此背景下, 多模态超声技术以其无辐射、无创及可实时动态定量评估的优势脱颖而出, 尤其擅长在床旁重复测量舌骨、喉部运动学参数以及舌骨上肌群的形态与弹性模量, 为吞咽功能的客观化评估提供了全新的维度。然而, 由于声学原理的限制, 超声无法穿透骨骼与气体, 不能直接可视化咽腔内部食团的精确流向与分布, 且现有研究表明超声对无症状的隐性误吸检测能力不足, 也难以对会厌谷或梨状窝的咽腔残留量进行精确量化。因此, 多模态超声的临床价值在于成为传统金标准强有力的补充, 而非替代。它将评估重点从食团本身延伸至驱动吞咽的相关肌肉结构与生物力学特性, 通过提供可量化的肌肉功能指标, 实现了对患者康复进程的纵向客观追踪, 从而有力推动了吞咽障碍康复评估与管理向更精准、更个体化的方向发展。

参考文献

- [1] Zhang, M., Li, C., Zhang, F., Han, X., Yang, Q., Lin, T., *et al.* (2021) Prevalence of Dysphagia in China: An Epidemiological Survey of 5943 Participants. *Dysphagia*, **36**, 339-350. <https://doi.org/10.1007/s00455-020-10138-7>
- [2] Marin, S., Ortega, O., Serra-Prat, M., Valls, E., Pérez-Cordón, L. and Clavé, P. (2023) Economic Evaluation of Clinical,

- Nutritional and Rehabilitation Interventions on Oropharyngeal Dysphagia after Stroke: A Systematic Review. *Nutrients*, **15**, Article 1714. <https://doi.org/10.3390/nu15071714>
- [3] Rezende, A.R., Alves, C.M., Marques, I.A., de Souza, L.A.P.S. and Naves, E.L.M. (2024) Muscle Tone Assessment by Machine Learning Using Surface Electromyography. *Sensors*, **24**, Article 6362. <https://doi.org/10.3390/s24196362>
 - [4] 方晓蕾, 张芳权, 刘璐, 等. B + M 型和剪切波弹性超声在探究脑卒中吞咽障碍患者颊舌骨肌相关参数中的应用研究[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2023, 45(10): 912-916.
 - [5] Sung, J.H., Baek, S., Park, J., Lee, J.H., Son, M.H. and Kim, B. (2024) Dynamic Suprahyoid Muscle Ultrasound in Assessing Oropharyngeal Dysphagia in Neurological Disorders. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, **60**, 233-244. <https://doi.org/10.23736/s1973-9087.24.08216-9>
 - [6] 关姝妍. 基于肌骨超声评价针刺舌骨上肌群对脑卒中后咽期吞咽障碍患者临床疗效的影响[D]: [硕士学位论文]. 哈尔滨: 黑龙江中医药大学, 2024.
 - [7] Kelly, E., Nazeer, S., Fazzini, B., Sutt, A., Olusanya, S., Campion, T., *et al.* (2024) Assessing the Oral and Suprahyoid Muscles in Healthy Adults Using Muscle Ultrasound to Inform the Swallowing Process: A Proof-of-Concept Study. *Scientific Reports*, **14**, Article No. 13198. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-62032-z>
 - [8] Shuai, J., Pian, L., Tian, L., Wang, L., Deng, M. and Cheng, C. (2025) Application of B + M-Mode Ultrasound in Evaluating Dysphagia in Elderly Stroke Patients. *Ultrasound in Medicine & Biology*, **51**, 273-279. <https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2024.10.001>
 - [9] Huang, M. and Wu, T. (2025) Prognostic Utility of Submental B/M-Mode Ultrasonography for Swallowing Function Assessment in Post-Stroke Pharyngeal Dysphagia: A Preliminary Study. *PeerJ*, **13**, e20046. <https://doi.org/10.7717/peerj.20046>
 - [10] 曾庆宇, 吕婉秋, 张金生, 等. 超声测量舌运动参数在脑卒中假性球麻痹患者康复治疗中的价值[J]. 中国中西医结合影像学杂志, 2024, 22(6): 687-690.
 - [11] Lee, Y.S., Lee, K.E., Kang, Y., Yi, T.I. and Kim, J.S. (2016) Usefulness of Submental Ultrasonographic Evaluation for Dysphagia Patients. *Annals of Rehabilitation Medicine*, **40**, 197-205. <https://doi.org/10.5535/arm.2016.40.2.197>
 - [12] Lee, W.H., Lim, M.H., Seo, H.G., Oh, B. and Kim, S. (2021) Hyoid Kinematic Features for Poor Swallowing Prognosis in Patients with Post-Stroke Dysphagia. *Scientific Reports*, **11**, Article No. 1471. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-80871-4>
 - [13] Matsuo, T. and Matsuyama, M. (2021) Detection of Poststroke Oropharyngeal Dysphagia with Swallowing Screening by Ultrasonography. *PLOS ONE*, **16**, e0248770. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0248770>
 - [14] Özcan, E.N., Ünlüer, N.Ö., Öztürk, M. and Erdur, Ö. (2025) Does Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Approach Have an Effect on Swallowing Function, Muscle Morphology and Quality of Life in Dysphagic Stroke Patients? A Randomised Controlled Trial. *Journal of Oral Rehabilitation*, **52**, 2044-2058. <https://doi.org/10.1111/joor.70000>
 - [15] Aze, O.D., Ojardias, E., Akplogan, B., Giraux, P. and Calmels, P. (2023) Structural and Pathophysiological Muscle Changes up to One Year after Post-Stroke Hemiplegia: A Systematic Review. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, **59**, 474-487. <https://doi.org/10.23736/s1973-9087.23.07844-9>
 - [16] 曹莹, 高俊, 柯佩. 高频超声联合剪切波弹性成像在脑卒中吞咽障碍评估中的应用[J]. 中国当代医药, 2024, 31(21): 107-110.
 - [17] Ichikawa, Y., Kikutani, T., Sumi, M., Iwata, H., Takahashi, N., Tohara, T., *et al.* (2024) Intramuscular Condition of Swallowing-Related Muscles Using Shear-Wave Elastography: A Preliminary Study in Healthy Adults. *Journal of Oral Rehabilitation*, **51**, 2405-2414. <https://doi.org/10.1111/joor.13844>
 - [18] 官逸群, 蒋云秀, 朱尚宁, 等. 高频超声联合剪切波弹性评估脑卒中吞咽障碍的价值[J]. 临床医学研究与实践, 2025, 10(30): 109-112.
 - [19] Fuma, R., Ohkubo, M., Miura, K., Sugiyama, T. and Ishida, R. (2025) Evaluation of the Effect of Training on the Anterior Belly of the Digastric Muscle Using Ultrasound Elastography. *Journal of Oral Rehabilitation*, **52**, 1715-1723. <https://doi.org/10.1111/joor.13988>
 - [20] Ogawa, N., Wakabayashi, H., Mori, T., Fujishima, I., Oshima, F., Itoda, M., *et al.* (2021) Digastric Muscle Mass and Intensity in Older Patients with Sarcopenic Dysphagia by Ultrasonography. *Geriatrics & Gerontology International*, **21**, 14-19. <https://doi.org/10.1111/ggi.14079>
 - [21] 谢荣, 谷自萱, 赵文君, 等. 康复机器人辅助训练对脑卒中患者偏瘫上肢功能的影响: 基于剪切波弹性成像技术的探索[J]. 中国康复医学杂志, 2025, 40(11): 1627-1636.
 - [22] Tucunduva, M., Tucunduva-Neto, R., Saieg, M., Costa, A. and de Freitas, C. (2016) Vascular Mapping of the Face: B-Mode and Doppler Ultrasonography Study. *Medicina Oral Patologia Oral y Cirugia Bucal*, **21**, e135-e141. <https://doi.org/10.4317/medoral.20754>