

· 综述 ·

颈椎前路融合术后吞咽困难危险因素的研究进展

黄懿¹, 秦志勇¹, 马迅^{2*}, 冯皓宇², 陈晨², 纪春磊¹, 徐昊¹

(¹山西医科大学第三临床医学院, 太原 030001; ²山西医学科学院·山西白求恩医院骨科, 太原 030032)

【摘要】 颈椎前路减压椎间融合术被广泛用于治疗颈椎间盘退变性疾病, 吞咽困难为其术后常见的并发症, 主要表现为吞咽食物过程中出现功能障碍及吞咽时产生咽部、胸骨后或食管部位的梗阻、停滞、烧灼等不适感, 影响患者预后。本文通过回顾近年来国内外文献, 对颈椎前路融合术后吞咽困难的危险因素进行综述。

【关键词】 颈椎; 脊柱融合术; 吞咽困难

【中图分类号】 R619 **【文献标志码】** A **【DOI】** 10.11915/j.issn.1671-5403.2021.07.116

Research progress in risk factors for dysphagia after anterior cervical fusion surgery

HUANG Yi¹, QIN Zhi-Yong¹, MA Xun^{2*}, FENG Hao-Yu², CHEN Chen², JI Chun-Lei¹, XU Hao¹

(¹the Third Clinical Medical College of Shanxi Medical University, Taiyuan 030001, China; ²Department of Orthopaedics, Shanxi Bethune Hospital, Shanxi Medical University, Taiyuan 030032, China)

【Abstract】 Anterior cervical discectomy and fusion has been widely used in the treatment of cervical disc degeneration diseases. Dysphagia, one of its common postoperative complications, mainly manifests as dysfunctions in the process of swallowing food, and discomfort, such as obstruction, stagnation and burning in the pharynx, posterior sternum, or esophagus, which affects the prognosis of patients. In this paper, we reviewed the risk factors for dysphagia after anterior cervical fusion surgery.

【Key words】 cervical vertebrae; spinal fusion; dysphagia

Corresponding author: MA Xun, E-mail: maxun2532@sina.com

颈椎前路融合手术 (anterior cervical fusion surgery, ACF) 是治疗颈椎病的常规手术, 而吞咽困难是其术后常见并发症, 发病率 1% ~ 79%, 一般症状较轻, 预后较好, 但也有严重损伤咽部病例的报道^[1]。近年来许多学者对 ACF 术后吞咽困难的危险因素进行了研究, 包括年龄、性别、体质量指数、基础疾病、吸烟、麻醉插管、术中操作、内固定物等^[2-4]。本文通过回顾国内外近年关于 ACF 术后吞咽困难的研究进展进行综述。

1 自身因素

1.1 性别、年龄、吸烟和肥胖

许多研究报道了女性术后吞咽困难的发生率较高^[5], Yew 等^[6]通过进食评估问卷调查工具-10 (eating assessment tool-10) 调查表发现女性是唯一与术后早期、晚期多个时间点吞咽困难发生率增加呈正相关的危险因素。Lee 等^[7]在了一项包含男

性 158 例、女性 152 例的研究中发现, 术后 1 和 2 个月时男性和女性的吞咽困难发生率差异无统计学意义; 术后 6、12、24 个月时, 女性的吞咽困难发生率明显高于男性。这可能是由于女性生理特点造成的, 如颈部解剖结构较小、甲状软骨位置差异、对疼痛等刺激更为敏感等。也有文献报道男性是术后发生吞咽困难的危险因素^[8]。关于性别是否为 ACF 术后的危险因素目前仍存在争议, 尽管相对较多研究支持女性是 ACF 术后吞咽困难的危险因素, 但需要进一步的研究去验证。

有文献报道高龄是 ACF 术后吞咽困难的危险因素^[9,10]。在 Nagoshi 等^[3]的研究中, 吞咽困难患者的年龄高于无吞咽困难患者 [(59.0 ± 13.0) 和 (52.9 ± 11.1 岁)]。Lovasik 等^[11]的研究显示术后吞咽困难的发生与中位年龄较大有关, 且年龄 > 65 岁是吞咽困难的重要预测因素。但 Yew 等^[6]的研究发现, 术后早期年龄较小的患者更易发生吞咽困难。

衰老导致的解剖和生理变化使口咽功能下降,考虑高龄患者一般有较长的病史、更多的合并症,且术后恢复能力较差,理论上会有更高的吞咽困难发生率,但这需要更多的研究去证实。

Olsson 等^[12]比较了吸烟者和不吸烟者的术后吞咽困难情况,发现吸烟者更容易出现吞咽困难。Wang 等^[4]的研究发现吸烟患者在术后 1、3、6、12、24 个月时会发生吞咽困难,并且证明吸烟是延缓吞咽困难恢复的重要危险因素。Siska 等^[8]通过吞咽生活质量问卷评估,发现吸烟者在术后 3 周的得分低于非吸烟者,且术前戒烟可减轻吞咽困难。通常情况下,吸烟者咽部不适、肺部疾病发生率较非吸烟者高,在术后可能因咳痰次数较多,引起手术切口不适,有更大的概率造成吞咽不适。

肥胖患者一般颈前软组织较厚,使得手术显露工作难度相对增大,导致手术时间延长,术者为了获得较好的手术视野会加大牵开软组织的力度,这些都会增加术后发生吞咽困难的风险。Liu 等^[13]和 Wang 等^[4]的研究也证实肥胖是术后早期发生吞咽困难的危险因素。但也有研究表明体质量指数与术后吞咽困难发生率无明显相关性^[2,3]。

1.2 基础疾病和术前症状

Park 等^[2]的文献报道糖尿病患者术后吞咽困难的发生率约为非糖尿病患者的 2.55 倍,同时也报道了高血压不是术后吞咽困难的危险因素。Nagoshi 等^[3]认为伴随内分泌紊乱(主要是糖尿病)的患者围手术期吞咽困难的可能性更大。Wang 等^[4]的研究也表明糖尿病会延缓吞咽困难的康复。在 ACF 术中,喉的回缩可能会压迫气管导管和喉返神经,并导致神经受损,影响患者吞咽功能,糖尿病患者术前出现的以自主神经元为主的神经病变可能放大这种影响。

Siska 等^[8]的一项包含 29 例研究对象的研究表明,慢性阻塞性肺部疾病(chronic obstructive pulmonary disease, COPD)是术后吞咽困难的显著危险因素,但是未能解释原因,需要更多的研究明确原因并证实结论的准确性。Yew 等^[6]的研究报道有阻塞性睡眠呼吸暂停病史、哮喘史的患者在术后晚期有相对较高的概率发生吞咽困难。Frempong-Boadu 等^[14]的研究还报道胃食管反流病、关节炎和冠心病不是术后发生吞咽困难的危险因素。Kang 等^[15]通过 Zung 抑郁量表和 Zung 焦虑量表评定患者精神状况发现,患者术前存在精神问题是 ACF 术后慢性吞咽困难的唯一有意义的预测因素。但是这项研究没有评估药物对精神障碍和术前吞咽困难水平的影响,如具有抗胆碱能副作用的抗抑郁药物会

导致唾液分泌减少,这可能会导致吞咽困难,需要更多的对比研究进一步明确这项结论的可靠性。

陆英杰等^[16]的一项纳入 262 例单节段颈前路减压椎间融合术(anterior cervical discectomy and fusion, ACDF)病例的研究发现,术前病程 ≥ 8 个月是术后发生吞咽困难的危险因素。根据临床资料分析,较长的病程一般伴随着较大的年龄、更多的受累颈椎节段、更重的术前症状,这些因素的综合影响可能导致长病程成为术后吞咽困难的危险因素。

2 手术因素

2.1 手术操作

Jung 等^[17]将 242 例接受左侧手术入路的患者与 120 例接受右侧手术入路的患者进行比较,发现吞咽困难的发生率右侧较左侧高。其原因可能是左喉返神经比右喉返神经更长,进入气管食管沟的角度更平缓,因此在术中相对于右喉返神经被牵拉程度更小,从而减小损伤,降低术后吞咽困难发生率。Choi 等^[18]的研究证实通过平移甲状软骨将气管、咽后壁或食管缩向一侧能保护咽食管壁在术中免受牵引力相关的损伤,并在一定程度上间接减轻术中气管-食管鞘的压力,降低术后吞咽困难发生率。术中的不当操作如牵引器损伤食管、造成食管壁薄弱可能导致术后产生类 Zenker's diverticulum(食管憩室)而导致吞咽困难^[19]。因此术前行气管推移练习,增加食管的顺应性,增加术中食管气管鞘的柔韧性和平滑活动,间接减轻牵开器的压力;术中以动态方式使用牵开器,以减少对咽/食管复合体的压迫,降低术中食管周围组织及神经缺血性损伤的风险,在一定程度上可起到降低 ACF 术后吞咽困难发生率的作用。

2.2 手术节段

颈椎不同节段的解剖特点可能决定了 ACF 术后吞咽困难的发生率。上段颈椎由于解剖位置特殊且较难显露,术中需要更大的牵引力去显露视野,从而导致术后吞咽困难的发生率较高^[2,7]。Wu 等^[20]的研究中术后吞咽困难病例数上段颈椎(C2-3、C3-4)占 25.7%,下中段颈椎(C4-5、C5-6、C6-7)仅占 9.3%,两者有明显差异。Aguilar 等^[21]的研究也显示上段颈椎(C2-3、C3-4)术后吞咽困难发生率较高。但也有研究显示 C4-5、C5-6 水平的 ACF 术是术后发生吞咽困难的危险因素^[2]。

相关文献报道多节段手术是 ACF 术后发生吞咽困难的危险因素^[3,12]。Lee 等^[7]的研究结果显示手术节段 ≥ 3 个是术后吞咽困难的危险因素。多节段手术意味着减压节段数目增多、手术时间延长、组

织和神经受损程度加大、术后水肿加重,这些都可能会增加术后吞咽困难的发生率。但鉴于各个颈椎节段的解剖特性,可能需要更为严格的研究进一步阐明手术节段数与吞咽困难的相关性。

2.3 颈椎曲度

Tian 等^[22]的研究发现当 $dC2-C7$ 角 $>5^\circ$ 时,术后吞咽困难的发生率明显增加。Liu 等^[13]表示当 $dC2-C7$ 角 $>9^\circ$ 时,术后吞咽困难的发生率显著增加。另一项研究显示术前 C3-C4、C4-C5 的局部后凸角和术中 C4-C5 的后凸角度的改变可能是术后持续性吞咽困难的主要危险因素,其原因可能是相关椎体与食管的距离较近^[9]。综上,术中对颈椎曲度的矫正需谨慎,以防相关椎体对食管及其周围组织的挤压,增加术后吞咽困难的发生率,但颈椎曲度的安全矫正范围需要更多的研究明确。

2.4 手术方式

Wang 等^[4]比较 ACDF、颈前路椎间盘切除减压融合术 (Anterior cervical corpectomy decompression and fusion, ACCF)、颈前路椎体联合椎间盘切除术 (Anterior corpectomy combined with discectomy, ACCDF) 和零切迹 (Zero Profile, Zero-p) 四种手术方式发现,ACCF 术后吞咽困难发生率最高。这可能与手术时间、组织牵拉和食管缺血的差异有关。Lee 等^[7]对比 121 例 ACCF 和 173 例 ACDF,发现在术后各时间段吞咽困难的发生率无显著差异。Guo 等^[23]对比人工颈椎间盘置换术 (artificial cervical disc replacement, ACDR) 和 ACDF 术后吞咽困难发生率发现,ACDR 组在术后第 36 个月时略高于 ACDF 组,而在其他时间点低于 ACDF 组,但未表明差异是否存在统计学意义。Nagoshi 等^[3]的研究则显示前路联合手术是术后发生吞咽困难的危险因素。

2.5 内固定物

部分研究显示内固定物的使用不是术后发生吞咽困难的危险因素^[10]。Chin 等^[24]发现钢板突出在 3~7 mm 不会增加术后发生吞咽困难的风险。Lee 等^[25]比较了使用前路 Zephir 钛板和 Atlantis 钛板治疗的病例,通过建立模型计算出 Zephir 钛板组术后吞咽困难的长期发病率为 3.58%,而 Atlantis 钛板组为 13.6%,分析发现 Zephir 钛板较小的体积和更平滑的剖面在降低吞咽困难发生率方面起到了重要作用。Park 等^[2]对比研究发现 Cage 组的术后吞咽困难发生率比 Zephir 钢板系统组低约 3 倍。Yin 等^[26]和 Yang 等^[27]的研究显示 Zero-P 可以降低术后发生吞咽困难的风险。吞咽困难被认为可能与食管后壁和钛板之间的粘连有关^[28],Zero-P 不同于钛板突出椎体的特点,它容纳于椎体间隙,减少了

对食管及其周围组织的刺激,减轻术后水肿及瘢痕形成,有助于降低吞咽困难发生率。

内固定移位是一种罕见但严重的术后并发症,它能以慢性或严重的(食管穿孔)吞咽困难症状作为临床表现。Lowery 等^[29]的一项包含 2233 例螺钉松动病例的回顾性研究发现,螺钉松动 5 mm 或更少不会增加对邻近解剖结构造成损害的风险。内固定移位的可能原因是异常解剖结构、骨关节炎改变、多节段颈椎病、多次颈椎手术史和骨质疏松等,一般情况下,通过细致的手术操作能够降低内固定移位的发生率,术后定期随访也能对内固定移位做到早期诊断,及时的处理能够避免严重的并发症发生。

2.6 翻修手术

Lee 等^[7]的研究显示在术后 1、2 年时,翻修手术组吞咽困难发生率超过初次手术组的 2 倍。在翻修手术时,初次手术后形成的瘢痕组织扭曲了正常解剖结构,使显露操作变得更加困难,增加了喉返神经损伤的风险,在一定程度上使翻修手术术后更容易发生吞咽困难^[30,31]。

2.7 手术时间

手术时间对吞咽困难的影响目前仍存在争议。一部分研究结果显示手术时间长短对术后吞咽困难的发生率无显著影响^[3]。另一部分研究结果显示较长的手术时间是术后早期发生吞咽困难的危险因素^[4,6,11]。还有相关文献报道吞咽困难的发生率随着手术时间的增加而增加^[10]。手术时间越长,食管回缩时间越长,食管缺血越严重,软组织越容易受到刺激,炎症反应越容易产生,越容易在术后发生吞咽困难。手术时间较长的病例往往与病程长、症状重、手术节段多、手术难度大等因素相关,这些因素也会在一定程度上增加术后发生吞咽困难的风险。

3 其他因素

3.1 麻醉相关因素

Smith-Hammond 等^[10]对 ACF、后路及腰椎后路三种手术术后吞咽困难的发生率和危险因素进行了评估,发现气管插管对术后吞咽困难发生率无明显影响。Kiscovich 等^[32]的研究发现在放置牵引器后,气管导管套囊压力的不均匀性明显升高,这可能导致喉返神经损伤。Ratnaraj 等^[33]通过使用气管导管套囊内压控制仪,发现将压力维持在 20 mmHg (1 mmHg = 0.133 kPa),减少牵引器使用时间,可减轻术后咽痛、声音嘶哑和吞咽困难症状。但其他研究结果显示牵开器放置后将气管导管套囊压力调节至 20 mmHg 并不能降低短期和长期 ACF 术发生吞咽困难的风险^[34]。

Park 等^[2]认为麻醉时间长、插管管径大是术后发生吞咽困难的显著危险因素。平均麻醉时间可作为反映手术复杂程度和插管时间的指标,插管时间越长,术中神经、气管、咽肌复合体直接或间接损伤的风险越大,术后更易发生吞咽困难。

3.2 椎前软组织肿胀

相关文献报道术后椎前软组织肿胀 (pre-vertebral soft-tissue thickness, PVST)不是术后吞咽困难的显著危险因素^[2]。但在 Frempong-Boadu 等^[14]的研究中,术后发生吞咽困难的患者行 CT 扫描均显示颈部软组织肿胀,并得出结论 PVST 是术后一过性吞咽困难的危险因素。Shi 等^[35]的研究显示 PVST > 5 mm 易导致术后早期发生吞咽困难。PVST 可能通过压迫食管及其周围组织,造成吞咽困难等不适,但 PVST 与术后吞咽困难的相关性需要设计更严谨的研究进一步明确,研究包含多时间段、多种 PVST 评估方法等。

3.3 重组人骨形成蛋白、类固醇激素、生物膜

重组人骨形成蛋白 (recombinant human bone morphogenetic protein, rhBMP) 由于具有诱导成骨作用,因此在 ACF 手术中被广泛使用。后有研究发现 rhBMP 可引起椎前软组织局部炎症反应和水肿^[36],表现为颈部肿胀、吞咽困难,现已建议避免或减少 rhBMP 的使用^[37]。

由于类固醇激素对局部炎症和椎前软组织肿胀的强大抑制作用,因而在围手术期被用于降低吞咽困难发生率。Jenkins 等^[38]的一项单盲、前瞻性随机对照试验也证实静脉注射或术中局部使用类固醇均可降低吞咽困难的严重程度及发生率。但类固醇的使用可能导致食管损伤、骨不连等严重并发症^[39],严重影响预后。相关研究报道局部使用类固醇较静脉注射发生全身反应或并发症的风险较低^[40]。因此尽管类固醇能有效降低吞咽困难风险,但临床上对于类固醇的使用仍需谨慎。

有研究报道可吸收胶原生物膜在 ACF 术中的应用可通过减轻组织水肿、防止感染和术后粘连,从而降低术后吞咽困难的总发生率,改善术后早期吞咽功能^[41]。

4 小结

综上,ACF 术后吞咽困难的影响因素包括性别、年龄、体质量、吸烟、基础疾病、病程、手术入路、手术时间、内固定物、手术节段、翻修手术、颈椎曲度改变、椎前软组织厚度、rhBMP-2 及类固醇激素等。上述因素的共同作用造成 ACF 术后吞咽困难的发生机制难以清楚阐明,但都可以通过增加或减少对

食管、食管周围组织及神经的损伤(包括机械损伤、缺血性损伤等)影响 ACF 术后吞咽困难的发生率。期待更多前瞻性、多中心、较长随访时间的研究进一步探究各种危险因素对 ACF 术后吞咽困难影响,从而提出更加有效的预防措施和治疗方案。

【参考文献】

- [1] Miles A, Jamieson G, Shasha L, et al. Characterizing dysphagia after spinal surgery [J]. *J Spinal Cord Med*, 2019, 24: 1-9. DOI: 10.1080/10790268.2019.1665613.
- [2] Park JH, Lee SH, Kim ES, et al. Analysis of postoperative dysphagia after anterior cervical decompression and fusion [J]. *Br J Neurosurg*, 2020, 34(4): 457-462. DOI: 10.1080/02688697.2020.1757037.
- [3] Nagoshi N, Tetreault L, Nakashima H, et al. Risk factors for and clinical outcomes of dysphagia after anterior cervical surgery for degenerative cervical myelopathy: results from the AOSpine International and North America Studies [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2017, 99(13): 1069-1077. DOI: 10.2106/JBJS.16.00325.
- [4] Wang T, Ma L, Yang DL, et al. Factors predicting dysphagia after anterior cervical surgery: a multicenter retrospective study for 2 years of follow-up [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2017, 96(34): e7916. DOI: 10.1097/MD.0000000000007916.
- [5] Liu FY, Yang DL, Huang WZ, et al. Risk factors for dysphagia after anterior cervical spine surgery: a meta-analysis [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2017, 96(10): e6267. DOI: 10.1097/MD.0000000000006267.
- [6] Yew AY, Nguyen MT, Wellington KH, et al. Quantitative risk factor analysis of postoperative dysphagia after anterior cervical discectomy and fusion (ACDF) using the eating assessment tool-10 (EAT-10) [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2019, 44(2): E82-E88. DOI: 10.1097/BRS.0000000000002770.
- [7] Lee MJ, Bazaz R, Furey CG, et al. Risk factors for dysphagia after anterior cervical spine surgery: a two-year prospective cohort study [J]. *Spine J*, 2007, 7(2): 141-147. DOI: 10.1016/j.spinee.2006.02.024.
- [8] Siska PA, Ponnappan RK, Hohl JB, et al. Dysphagia after anterior cervical spine surgery: a prospective study using the swallowing-quality of life questionnaire and analysis of patient comorbidities [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2011, 36(17): 1387-1391. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31822340f2.
- [9] Ohba T, Hatsushika K, Shigeto E, et al. Risk factors and assessment using an endoscopic scoring system for early and persistent dysphagia after anterior cervical decompression and fusion surgery [J]. *Clin Spine Surg*, 2020, 33(4): E168-E173. DOI: 10.1097/BSD.0000000000000945.
- [10] Smith-Hammond CA, New KC, Pietrobon R, et al. Prospective analysis of incidence and risk factors of dysphagia in spine surgery patients: comparison of anterior cervical, posterior cervical, and lumbar procedures [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2004, 29(13): 1441-1446. DOI: 10.1097/01.brs.0000129100.59913.ea.
- [11] Lovasik BP, Holland CM, Howard BM, et al. Anterior cervical discectomy and fusion: comparison of fusion, dysphagia, and complication rates between recombinant human bone morphogenetic protein-2 and beta-tricalcium phosphate [J]. *World Neurosurg*, 2017, 97: 674-683. e1. DOI: 10.1016/j.wneu.2016.10.088.
- [12] Olsson EC, Jobson M, Lim MR, et al. Risk factors for persistent dysphagia after anterior cervical spine surgery [J]. *Orthopedics*, 2015, 38(4): e319-e323. DOI: 10.3928/01477447-20150402-61.
- [13] Liu JM, Tong WL, Chen XY, et al. The incidences and risk factors related to early dysphagia after anterior cervical spine surgery: a prospective study [J]. *PLoS One*, 2017, 12(3): e0173364. DOI:

10. 1371/journal.pone.0173364.
- [14] Frempong-Boadu A, Houten JK, Osborn B, *et al.* Swallowing and speech dysfunction in patients undergoing anterior cervical discectomy and fusion: a prospective, objective preoperative and post-operative assessment[J]. *J Spinal Disord Tech*, 2002, 15(5): 362-368. DOI: 10.1097/00024720-200210000-00004.
- [15] Kang SS, Lee JS, Shin JK, *et al.* The association between psychiatric factors and the development of chronic dysphagia after anterior cervical spine surgery[J]. *Eur Spine J*, 2014, 23(8): 1694-1698. DOI: 10.1007/s00586-014-3281-3.
- [16] 陆英杰, 鲍卫国, 邹俊, 等. 单节段颈前路减压椎间融合治疗后发生吞咽困难的相关因素[J]. *中国组织工程研究*, 2018, 22(7): 1026-1031. DOI: 10.3969/j.issn.2095-4344.0112.
- Lu YJ, Bao WG, Zou J, *et al.* Related factors for dysphagia after single-level anterior cervical discectomy and fusion[J]. *Chin J Tissue Eng Res*, 2018, 22(7): 1026-1031. DOI: 10.3969/j.issn.2095-4344.0112.
- [17] Jung A, Schramm J. How to reduce recurrent laryngeal nerve palsy in anterior cervical spine surgery: a prospective observational study[J]. *Neurosurgery*, 2010, 67(1): 10-15. DOI: 10.1227/01.NEU.0000370203.26164.24.
- [18] Choi BK, Cho WH, Choi CH, *et al.* Hypopharyngeal wall exposure within the surgical field: the role of axial rotation of the thyroid cartilage during anterior cervical surgery[J]. *J Korean Neurosurg Soc*, 2010, 48(5): 406 - 411. DOI: 10.3340/jkns.2010.48.5.406.
- [19] Dhar SI, Wegner AM, Rodnoi P, *et al.* Swallowing characteristics in Zenker's-like diverticulum after anterior cervical spine surgery[J]. *Laryngoscope*, 2020, 130(6): 1383 - 1387. DOI: 10.1002/lary.28266.
- [20] Wu B, Song F, Zhu S, *et al.* Reasons of dysphagia after operation of anterior cervical decompression and fusion[J]. *Clin Spine Surg*, 2017, 30(5): E554-E559. DOI: 10.1097/BSD.000000000000180.
- [21] Aguilar DD, Brara HS, Rahman S, *et al.* Exclusion criteria for dysphagia for outpatient single-level anterior cervical discectomy and fusion using inpatient data from a spine registry[J]. *Clin Neurol Neurosurg*, 2019, 180: 28 - 33. DOI: 10.1016/j.clineuro.2019.03.008.
- [22] Tian W, Yu J. The role of C2-C7 angle in the development of dysphagia after anterior and posterior cervical spine surgery[J]. *Clin Spine Surg*, 2017, 30(9): E1306-E1314. DOI: 10.1097/BSD.0000000000000493.
- [23] Guo H, Sheng J, Sheng WB, *et al.* An eight-year follow-up study on the treatment of single-level cervical spondylosis through intervertebral disc replacement and anterior cervical decompression and fusion[J]. *Orthop Surg*, 2020, 12(3): 717-726. DOI: 10.1111/os.12634.
- [24] Chin KR, Eiszner JR, Adams SBJ. Role of plate thickness as a cause of dysphagia after anterior cervical fusion[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2007, 32(23): 2585 - 2590. DOI: 10.1097/BRS.0b013e318158dec8.
- [25] Lee MJ, Bazaz R, Furey CG, *et al.* Influence of anterior cervical plate design on dysphagia: a 2-year prospective longitudinal follow-up study[J]. *J Spinal Disord Tech*, 2005, 18(5): 406-409. DOI: 10.1097/01.bsd.0000177211.44960.71.
- [26] Yin M, Ma J, Huang Q, *et al.* The new Zero-P implant can effectively reduce the risk of postoperative dysphagia and complications compared with the traditional anterior cage and plate: a systematic review and meta-analysis[J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2016, 17(1): 430. DOI: 10.1186/s12891-016-1274-6.
- [27] Yang ZM, Zhao Y, Luo JQ. Incidence of dysphagia of zero-profile spacer *versus* cage-plate after anterior cervical discectomy and fusion: a meta-analysis [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2019, 98(25): e15767. DOI: 10.1097/MD.00000000000015767.
- [28] Fogel GR, McDonnell MF. Surgical treatment of dysphagia after anterior cervical interbody fusion[J]. *Spine J*, 2005, 5(2): 140-144. DOI: 10.1016/j.spinee.2004.06.022.
- [29] Lowery GL, McDonough RF. The significance of hardware failure in anterior cervical plate fixation. Patients with 2- to 7-year follow-up[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1998, 23(2): 181-187. DOI: 10.1097/00007632-199801150-00006.
- [30] Staartjes VE, Marlies P, Marc LS. Recurrent laryngeal nerve palsy is more frequent after secondary than after primary anterior cervical discectomy and fusion: insights from a registry of 525 patients[J]. *World Neurosurg*, 2018, 116: e1047-e1053. DOI: 10.1016/j.wneu.2018.05.162.
- [31] Erwood MS, Walters BC, Connolly TM, *et al.* Voice and swallowing outcomes following reoperative anterior cervical discectomy and fusion with a 2-team surgical approach[J]. *J Neurosurg Spine*, 2018, 28(2): 140 - 148. DOI: 10.3171/2017.5.SPINE161104.
- [32] Kriskovich MD, Apfelbaum RI, Haller JR. Vocal fold paralysis after anterior cervical spine surgery: incidence, mechanism, and prevention of injury[J]. *Laryngoscope*, 2000, 110(9): 1467-1473. DOI: 10.1097/00005537-200009000-00011.
- [33] Ratnaraj J, Todorov A, McHugh T, *et al.* Effects of decreasing endotracheal tube cuff pressures during neck retraction for anterior cervical spine surgery[J]. *J Neurosurg*, 2002, 97(2): 176 - 179. DOI: 10.3171/spi.2002.97.2.0176.
- [34] In 't Veld BA, Rettig TCD, de Heij N, *et al.* Maintaining endotracheal tube cuff pressure at 20 mmHg during anterior cervical spine surgery to prevent dysphagia: a double-blind randomized controlled trial[J]. *Eur Spine J*, 2019, 28(2): 353-361. DOI: 10.1007/s00586-018-5798-3.
- [35] Shi S, Li XF, Zhao QT, *et al.* Risk factors for dysphagia after single-level anterior cervical decompression with arthroplasty or fusion: a prospective study comparing 2 zero-profile implants[J]. *World Neurosurg*, 2016, 95: 148-155. DOI: 10.1016/j.wneu.2016.07.100.
- [36] Burkus JK, Dryer RF, Arnold PM, *et al.* Clinical and radiographic outcomes in patients undergoing single-level anterior cervical arthrodesis: a prospective trial comparing allograft to a reduced dose of rhBMP-2[J]. *Clin Spine Surg*, 2017, 30(9): E1321-E1332. DOI: 10.1097/BSD.0000000000000409.
- [37] Maza NM, Ferrer CE, Qureshi SA, *et al.* Contained-delivery route and the administration of postoperative steroids following anterior cervical spinal fusion with low-dose rhBMP-2 reduces the magnitude of respiratory compromise[J]. *Clin Spine Surg*, 2019, 32(10): E420-E425. DOI: 10.1097/BSD.0000000000000850.
- [38] Jenkins TJ, Nair R, Bhatt S, *et al.* The effect of local *versus* intravenous corticosteroids on the likelihood of dysphagia and dysphonia following anterior cervical discectomy and fusion: a single-blinded, prospective, randomized controlled trial[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2018, 100(17): 1461 - 1472. DOI: 10.2106/JBJS.17.01540.
- [39] Gandhi SD, Wahlmeier ST, Louie P, *et al.* Effect of local retropharyngeal steroids on fusion rate after anterior cervical discectomy and fusion[J]. *Spine J*, 2020, 20(2): 261 - 265. DOI: 10.1016/j.spinee.2019.08.018.
- [40] Lee SH, Kim KT, Suk KS, *et al.* Effect of retropharyngeal steroid on prevertebral soft tissue swelling following anterior cervical discectomy and fusion: a prospective, randomized study[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2011, 36(26): 2286-2292. DOI: 10.1097/BRS.0b013e318237e5d0.
- [41] Deng YX, Huang KK, Liu H, *et al.* An absorbable collagen biomembrane help improve swallowing function after anterior cervical spine surgery[J]. *Dysphagia*, 2020, 35(3): 780 - 786. DOI: 10.1007/s00455-019-10083-0.