

超声在儿童吞咽运动评估中的应用

涂万洋 王莽

重庆医科大学附属儿童医院超声科, 重庆 400015

通信作者: 王莽, Email: 1876219073@qq.com

【摘要】 正常吞咽对于儿童安全有效喂养至关重要。超声作为一种无创、无辐射的检查, 可定性定量评估儿童吞咽运动。利用 B 型或 M 型超声可直接观察吞咽过程中舌、舌骨和吞咽相关肌肉等结构的运动, 对其相关运动参数(如时间、距离、速度等)进行定量测量与分析, 协助临床评估吞咽运动、诊断吞咽障碍。

【关键词】 超声; 儿童; 吞咽运动; 吞咽障碍

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2023.01.016

吞咽过程是指食物进入口腔后, 在口腔内部, 经舌体、牙齿、软硬腭等咀嚼研磨形成食团, 食团从口腔到咽喉、食管, 最终进入胃的整个过程。吞咽过程是由多个神经、肌肉和消化器官相互配合共同完成的, 其中任何一个环节异常均可能导致吞咽障碍的发生。正常吞咽功能对于儿童有效喂养非常重要, 导致儿童吞咽困难的原因涉及结构性、功能性和心理因素等方面。早期识别吞咽困难的具体原因, 对于改善儿童的营养摄入、促进生长发育和判断疾病预后等尤为重要。

儿童吞咽概述

小儿的吮吸吞咽运动发生于胚胎时期, 发育至 35~38 周左右的胎儿出生后便可完成乳头喂养^[1], 新生儿期吞咽运动为不随意的、反射性的运动, 后随着生长发育, 神经系统不断成熟, 婴儿后期吮吸吞咽运动发展为随意的、反射性运动。婴儿的口腔和咽喉的解剖结构、吞咽模式, 与年长儿和成人存在一定的差异, 婴儿硬腭较平, 喉头和舌骨在喉部的位置较高; 新生儿期舌体比较大, 舌向前伸, 舌前部位于牙龈中间帮助前唇闭合, 6 月左右开始, 门牙萌出, 舌位开始回缩, 2~4 岁儿童的口腔和吞咽功能逐渐发育为成熟吞咽模式^[2]。对于正常成熟吞咽, 整个进食吞咽过程可分为口腔前期、口腔准备期、口腔期、咽期、食管期 5 个阶段。由于进食食物性状不同, 吞咽过程也会有一定的差异性, 既往的吞咽研究模型大致可分为固体、液体两大类, 两者的不同主要发生在口腔期^[3]。对于小儿而言, 研究吞咽多采用液体吞咽模型。

进食和吞咽属于复杂的行为, 既包括意志活动, 也包括反射活动。目前研究吞咽功能的方法有超声、吞咽造影检查(videofluoroscopic study of swallowing, VFSS)、纤维内镜下吞咽评估(flexible endoscopic evaluation of swallowing, FEES)、非仪器量表评估等。评估量表作为一种简单、易操作且基本无伤害性的评估工具, 在临床上应用广泛, 且种类非常丰富, 但大多数吞咽评估工具仅适用于成人或年龄较大的儿童, 针对年龄较小儿童的量表大多与口腔功能和喂养综合评定有关。仪器评估中的 VFSS 和 FEES 被视为诊断评估的“金标准”^[4], VFSS 能通过直观的可视图像, 实时观测造影剂从口腔至食管流动的过程, 并通过判断造影剂是否有滞留或流动方向错误, 从而判断是否存在异常吞咽, 对患儿是否发生渗漏和误吸的判断有着重大的意

义^[5-6]。然而, VFSS 有一定的局限性, 如需服用特定的造影剂、存在射线辐射、要求受试者配合良好、检查需由专业人员在专门的场地进行等。目前有关小年龄段儿童, 尤其是哺乳期小儿的相关研究报道较少。FEES 是通过内窥镜直接观察患儿吞咽时的咽喉结构、运动过程和吞咽过程中的气道保护机制, 并可在短时间内重复测量, 因其无需造影剂、无辐射、不受时间和空间的限制, 是目前评估母乳喂养婴儿吞咽障碍最常用的仪器检查方法^[7-8]。但大部分患儿对于该检查的依从性和耐受性较差。

随着超声技术的不断发展, 研究者们发现超声作为一种易操作、可便携、无辐射、无创伤、可重复的检查方法, 不仅可以直观观察到吞咽运动, 还可对其中的某些运动参数进行测量, 对于评估儿童的吞咽运动有着重要的临床意义^[9-11]。

利用超声观察吞咽运动

一、舌运动

利用超声可以观察吞咽过程中的舌运动。Shawker 等^[9]利用 B 型超声实时观察吞咽过程中的舌运动和舌肌厚度变化, Bosma 等^[11]利用超声观察到婴儿进食时的舌运动。2007 年, Peng^[12]采用 M 型超声联合 B 型超声观察吞咽运动中的舌运动轨迹, 并提出将舌运动进行分期, 研究发现舌运动可根据其运动轨迹中的拐点分为 I、IIa、IIb、IIIa、IIIb, 共 5 期, 由于吞咽运动存在着个体差异性, 所观测到的舌运动在 I、IIb、IIIa、IIIb 期都呈现出不同的特征类型, 但在 IIa 期, 所有受试者的舌运动均呈现向上趋势, 这与 Li 等^[13] 2015 年有关舌运动的研究结论保持一致。

利用 M 型超声联合 B 型超声还可对吞咽过程中的舌运动进行量化。宋秀珍等^[14]测量了 158 例健康人的舌运动时间、速度与范围, 分别为 $(2.028 \pm 0.028) s$ 、 $(2.12 \pm 0.503) cm/s$ 、 $(4.22 \pm 0.878) cm$, 与宁彬等^[15]的研究结果 $(2.029 \pm 0.318) s$ 、 $(2.12 \pm 0.503) cm/s$ 、 $(4.22 \pm 0.878) cm$ 相似。陈月馨等^[16]测量了被试者不同时间段舌运动的垂直距离和时间, 发现超声对测量舌运动参数有较好的可重复性。Genna 等^[17]运用超声观察吞咽过程中的舌运动, 并运用极坐标系等方式对图像进行量化分析, 发现婴儿在母乳亲喂和奶瓶喂养时, 舌运动模式上存在差异, 而这种差异性主要体现在吞咽时舌后部的运动模式, 母乳亲喂

时舌后部为较为规律的蠕动运动,而奶瓶喂养时舌运动较无序,几乎无蠕动运动存在。

目前针对舌运动的研究对象多为成人,而成人与儿童吞咽时舌运动的不同主要体现在婴幼儿时期,年满 4 岁的健康儿童已基本转化为成熟吞咽模式^[2],所以将超声用于评估儿童舌运动具有一定的可行性。

二、舌骨运动

正常的吞咽有赖于舌骨的正常移动,对于小儿而言,刚出生时舌骨位置较高,随着年龄的增长,舌骨位置不断下降,约在 2 岁时可降至成人水平^[18]。舌骨在超声上有特征性的图像表现,Yabunaka 等^[19]发现,正常人吞咽时的舌骨运动可分为缓慢上升期、快速上升期、稳定期和复位期 4 期。此外,超声也可对吞咽过程中的舌骨运动进行定量测量^[20-21]。Chen 等^[21]对受试者同时进行超声和“金标准”VFSS 的检查,从而来检验超声评估吞咽过程中舌骨位移的准确性,研究结果显示,超声与 VFSS 的测量值在统计学上无显著性差异,证实超声可作为一种可靠的方法定量评估舌骨运动。舌骨运动还可通过舌骨-甲状软骨间距(hyoid-larynx approximation, HLA),即喉抬高,来进行量化^[22-24],甲状软骨与舌骨在超声上均可呈现出特征性的超声影像特征,HLA 的计算采用舌骨、甲状软骨静止时的最大距离减去吞咽过程中的最小距离,吞咽障碍患者的 HLA 值明显小于吞咽功能正常者,已有研究表明该测量值具有易操作性和可重复性,且与 VFSS 评分有良好的相关性,是可靠的测量指标^[24]。不同于单独的测量值,Matsuo 等^[25]将舌骨移位量和喉移位量相除,得到了两者的比值,即舌骨-喉运动比,该研究发现舌骨-喉运动比与年龄、身高、体重无显著相关性。

三、吞咽过程中其它结构

吞咽运动涉及口腔咽喉部的众多结构。研究发现,超声可观测吞咽过程中咽侧壁运动的时间和幅度^[26]。附着于舌骨的众多肌肉对完整、安全、有效的吞咽过程具有重要作用。舌骨肌群主要负责舌骨运动,杨文裕等^[27]对舌骨上肌群中的颏舌骨肌的运动参数进行了测量,发现吞咽障碍患者颏舌骨肌的平均运动距离和运动速度较正常人减小,平均运动时间较正常人增加,且该测量值与年龄、性别存在着一定的关系,与 Yabunaka 等^[28]的研究相似。颏舌肌主要控制舌的运动,是舌向前运动的重要部分,伸舌时两侧颏舌肌同时收缩。Peng 等^[29]在运用 M 型超声研究颏舌肌运动时发现,其可用于区分成熟吞咽模式和非成熟的伸舌吞咽模式。对于儿童而言,超声可对涉及吞咽的大部分结构,如肌肉运动等进行观测,但目前相关研究较少。

超声评估吞咽运动的临床意义

导致儿童吞咽障碍的原因包括神经肌肉疾病、口咽部器质性病变、呼吸消化等系统疾病、精神心理因素等诸多方面^[1, 4]。脑瘫是导致儿童吞咽障碍的常见原因之一,相关研究显示,85% 的 18~36 个月的脑瘫患儿都患有口咽部吞咽障碍^[30]。黄姣姣^[31]利用颏下超声测量了脑瘫患儿吞咽过程中的舌骨位移和舌肌厚度变化,发现伴有吞咽困难的脑瘫患儿,其舌肌厚度变化和舌骨位移幅度小于吞咽正常的脑瘫患儿,并认为舌骨位移小于 1.35 cm、舌肌厚度变化小于 0.95 cm 是脑瘫患儿诊断为吞咽困难的最佳诊断界值,该测量值有良好的灵敏度和特异度。

由吞咽障碍导致的渗漏误吸是儿童复发性肺炎的危险因

素^[5]。吞咽过程中,舌骨的前上移动对于保护气道和安全有效的吞咽至关重要,若此机制失效,可导致渗漏或误吸,舌骨垂直向上运动有助于会厌与喉闭合,水平向前运动有助于食管上括约肌开放,利用超声测量舌骨的前上位移值,可对患儿是否会发生渗漏误吸起到一定的预测作用。此外,Miura 等^[32]研究发现,误吸或残留的米粒等食物残渣,在超声图像上可显示为高回声,这一结果与 FEES 检查资料具有一致性,证实了超声用于诊断渗漏误吸的临床意义。

目前,采用超声诊断儿童吞咽困难相关疾病的研究较少。在成人疾病中,有研究将超声作为评价部分疾病,如脑卒中、帕金森病等引起的吞咽困难的重要方法^[33-36],该结果对于儿童相关研究也具有一定的指导意义。

展望

超声作为一种无创、无辐射的检查,受到较多儿科医生的青睐,家长和患儿的接受度也较高。对于年长儿童,其吞咽方式已与成人类似,采用超声评估其吞咽运动是可行的。对于婴幼儿,目前采用超声进行相关评估的研究较少,其原因可能是受试群体较为特殊,对于患儿的体位和配合度均有一定的要求。在进行相关研究时,通常会将超声探头置于受试者颌下,对于母乳喂养的小儿,这种检查体位可能会对哺乳造成一定影响,导致测量结果不准确。Geddes 等^[37]在利用超声研究哺乳期儿童吞咽时,将超声探头置于儿童颈部侧面进行观察,为利用超声检查母乳喂养患儿的吞咽运动提供了可能。

超声检查也存在一定的局限性,如扫查范围较小,每次仅能观察吞咽运动中的某一部分,超声图像的采集质量、疾病诊断与操作者的技术水平和经验也密切相关。如何客观地评价儿童吞咽运动、合理运用测量指标、定量诊断是否存在吞咽困难,均是今后研究的方向与重点。

参考文献

- [1] Re GL, Vernuccio F, Di Vittorio ML, et al. Swallowing evaluation with videofluoroscopy in the paediatric population[J]. Acta Otorhinolaryngol Ital, 2019, 39(5): 279-288. DOI: 10.14639/0392-100X-1942.
- [2] Peng CL, Jost-Brinkmann PG, Yoshida N, et al. Comparison of tongue functions between mature and tongue-thrust swallowing—an ultrasound investigation[J]. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2004, 125(5): 562-570. DOI: 10.1016/j.ajodo.2003.06.003.
- [3] Matsuo K, Palmer JB. Anatomy and physiology of feeding and swallowing: normal and abnormal[J]. Phys Med Rehabil Clin N Am, 2008, 19(4): 691-707. DOI: 10.1016/j.pmr.2008.06.001.
- [4] 中国吞咽障碍康复评估与治疗专家共识组. 中国吞咽障碍评估与治疗专家共识(2017 年版) 第二部分 治疗与康复管理篇[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2018, 40(1): 1-10. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2017.12.001.
- [5] Gurberg J, Birnbaum R, Daniel SJ. Laryngeal penetration on videofluoroscopic swallowing study is associated with increased pneumonia in children[J]. Int J Pediatr Otorhinolaryngol, 2015, 79(11): 1827-1830. DOI: 10.1016/j.ijporl.2015.08.016.
- [6] Dharmarathna I, Miles A, Allen J. Predicting penetration-aspiration through quantitative swallow measures of children: a videofluoroscopic study[J]. Eur Arch Otorhinolaryngol, 2021, 278(6): 1907-1916. DOI:

- 10.1007/s00405-021-06629-4.
- [7] Willette S, Molinaro LH, Thompson DM, et al. Fiberoptic examination of swallowing in the breastfeeding infant[J]. *Laryngoscope*, 2016, 126(7):1681-1686. DOI: 10.1002/lary.25641.
- [8] Armstrong ES, Reynolds J, Sturdivant C, et al. Assessing swallowing of the breastfeeding NICU infant using fiberoptic endoscopic evaluation of swallowing: a feasibility study[J]. *Adv Neonatal Care*, 2020, 20(3):244-250. DOI: 10.1097/ANC.0000000000000696.
- [9] Shawker TH, Sonies B, Stone M, et al. Real-time ultrasound visualization of tongue movement during swallowing[J]. *J Clin Ultrasound*, 1983, 11(9):485-490. DOI: 10.1002/jcu.1870110906.
- [10] Weber F, Woolridge MW, Baum JD. An ultrasonographic study of the organisation of sucking and swallowing by newborn infants[J]. *Dev Med Child Neurol*, 1986, 28(1):19-24. DOI: 10.1111/j.1469-8749.1986.tb03825.x.
- [11] Bosma JF, Hepburn LG, Josell SD, et al. Ultrasound demonstration of tongue motions during suckle feeding[J]. *Dev Med Child Neurol*, 1990, 32(3):223-229. DOI: 10.1111/j.1469-8749.1990.tb16928.x.
- [12] Peng CL, Miethke RR, Pong SJ, et al. Investigation of tongue movements during swallowing with M-mode ultrasonography[J]. *J Orofac Orthop*, 2007, 68(1):17-25. DOI: 10.1007/s00056-007-0547-y.
- [13] Li C, Li J, Zhang C, et al. Application of B+M-mode ultrasonography in assessing deglutitive tongue movements in healthy adults[J]. *Med Sci Monit*, 2015, 21:1648-1655. DOI: 10.12659/MSM.893591.
- [14] 宋秀珍,魏立亚,孙立涛. 正常人吞咽时舌运动的 M 型超声研究[J]. *哈尔滨医科大学学报*, 2010, 44(3):288-290. DOI: 10.3969/j.issn.1000-1905.2010.03.028.
- [15] 宁彬,何文,魏立亚,等. 骨性Ⅲ类错牙合畸形患者治疗前后吞咽功能的 M-型超声研究[J]. *中国医学影像技术*, 2007, 23(10):1465-1468. DOI: CNKI: SUN: ZYXX.0.2007-10-018.
- [16] 陈月馨,黄昭莹,姚瑶,等. 基于 B+M 型超声的不同吞咽任务下舌运动参数重测信度研究[J]. *中国康复*, 2022, 37(1):3-6. DOI: 10.3870/zgkf.2022.01.001.
- [17] Genna CW, Saperstein Y, Siegel SA, et al. Quantitative imaging of tongue kinematics during infant feeding and adult swallowing reveals highly conserved patterns[J]. *Physiol Rep*, 2021, 9(3):e14685. DOI: 10.14814/phy2.14685.
- [18] Riley A, Miles A, Steele CM. An exploratory study of hyoid visibility, position, and swallowing-related displacement in a pediatric population[J]. *Dysphagia*, 2019, 34(2):248-256. DOI: 10.1007/s00455-018-9942-3.
- [19] Yabunaka K, Sanada H, Sanada S, et al. Sonographic assessment of hyoid bone movement during swallowing: a study of normal adults with advancing age[J]. *Radiol Phys Technol*, 2011, 4(1):73-77. DOI: 10.1007/s12194-010-0107-9.
- [20] Feng X, Cartwright MS, Walker FO, et al. Ultrasonographic evaluation of geniohyoid muscle and hyoid bone during swallowing in young adults[J]. *Laryngoscope*, 2015, 125(8):1886-1891. DOI: 10.1002/lary.25224.
- [21] Chen YC, Hsiao MY, Wang YC, et al. Reliability of ultrasonography in evaluating hyoid bone movement[J]. *J Med Ultrasound*, 2017, 25(2):90-95. DOI: 10.1016/j.jmu.2017.01.002.
- [22] 黄格朗,杨稀月,黄燕. 超声测量舌骨-甲状软骨间距评估脑卒中后吞咽功能障碍的价值研究[J]. *中国全科医学*, 2020, 23(18):2304-2308. DOI: CNKI: SUN: QKYX.0.2020-18-015.
- [23] Ahn SY, Cho K H, Beom J, et al. Reliability of ultrasound evaluation of hyoid-larynx approximation with positional change[J]. *Ultrasound Med Biol*, 2015, 41(5):1221-1225. DOI: 10.1016/j.ultrasmedbio.2014.12.010.
- [24] Huang YL, Hsieh SF, Chang YC, et al. Ultrasonographic evaluation of hyoid-larynx approximation in dysphagic stroke patients[J]. *Ultrasound Med Biol*, 2009, 35(7):1103-1108. DOI: 10.1016/j.ultrasmedbio.2009.02.006.
- [25] Matsuo T, Matsuyama M, Nakatani K, et al. Evaluation of swallowing movement using ultrasonography[J]. *Radiol Phys Technol*, 2020, 13(1):62-68. DOI: 10.1007/s12194-019-00547-1.
- [26] Miller JL, Watkin KL. Lateral pharyngeal wall motion during swallowing using real time ultrasound[J]. *Dysphagia*, 1997, 12(3):125-132. DOI: 10.1007/PL00009526.
- [27] 杨文裕. 吞咽过程中颊舌骨肌运动的超声研究[D]. 郑州:郑州大学, 2016.
- [28] Yabunaka K, Konishi H, Nakagami G, et al. Ultrasonographic evaluation of geniohyoid muscle movement during swallowing: a study on healthy adults of various ages[J]. *Radiol Phys Technol*, 2012, 5(1):34-39. DOI: 10.1007/s12194-011-0132-3.
- [29] Peng CL, Jost-Brinkmann PG, Yoshida N, et al. Differential diagnosis between infantile and mature swallowing with ultrasonography[J]. *Eur J Orthod*, 2003, 25(5):451-456. DOI: 10.1093/ejo/25.5.451.
- [30] Benfer KA, Weir KA, Bell KL, et al. Oropharyngeal dysphagia and gross motor skills in children with cerebral palsy[J]. *Pediatrics*, 2013, 131(5):e1553-e1562. DOI: 10.1542/peds.2012-3093.
- [31] 黄姣姣. 超声检查在脑性瘫痪儿童口咽期吞咽障碍评估中的应用[D]. 郑州:郑州大学, 2018.
- [32] Miura Y, Nakagami G, Yabunaka K, et al. Detecting pharyngeal post-swallow residue by ultrasound examination: a case series[J]. *Med Ultrason*, 2016, 18(3):288-293. DOI: 10.11152/mu.2013.2066.183.yuk.
- [33] 袁媛,吴珊. 超声检查评估帕金森病患者的吞咽功能障碍[J]. *贵州医科大学学报*, 2019, 44(2):209-212. DOI: 10.19367/j.cnki.1000-2707.2019.02.017.
- [34] 高佳秀,张威. 吞咽超声对吞咽障碍患者针刺风池穴即刻效应的临床研究[J]. *辽宁中医杂志*, 2020, 47(9):141-143. DOI: CNKI: SUN: LNZY.0.2020-09-045.
- [35] 李延芳,吴蓉,史秋生,等. 脑卒中患者吞咽功能障碍的超声检查与评估[J]. *中华医学超声杂志(电子版)*, 2020, 17(1):60-63. DOI: 10.3877/cma.j.issn.1672-6448.2020.01.011.
- [36] 张新颜,刘莉,张戈,等. 脑卒中后咽期吞咽障碍患者舌骨和颊舌骨肌的超声评价研究[J]. *中国康复*, 2021, 36(11):653-656. DOI: 10.3870/zgkf.2021.11.003.
- [37] Geddes DT, Chadwick LM, Kent JC, et al. Ultrasound imaging of infant swallowing during breast-feeding[J]. *Dysphagia*, 2010, 25(3):183-191. DOI: 10.1007/s00455-009-9241-0.

(修回日期:2022-11-03)

(本文编辑:凌 琛)