

舌骨和其附着肌肉组织的解剖及吞咽功能的研究进展

李娜娜¹ 康竞² 葛平江^{2,*}

1 汕头大学医学院

2 南方医科大学附属广东省人民医院(广东省医学科学院)耳鼻咽喉头颈外科

DOI:10.12238/bmtr.v7i2.13384

[摘要] 舌骨在吞咽中有着重要的作用,通过附着在它的舌骨上肌群、舌骨下肌群进行参与吞咽工作,对于具体的吞咽机制的研究相对较少。因此本文综述了国内外文献中关于舌骨解剖结构及作用的研究成果,明确舌骨的发育、形态学、舌骨上附着的肌肉及其功能,舌骨活动度对吞咽功能的影响探讨舌骨作用的研究。随着研究的深入,有助于进一步深入研究舌骨对吞咽功能的影响。

[关键词] 舌骨; 舌骨肌群; 吞咽; 功能

中图分类号: R241.25 **文献标识码:** A

Progress in the anatomy and swallowing function of the hyoid bone and its attached muscle tissue

Nana Li¹ Jing Kang² Pingjiang Ge^{2,*}

1 Shantou University Medical College

2 Department of Otolaryngology, Guangdong Provincial People's Hospital(Guangdong Academy of Medical Sciences), Southern Medical University

[Abstract] The hyoid bone plays a vital role in swallowing, and it participates in eating through the superior hyoid muscles attached to it, with relatively few studies on the specific swallowing mechanism. Therefore, this paper summarizes the research results on the anatomical structure and function of the hyoid bone in domestic and foreign literature, clarifying the development, morphology, the muscles attached to the hyoid bone, and the influence of the hyoid mobility on the swallowing function to investigate the function of the hyoid bone. With the deepening of research, further study of the effect of hyoid bone on swallowing function is helpful.

[Key words] hyoid bone; hyoid bone muscle group; swallowing; function

舌骨是外形如马蹄状扁平长骨,是人体中唯一一块不与其他骨骼形成关节的骨头,包含了舌骨体、舌骨大角及舌骨小角。舌骨位于甲状软骨的上方,并有舌骨上下肌群附着其上^[1-4]。这些肌肉与舌骨在舌的活动、下颌及吞咽运动等方面起着重要的作用^[5]。尽管近年来的研究越来越关注舌骨的运动测量,但目前的文献资料仍缺乏对舌骨肌肉组织解剖生理功能的系统综述。本讨论将围绕舌骨的发育、形态学以及其肌肉组织的解剖学和吞咽功能展开。

1 舌骨的发育、形态学结构

1.1 舌骨的发育

基于目前的舌骨发育学研究,普遍认为舌骨体起源于下鳃隆起,并通过中线凝聚形成;小角则源自Reichert软骨的尾端;而舌骨大角和甲状软骨上角则起源于第三弓软骨,第二和第三弓可能无法调节早期舌骨体的形态^[5-6]。舌骨的骨化过程起源于第二和第三咽弓的软骨发育。小角部分起源于第二咽弓,而舌骨

体则是由第二和第三咽弓腹侧端的融合部分发育而成。软骨化过程在第五周胎龄时开始,并在第三和第四个月时完成。骨化过程则从六个中心开始,包括舌骨体和每个角对应的四个骨化中心。大角的骨化过程在胎儿期结束时开始,舌骨体的骨化在出生前后不久开始,而小角的骨化则发生在青春期。大角的尖端会保持软骨状态直到30岁左右,此时骨骺可以形成并与体部融合。此外,滑膜关节形成于大角和小角之间,这个关节可能在出生后的数十年内逐渐骨化并最终消失^[7-9]。相较于男性,女性的舌骨融合现象通常提前约5年出现。研究未发现右侧与左侧融合之间存在显著差异^[10]。

1.2 舌骨的形态

马蹄形的舌骨由一个舌骨体、两个舌骨大角和两个舌骨小角组成。舌骨体呈现出一个不规则的细长四边形结构,其前端稍隆起,朝向前上方,并贯穿有一条轻微向下凸起的横嵴;舌骨体的上部通常会被一条垂直的正中嵴分为两半,这条嵴很少延伸

到体的下部。舌骨体的后部是光滑且凹陷的, 朝向后下方, 通过甲状舌骨膜和疏松的结缔组织与会厌相分离, 在舌骨和甲状舌骨膜之间存在一个滑液囊^[3-4]。Papadopoulos, N等人认为在60%的情况下舌骨的形态并不符合任何常规描述形状。实际上, 近一半的舌骨呈现出不对称性。根据其宽度, 舌骨可以被划分为三个类别: 窄型、中等型和宽型。大角结节之间的距离与同一舌骨中小角结节之间的距离之间, 并不存在一个固定的相关性。除了马蹄形的舌骨外, 大角结节之间的距离几乎与该舌骨的长横轴长度一致^[11]。这表明舌骨并不是一个完全统一的整体结构, 而是根据发育过程可以分为不同类型, 并且其内部结构的特点对于理解舌骨的功能和发育具有重要意义^[12]。

分析舌骨的长度和宽度揭示了随着年龄的增长, 舌骨的体部和大角前部会显著增大, 而大角后部则会显著缩小。大多数关于体部和大角的测量数据表明, 男性和女性的舌骨存在差异。老年男性的舌骨体部和大角外缘相较于女性更显外扩。此外, 随着年龄的增长, 关节间隙的宽度会显著减小, 而融合程度则会显著提高^[13]。目前较多的学者认为舌骨具有性别二态性特征, 每个大角的长度、体长、主要横轴、两侧的总舌骨长度、舌骨宽度和舌骨体高度测量提示男性舌骨的尺寸大于女性^[14-15]。Capasso等人报告称, 直立人(homo erectus)的舌骨形态与现代人类不同, 其特征是具有较小的较大角, 并且没有主要舌骨上肌附着的痕迹^[16]。他们提出, 这种舌骨形状与非人类和前人类属的舌骨相似, 并且与现代人类相比, 它们提升舌骨的能力较弱。这些报告表明, 不断受到舌骨上肌和舌骨下肌功能压力的舌骨已经优化了其结构和形态, 以获得应对这种机械环境所需的骨强度。然而, 不同类型的肌肉功能压力以及它们施加影响的位置和方式仍然未知。

1. 3舌骨的微结构

Wang, X等人通过采用显微CT观察舌骨的显微解剖结构发现舌骨体部与舌骨大角的总体积、骨体积、骨面积、骨密度和体积分数有显著差异, 但骨面积/体积比无显著性差异。在舌骨的身体和大角之间发现了骨表面密度。此外, 在舌骨体部和大角之间发现了骨小梁测量值、骨小梁连接性和欧拉数的显著差异。其他参数, 包括骨小梁厚度、骨小梁数量、骨小梁结构模型指数和骨小梁各向异性, 在舌骨体部和大角之间没有差异。体部与舌骨大角的关节处有明显的骨愈合^[17]。

2 舌骨上附着的肌肉及其功能

舌骨及其附着的肌肉承担着两个主要功能: 一是支撑位于其上方的舌头, 二是支撑位于其下方的喉部。此外, 它还传递有助于张开下巴的力量。舌骨并不与其他骨骼形成关节, 而是通过韧带和肌肉悬挂在颞骨的茎突上。连接于舌骨的肌肉包括部分舌外肌(如颞舌肌、舌骨舌肌、小角舌肌)、部分咽肌(如咽中缩肌)、舌骨上肌群(如下颌舌骨肌、颞舌骨肌、二腹肌、茎突舌骨肌)以及部分舌骨下肌群(如胸骨舌骨肌、甲状舌骨肌、肩甲舌骨肌), 共计11对肌肉^[3-4, 18]。

舌骨的位置由其附着的肌肉群所维持并借助舌骨附着的肌

肉进行前后上下移动, 在静止时, 舌骨位于下颌骨下缘的略下方, 一共有七对肌肉负责固定舌骨并使其移动, 下颌舌骨肌和颞舌骨肌这两对肌肉负责将舌骨向上和向前牵引, 一对肌肉负责将舌骨向后和向上拉动, 一对肌肉通过滑轮机制将舌骨向上移动, 而另一对肌肉则将舌骨向下拉动。下颌舌骨肌形成连续的肌肉吊索, 构成了口腔移动底板的基础。其中舌骨下肌和二腹肌共同作用, 有助于下巴的张开。

在呼吸过程中, 食管上括约肌关闭, 会厌软骨上抬, 喉口开放。而在吞咽时, 喉上提并前移, 食管上段开放, 会厌软骨向下, 关闭喉口。吞咽过程中, 舌基底部的压力和杓会厌肌的收缩力使会厌向后弯曲, 覆盖喉口。甲状舌骨肌和茎突咽肌的收缩缩短了喉与舌骨之间的距离。喉部上提和前移时, 杓斜肌和杓会厌肌的收缩使杓会厌襞内收, 两侧的杓状软骨向会厌结节靠近, 使喉口缩小, 协助会厌覆盖喉口。同时, 声带内收, 声门关闭。吞咽时, 喉部的位置随着舌骨的移动而变化, 舌骨呈现“U”形, 控制舌骨运动的肌群在舌骨上方呈弧形排列。在舌骨的前肌群中, 二腹肌前腹、颞舌骨肌和下颌舌骨肌的收缩使舌骨向前移动, 二腹肌后腹和茎突舌骨肌则控制舌骨向后移动。当这两组肌群同时收缩时, 舌骨上提。如果舌骨前移肌群的肌力大于向后运动肌群的肌力, 则舌骨会前移^[18]。舌骨上提有助于舌后部靠近腭部, 从而推进食团向后下方移动。舌骨上提的幅度主要与口腔内容物及会厌谷残留物有关, 而前移则与食管上括约肌的开放状态有关。吞咽开始时, 咬肌的收缩固定了下颌骨的位置, 确保了舌骨肌群收缩的稳定性。闭口吞咽时, 舌骨前肌群与口轮匝肌形成密闭的压力腔, 有助于食团向后推进。食管蠕动的速度及肌力对于防止误吸具有重要影响^[19, 30]。

3 舌骨复合体的运动与吞咽的关系

舌骨复合体是包括甲状软骨、环状软骨、杓状软骨以及相关的韧带组合成的一个解剖结构。在这个复合体中, 舌骨为上界, 环状软骨为下界。舌骨与喉部通过内侧的甲状舌骨膜和两侧的甲状舌骨外侧韧带相连, 共同构成了这一结构。在吞咽过程中, 它的主要运动涉及舌骨和喉部的前移与上移, 以及它们之间的协调动作。舌骨的上移和前移分别受到舌骨后上肌群和舌骨前上肌群的收缩作用, 通过甲状舌骨肌的收缩使喉部上抬。喉部的前移主要由环甲肌等喉固定肌群控制。舌骨喉复合体的运动有助于上食道括约肌的充分开放, 使会厌转向水平位并完全向后下翻转, 覆盖喉口, 从而在咽期吞咽过程中防止食物残留、渗漏和误吸, 保护气道, 并确保食物顺利进入食管。因此, 舌骨喉复合体的运动在咽期吞咽中扮演着至关重要的角色。舌骨的垂直位移有助于会厌和喉部的闭合, 而前向位移则有助于食道入口的打开。吞咽困难的患者通常会经历舌骨移位的减少, 这被认为会导致误吸风险和咽部残留物的增加。食团的黏稠度对舌骨运动的影响与其他口咽吞咽过程相似, 舌骨复合体的运动受到被吞咽物质物理特性的影响, 尤其是食团的黏稠度。研究表明, 吞咽时食团的黏稠度可以显著影响吞咽过程^[20, 21]。

4 舌骨位置与吞咽的关系

舌骨的位置与吞咽功能紧密相关。在多种疾病的影响下,舌骨位置的改变及其移位范围的变动均可能对吞咽功能产生影响。研究指出,舌骨和喉部运动范围的减少可能导致吞咽困难、误吸风险增加以及咽部残留物增多^[22]。Wang, TG在研究鼻咽癌放疗后吞咽困难患者的舌骨运动情况时发现,这些患者舌骨的移位主要减少,尤其是在向前方向^[23]。Kurita, H及其团队通过计算机断层扫描的地形图测量了口腔癌患者颈清扫术和肿瘤切除术后舌骨位置的变化,结果表明术后舌骨会发生移位,尤其是当切除下颌下区域时舌骨会向前移位,而切除颌下区域时舌骨移位更为显著^[24]。Kraaijenga, SA等人研究了舌骨移位作为晚期头颈癌患者吞咽障碍参数的情况,发现上舌骨移位减少的患者更易感到吞咽障碍^[25]。Costa, BOID等人对甲状腺切除术后患者吞咽过程中舌骨的抬高、前移、最大移位及其维持进行了定量超声评估,结果显示接受甲状腺切除术的女性在吞咽10mL增稠液体时,舌骨升高时间较短,移位达到最大^[26]。Magalhães, DDD等人对女性甲状腺切除术患者舌骨运动的位移、时间和速度进行了测量,分析结果表明,在有吞咽症状的甲状腺切除术患者中,舌骨运动速度明显更快^[27]。Huang, YL等人通过超声检查发现,伴有吞咽困难的卒中患者舌骨-喉部距离更近^[28]。

5 去除舌骨后对吞咽功能的影响

关于舌骨切除对吞咽功能影响的研究相对较少。Sanguanchom, M等人的研究评估了接受舌骨切除手术患者的舌头力量和耐力,并对吞咽功能进行了评估。研究通过测量Sistrunk手术和全喉切除术后的平均舌头力量,得出结论:无论是部分还是全部切除舌骨,对舌头力量和吞咽功能的影响并不显著^[29]。然而,Strek, P等人对49名部分喉切除术后的患者和35名对照组受试者进行了咽喉造影、压力测量和视频影像学检查,以客观评价舌骨切除对吞咽障碍的影响。研究发现,喉部术后剩余部位的活动度对吞咽效率有显著影响。喉部的活动度与舌骨的剩余部分密切相关。因此,切除舌骨或其部分是导致吞咽困难加剧和误吸发生频率增加的因素^[29]。

6 总结

上述研究揭示了舌骨的发育解剖结构及其附着肌肉在吞咽生理过程中的作用。然而,舌骨对吞咽功能的具体贡献,以及相关肌肉具体如何影响吞咽能力,目前尚不完全清楚,需要进一步的研究来深入探讨。

【参考文献】

- [1] Auvenshine RC DDS, PhD, Pettit NJ DMD, MSD. The hyoid bone: an overview. *Cranio*. 2020 Jan;38(1):6–14. doi: 10.1080/08869634.2018.1487501. Epub 2018 Oct 5. PMID: 30286692.
- [2] Anatomy, Head and Neck, Hyoid Bone (StatPearls [Internet]). 2021; PMID: 30969548.
- [3] 美. Theodore Dimon. 嗓音解剖学. 第1版. 北京科学技术出版社, 2022. 07.
- [4] 王斌全. 耳鼻咽喉头颈外科应用解剖学. 第2版. 人民卫生出版社, 2015. 02.

- [5] 陈禄仕, 陆绍兴, 郭金昌, 等. 舌骨体与舌骨大角连结方式的观察及分析[J]. 中国法医学杂志, 2013, 28(01): 64–65.

- [6] Rodríguez-Vázquez, JF, Kim, JH, Verdugo-López, S, et al. Human fetal hyoid body origin revisited. *J ANAT*. 2011; 219 J ANAT. doi: 10.1111/j.1469-7580.2011.01387.

- [7] Gupta, A, Kohli, A, Aggarwal, NK, et al. Study of age of fusion of hyoid bone. *LEGAL MED-TOKYO*. 2008; 10 *LEGAL MED-TOKYO*. doi: 10.1016/j.legalmed.2008.03.002.

- [8] Gupta, A, Kohli, A, Aggarwal, NK, et al. Study of age of fusion of hyoid bone. *LEGAL MED-TOKYO*. 2008; 10 *LEGAL MED-TOKYO*. doi: 10.1016/j.legalmed.2008.03.002.

- [9] Rodríguez-Vázquez, JF, Kim, JH, Verdugo-López, S, et al. Human fetal hyoid body origin revisited. *J ANAT*. 2011; 219 J ANAT. doi: 10.1111/j.1469-7580.2011.01387.

- [10] Gupta, A, Kohli, A, Aggarwal, NK, et al. Study of age of fusion of hyoid bone. *LEGAL MED-TOKYO*. 2008; 10 *LEGAL MED-TOKYO*. doi: 10.1016/j.legalmed.2008.03.002.

- [11] Papadopoulos, N, Lykaki-Anastopoulou, G, Alvanidou, E. The shape and size of the human hyoid bone and a proposal for an alternative classification. *J ANAT*. 1989; 163 *J ANAT*. PMID: 260677

- [12] 王超群, 史君, 张少杰, 等. 舌骨形态学与显微结构的观测[J]. 局解手术学杂志, 2020, 29(02): 85–88.

- [13] Shimizu, Y, Kanetaka, H, Kim, YH, et al. Age-related morphological changes in the human hyoid bone. *CELLS TISSUES ORGANS*. 2005; 180 *CELLS TISSUES ORGANS*. doi: 10.1159/000088247.

- [14] BM, S. Morphometric Determination of Sex of Hyoid Bone *National Journal of Clinical Anatomy*. 2024; 08 *National Journal of Clinical Anatomy*. doi: 10.1055/s-0039-1697551.

- [15] Urbanová, P, Hejna, P, Zátoková, L, et al. The morphology of human hyoid bone in relation to sex, age and body proportions. *HOMO*. 2013; 64 *HOMO*. doi: 10.1016/j.jchb.2013.03.005.

- [16] Shimizu, Y.; Kanetaka, H.; Kim, Y.H.; Okayama, K.; Kano, M.; Kikuchi, M. Age-related morphological changes in the human hyoid bone. *Cells Tissues Organs* 2005, 180, 185–192. [CrossRef].

- [17] Wang, X, Wang, C, Zhang, S, et al. Microstructure of the hyoid bone based on micro-computed tomography findings. *MEDICINE*. 2020; 99 *MEDICINE*. doi: 10.1097/MD.22246.

- [18] Anatomy, Head and Neck, Sternohyoid Muscle (StatPearls [Internet]). 2022; PMID: 31613473.

- [19] Kutzner, EA, Miot, C, Liu, Y, et al. Effect of genioglossus, geniohyoid, and digastric advancement on tongue base and

hyoid position.LARYNGOSCOPE.2017;127 LARYNGOSCOPE.

[20]邓宝梅,梁丽丝,赵嘉欣,等.不同稠度和容积吞咽任务对卒中后吞咽障碍患者吞咽生理成分表现及渗漏误吸的影响[J].中华物理医学与康复杂志,2021,43(12):1073-1077.

[21]邵天祥,金欣,陈晓峰,等.舌骨喉复合体运动与咽期吞咽障碍关系的研究进展[J].临床医学研究与实践,2023,8(07):178-181.

[22]Steele, CM, Bailey, GL, Chau, T, et al. The relationship between hyoid and laryngeal displacement and swallowing impairment. CLIN OTOLARYNGOL ALL. 2011; 36 CLIN OTOLARYNGOL ALL.

[23]Wang, TG, Chang, YC, Chen, WS, et al. Reduction in hyoid bone forward movement in irradiated nasopharyngeal carcinoma patients with dysphagia. ARCH PHYS MED REHAB. 2010; 91 ARCH PHYS MED REHAB.

[24]Kurita, H, Uehara, S, Kojima, Y, et al. Hyoid bone position change after neck dissection for oral cancer: a preliminary report. J ORAL MAXIL SURG. 2002; 60 J ORAL MAXIL SURG.

[25]Kraaijenga, SA, van der Molen, L, Heemsbergen, WD, et al. Hyoid bone displacement as parameter for swallowing impairment in patients treated for advanced head and neck cancer. EUR ARCH OTO-RHINO-L. 2017; 274 EUR ARCH OTO-RHINO

-L.y

[26]Costa, BOLD, Rodrigues, DSB, Magalhães, DDD, et al. Quantitative Ultrasound Assessment of Hyoid Bone Displacement During Swallowing Following Thyroidectomy. DYSPHAGIA. 2021; 36 DYSPHAGIA. doi:10.1007/s00455-020-10180-5.

[27]Magalhães, DDD, Bandeira, JF, Costa, BOLD, et al. Hyoid Bone Movement During Swallowing in Female Thyroidectomy Patients: A Kinematic Ultrasound Study. DYSPHAGIA. 2024; DYSPHAGIA.

[28]Huang, YL, Hsieh, SF, Chang, YC, et al. Ultrasonographic evaluation of hyoid-larynx approximation in dysphagic stroke patients. ULTRASOUND MED BIO.

[29]Sanguanchom, M, Kesko, P, Sureepong, P, et al. Assessing Tongue Strength and Swallowing Function Following Hyoid Bone Resection Surgery. ENT-EAR NOSE THROAT. 2023; ENT-EAR NOSE THROAT.

[30]郭鹏飞,李进让.舌骨在吞咽中的作用[J].临床耳鼻咽喉头颈外科杂志,2014,28(06):431-434.

作者简介:

李娜娜(1986--),女,汉族,广东茂名市人,大学本科,主治医师,研究方向:咽喉头颈。