

综述

颈椎后纵韧带骨化症前路手术并发症及相关因素的研究进展

Research progress of surgical complications and related factors in anterior cervical approach for ossification of the posterior longitudinal ligament

代锦岳, 姜亮, 吴云霞

(北京大学第三医院骨科 100191 北京市)

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2021.06.13

中图分类号: R681.5, R619, R687.3

文献标识码: A

文章编号: 1004-406X(2021)-06-0566-06

后纵韧带骨化(ossification of the posterior longitudinal ligament, OPLL)是指后纵韧带发生异位骨化的一种病理状态。对伴有神经损害的颈椎 OPLL 患者, 建议行手术治疗。传统的颈椎前路手术一般通过切除对应椎间盘或椎体、暴露并切除骨化物来直接解除脊髓和神经根的压迫, 适用于椎管侵占率>60%、OPLL<3 个节段的患者^[1]。常用术式包括颈前路椎体次全切除融合术(anterior cervical corpectomy and fusion, ACCF) 和前路颈椎间盘切除融合术(anterior cervical discectomy and fusion, ACDF)。2018 年之后的新术式包括 Lee 等^[2]发明的椎体截骨前移术(vertebral body sliding osteotomy, VBSO)及史建刚等^[3]改良的颈

椎前路椎体骨化物复合体前移融合术 (anterior controllable antedisplacement fusion, ACAF), 即通过截骨后将骨化物连同前方椎体一同牵引前移来达到减压效果。前路手术可以直接解除 OPLL 的压迫, 但缺点是并发症发生率较高^[4]。OPLL 患者颈椎前路手术常见的并发症包括: 术中并发症(如硬膜囊损伤与脑脊液漏、脊髓或神经根损伤、椎动脉损伤)、术后早期并发症(如血肿、喉返神经麻痹、喉上神经损伤、吞咽困难)、术后远期并发症(如相邻节段退变、植骨不融合与假关节形成)^[5]。为了进一步系统认识前路手术治疗颈椎 OPLL 的风险和影响因素, 笔者主要对上述并发症及相关因素和预防措施的研究进展综述如下。

第一作者简介: 男(1998-), 本科在读, 研究方向: 骨科学
电话: (010)82267368 E-mail: 1610301305@bjmu.edu.cn
通讯作者: 姜亮 E-mail: jiangliang@bjmu.edu.cn

1 硬膜囊损伤与脑脊液漏

硬膜囊损伤(accidental durotomy, AD)包括硬膜囊撕裂(dural tear, DT)与硬膜囊缺损(dural defect, DD), 是颈

- mediates aggrecan and collagen II expression via NOTCH1 signaling in nucleus pulposus cells during intervertebral disc degeneration[J]. Biochem Biophys Res Commun, 2017, 488 (3): 554-561.
35. Xu D, Jin H, Wen J, et al. Hydrogen sulfide protects against endoplasmic reticulum stress and mitochondrial injury in nucleus pulposus cells and ameliorates intervertebral disc degeneration[J]. Pharmacol Res, 2017, 117: 357-369.
36. 王小虎. 白藜芦醇调控 TNF- α 诱导的人髓核细胞 MMP-3 表达及相关作用机制[D]. 东南大学外科学, 2016.
37. Wang W, Yang W, Ouyang Z, et al. MiR-21 promotes ECM degradation through inhibiting autophagy via the PTEN/akt/mTOR signaling pathway in human degenerated NP cells [J]. Biomed Pharmacother, 2018, 99: 725-734.
38. Wang H, He P, Pan H, et al. Circular RNA circ-4099 is induced by TNF- α and regulates ECM synthesis by blocking miR-616-5p inhibition of Sox9 in intervertebral disc degeneration[J]. Exp Mol Med, 2018, 50(4): 1-14.
39. 孔敬波, 马信龙, 王涛, 等. Wnt/ β -catenin 及 NF- κ B 信号通

- 路与椎间盘退变的研究进展 [J]. 中国修复重建外科杂志, 2013, 27(12): 1523-1528.
40. Nejak-Bowen K, Moghe A, Cornuet P, et al. Role and regulation of p65/ β -catenin association during liver injury and regeneration: a "Complex" relationship[J]. Gene Expr, 2017, 17(3): 219-235.
41. Richardson SM, Hodgkinson T, Wei A, et al. Growth differentiation factor 6 promotes a healthy nucleus pulposus cell phenotype through smad and smad-independent signalling pathways[J]. Osteoarthritis Cartilage, 2018, 26: S423.
42. 何晋月, 孙靖, 路康, 等. 张力性刺激对人髓核细胞表达软骨层间蛋白的调控及机制[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2017, 27 (2): 169-174.
43. Xiang Q, Kang L, Wang J, et al. CircRNA-CIDN mitigated compression loading-induced damage in human nucleus pulposus cells via miR-34a-5p/SIRT1 axis[J]. EBioMedicine, 2020, 53: 102679.

(收稿日期: 2020-11-10 末次修回日期: 2021-04-21)

(本文编辑 李伟霞)

椎 OPLL 前路手术最为常见的并发症之一,同时也是脑脊液漏(cerebrospinal fluid leakage,CSFL)和再手术的重要因素。2018 年 Kim 等^[6]指出多节段(≥ 2)OPLL 前路手术患者中,DT 的发生率明显高于后路手术 (3.74% vs 0.96%, $P<0.01$)。Du 等^[7]统计的 OPLL 前路手术 DD 发生率高达 13.3%。2017 年 Wang 等^[8]统计了文献中 129 例 CSFL 的患者,发现 OPLL 患者高达 12.2%。Hannallah 等^[9]发现 OPLL 患者 CSFL 的发生率是非 OPLL 患者的 13.7 倍。

影响因素包括:(1)硬膜骨化(dural ossification,DO)。骨化的硬膜囊与后纵韧带界限不清,在切除 OPLL 时容易意外造成 DD。一项回顾性研究调查了 126 例行颈椎前路手术的 OPLL 患者,发现合并 DO 的患者 CSFL 的发生率明显高于不合并 DO 的患者(分别为 63.6%与 3.5%, $P<0.001$)^[10]。(2)OPLL 类型。OPLL 的进展可以导致硬膜受压、变薄、甚至与骨化灶粘连,在前路手术切除 OPLL 时,容易造成 AD 与 CSFL。2018 年 Li 等^[11]比较 DT 组和非 DT 组,发现 DT 组的骨化物椎管侵占率更高(分别为 54.1%与 39.8%)、OPLL 山丘型多(分别为 73.3%与 35.2%)和 K 线阴性率更高(40.0%与 14.5%)。Du 等^[7]经多因素分析也发现,OPLL 为宽基底、K 线阴性、C 字形(钩状 OPLL)是发生 DD 的危险因素($P<0.05$)。(3)术式。ACCF 的 CSFL 发生率是 ACDF 术的 3.15 倍,翻修手术是初次手术的 2.75 倍^[9]。

预防措施:(1)利用术前 CT 诊断 DO,若在 CT 骨窗上 DO 与 OPLL 关系显示为双影征(高密度骨化物中间被一层低密度影分开),则提示发生 AD 及 CSFL 的风险较大,术中应谨慎操作。(2)骨化灶漂浮术,通过旷置 OPLL 并使其向前漂浮,降低了硬膜囊损伤的概率,但可能导致减压不充分。(3)VBSO,将椎体与骨化物复合体一起提拉、前移;VBSO 相对于 ACCF 术,有助于恢复颈椎前凸,其手术时间较短、出血量较少、操作更为简便;因为无需直接切除 OPLL,故 AD 与 CSFL 发生率更低(0% vs 25%);适用于伴随 DO 或多节段的 OPLL 患者^[12]。(4)ACAF,与 VBSO 术式相仿,在严重的(椎管侵占率 $\geq 60\%$)、多节段(≥ 3)OPLL 中可降低 CSFL 的发生^[3]。

处理措施:(1)术中修补。可利用明胶海绵、纤维蛋白、胶原网状止血材料等生物材料、自体筋膜或脂肪修补。(2)术后早期腰大池引流、反复穿刺抽吸与加压包扎,服用降低脑脊液分泌的药物(如醋氮酰胺),可促进愈合。

2 脊髓损伤

脊髓损伤是前路手术严重的并发症,常见于术中使用器械在椎管内进行操作时,发生率为 1%~2%^[6]。不完全损伤有可能恢复,严重损伤会造成患者持续性功能障碍。

影响因素包括:(1)术式。2019 年 Kim 等^[13]的 Meta 分析收集了 3872 例 OPLL 患者,发现颈椎前路手术脊髓损伤(截瘫)的发生率高于后路手术(分别为 2.17%与 1.11%)。国内的研究^[13]也有类似的发现。这可能与 OPLL 前路手术的手术时间较长、出血较多有关。(2)脊髓受压程

度。Kim 等^[14]指出严重椎管狭窄(侵占率 $\geq 60\%$)以及髓内 T2 高信号改变(increased signal intensity,ISI)容易导致脊髓损伤,原因是脊髓受压程度较重时,手术的缓冲空间较少。(3)糖尿病。糖尿病可以损害微血管,从而增加术中和/或术后渗血,易形成血肿;高血糖也会使血液粘稠,易导致脊髓缺血缺氧。因此术前应合理控制糖尿病。

预防措施:合理选择术式。对于脊髓严重受压者(OPLL 椎管侵占率 $\geq 60\%$),为了减少脊髓损伤,术式选择仍存在争议。也有学者^[15]认为,虽然前路手术更容易造成脊髓损伤,但仍建议行颈椎前路手术,因这种情况下的单纯后路手术的疗效欠佳。日本学者^[15]建议,多节段 OPLL 应首选后路手术来减少脊髓损伤等并发症,当减压不充分、术后疗效欠佳时,再行前路手术补救。Odate 等^[16]报告 19 例 OPLL 后路术后患者,于初次术后 3~325 个月行 ACDF 术翻修;发现前路手术的 DT 和神经功能减退的发生率分别高达 42%和 26%。他们建议在初次后路手术时,应根据患者情况行融合术,避免因 OPLL 进展、颈椎后凸而再手术。

3 椎动脉损伤

椎动脉损伤是 OPLL 前路手术的严重并发症,发生率为 0.3%~0.5%^[17];可以导致血栓形成、小脑局部缺血、脑卒中、甚至死亡。危险因素包括:手术操作失误、椎体病理性改变、椎动脉解剖异常。相对于 ACCF,ACAF 截骨宽度更大,更易损伤椎动脉^[17]。预防措施有:术前必要时可行磁共振血管成像(magnetic resonance angiography,MRA)判断椎动脉走行及两侧优势情况。有学者认为可将钩突作为 ACAF 术中截骨的纵向定位标志来避免损伤椎动脉^[17]。术中一旦发生椎动脉损伤,首先可利用明胶海绵、止血海绵等压迫止血,然后快速补充血容量,待患者情况稳定后,采用结扎、修补或介入栓塞等方法彻底止血^[18]。

4 血肿

血肿是 OPLL 前路手术最为严重的术后早期并发症,可以导致呼吸困难、瘫痪^[5]。O'Neill 等^[19]的单中心研究收集了 2375 例行颈椎前路手术的患者,发现 OPLL 组术后血肿发生率显著高于非 OPLL 组(分别为 3.9%与 0.57%)。Feng 等^[20]Meta 分析了 1050 例 OPLL 患者,发现前路与后路手术相比,血肿的发生率无显著性差异(分别为 5.1%和 4.7%, $P>0.05$)。

影响因素包括:(1)术前凝血状态。有研究认为术前的凝血功能异常、抗凝药物(肝素、氯吡格雷)的应用是术后血肿形成的高危因素^[19]。但 Fountas 等^[21]调查了 57 例行 ACDF 术后发生血肿的患者,均未发现术前存在凝血障碍相关的疾病。(2)手术节段。Amiri 等^[22]认为多节段手术操作更易损伤硬膜外静脉丛和椎旁肌肉,更易导致血肿形成。但 Fountas 等^[21]则认为,血肿的发生率与手术节段数量无明显相关性。(3)手术方式。2017 年 Li 等^[23]的回顾性研究显示,相对于 ACDF,ACCF 术中硬膜暴露更广泛、出血

量更大,因此更容易导致血肿、引发呼吸困难。

预防措施有:(1)ACAF 术。2019 年 Yang 等^[24]的一项的队列研究显示,39 例行 ACAF 术的 OPLL 患者无术后血肿的发生,这可能与保留的椎体-骨化物复合体为止血材料提供了良好的锚定位点、复合体前移占据了血肿发生的空间有关^[3]。(2)血压调控。2020 年 Liao 等^[25]指出应维持术中收缩压 $\geq 12.0\text{kPa}$ (90mmHg)、舒张压 $\geq 8.0\text{kPa}$ (60mmHg),以便观察活动性出血的状况;术后收缩压应 $\leq 18.7\text{kPa}$ (140mmHg)、舒张压 $\leq 12.0\text{kPa}$ (90mmHg),以减少脊髓血管丛的出血。(3)减少重组人骨形态发生蛋白-2 (rhBMP-2)的应用。rhBMP-2 最初被 FDA 批准用于腰椎融合术,但在颈椎前路融合手术中可增加术后血肿等诸多并发症的发生率。

血肿多数发生于术后几小时之内,早期应密切监测患者体征,一旦出现呼吸困难、脊髓压迫症状,立即手术探查清除,行 MRI 检查可能会拖延手术时间^[26]。Amiri 等^[22]认为术后 4h 内应密切监测患者,血肿发生后 6h 内手术清除有助于神经功能的恢复。

5 喉返神经麻痹

损伤喉返神经造成喉返神经麻痹 (recurrent laryngeal nerve palsy, RLNP),如单侧麻痹常引起吞咽困难、声音嘶哑,如损伤双侧则容易造成呼吸困难。2017 年国际脊柱学会 (AOSpine) 的多中心研究报道,颈椎术后 RLNP 的发生率为 1.4%,其中 97.4% 为前路手术。因损伤多是一过性、且症状轻微,RLNP 的实际发生率可能更高。Jung 等^[27]通过纤维支气管镜检查发现,术后 3~7d 的 RLNP 发生率高达 24.2%。

影响因素包括:(1)手术入路。右侧入路可显著增加 RLNP 的风险,因右侧喉返神经较短且横向穿出颈部深筋膜、与气管食管沟成角更大、牵拉引起的张力可能更高。Rajabian 等^[28]的研究表明,C5 水平以上的手术两侧入路没有显著的风险差异,而在 C5 以下左侧入路的风险更小。(2)撑开器或气管插管充气套囊可直接压迫,也可间接地牵拉与挤压神经。放置撑开器后,应监测并尽可能降低气管插管气囊压力 ($<20\text{mmHg}$);撑开器牵拉到最大程度时,将气囊放气后再充气、间断放松撑开器等措施可以减少 RLNP。

Dimopoulos 等^[29]在 ACDF 术中常规应用肌电图监测,发现对于 RLNP 监测的灵敏度为 100%,特异度为 87%,阳性预测值 16%,阴性预测值为 97%。但是术中肌电图是否有助于减少颈椎术后有症状的 RLNP,需进一步研究来阐明。

6 喉上神经损伤

当前路手术区域涉及 C1~4 时,可能会损伤喉上神经,表现为术后饮水呛咳、音调降低。但其在颈椎前路手术中发生率较低 (0~1.25%),且损伤后症状不明显^[30]。

影响因素包括:(1)术中牵拉。高位颈椎手术暴露视

野时牵引器对喉上神经产生拉力,拉力过大或牵拉位置不当容易造成损伤。(2)意外结扎或电灼伤。喉上神经于舌骨大角处分叉后,内支进入甲状舌骨膜,外支与甲状腺上动脉伴行^[30]。术中确保牵引器深入颈长肌之下、在结扎甲状腺上动脉时谨慎操作能够预防损伤发生^[30]。术后应用激素、袪利尿剂,强化环甲肌的语音训练可促进恢复。

7 吞咽困难

是常见的早期并发症。Yoshii 等^[4]对比了 1708 例行前路和后路手术的 OPLL 患者,发现前路手术吞咽困难的发生率为 2.5%,而后路手术仅为 0.8%。一项 Meta 分析统计了 1705 例颈椎手术后发生并发症的患者,发现 ACDF 和 ACCF 术后吞咽困难的发生率分别为 16.8% 与 16.2%^[8]。AOSpine 的一项多中心研究调查了 479 例脊髓型颈椎病患者,认为 OPLL 与非 OPLL 组术后吞咽困难的发生率没有显著差异^[31]。

影响因素包括:(1)置入物。体积小、轮廓光滑的植入物能减少对食道压迫造成的吞咽困难。一项纳入了 719 例颈椎前路手术患者的 Meta 分析显示,与前路钛板融合系统相比,零切迹颈椎前路内固定系统 (Zero-P) 显著降低了术后第 6 周和随访终点 (≥ 1 年) 吞咽困难的发生率^[32]。(2)术式。Liu 等^[33]认为前路翻修手术、多节段手术、长时间手术容易损伤椎前软组织或食管,增加吞咽困难的发生率。一项前瞻性队列研究统计了颈椎前路手术患者术后两年吞咽困难的发生率,发现翻修手术显著高于初次手术 (27.7% vs 11.3%),3 节段手术显著高于 1 或 2 节段手术 (19.3% vs 8.7%; 19.3% vs 10.7%)^[34]。(3)糖尿病。AOSpine 的多中心研究^[35]发现,糖尿病 (导致神经脆性增加) 是术后发生吞咽困难的主要危险因素 ($\text{OR}=3.69, P=0.001$)。

预防措施包括:(1)应用类固醇激素。Jenkins 等^[36]的前瞻性队列研究发现,ACDF 术中咽后局部应用或静脉注射类固醇均能显著降低吞咽困难的发生,特别是在术后 2 周出现严重的吞咽困难患者中,局部应用的效果最为显著。但也有随机对照试验认为局部应用类固醇并不能降低风险^[37]。(2)手术操作。术前行气管牵拉训练、戒烟,术中小心牵引、维持气管套囊压力 $\leq 20\text{mmHg}$ 、减少喉返神经的损伤和食道周围组织水肿可以有效预防吞咽困难的发生。(3)减少 rhBMP-2 的使用。Cole 等^[38]发现 ACDF 术中使用 rhBMP-2 组吞咽困难的发生率高于未使用组 (4.5% vs 3.4%)。Liu 等^[33]也认为应当减少 rhBMP-2 在颈椎前路手术中的应用以减少吞咽困难的发生。

8 C5 神经根麻痹

术后早期的并发症。文献报道的 OPLL 患者术后 C5 神经根麻痹的发生率差异较大,2016 年 AOSpine 多中心研究统计的发生率为 1.48%^[31]。

影响因素有:(1)术式。Takase 等^[39]的研究发现,ACDF

术相对于 ACCF 术更容易发生 C5 神经根麻痹 (22.2% vs 0%), 这可能与 ACCF 减压后脊髓位移较多, 容易造成对神经根的牵拉有关。(2)椎间孔宽度。上述研究还发现术后发生 C5 神经根麻痹的患者术前 C4/5 与 C5/6 椎间孔宽度更窄 ($P<0.001, P<0.003$)。(3)其他因素。年龄、性别、局部后凸畸形也被认为与椎间孔宽度和脊髓位移相关, 但现有研究主要针对后路手术, 且缺乏与神经根麻痹直接关系的研究, 有待进一步探究。

预防措施: ACAF 可减少脊髓的位移, 有文献^[40]报道其与 LP 相比 C5 麻痹的发生率更低 (2.6% vs 6.9%, $P<0.05$)。术前行预防性椎间孔切开术被证实能减少后路手术后的 C5 神经根麻痹, 但在前路手术中的效果仍需进一步研究证实。术后行脱水治疗, 应用维生素 B12、神经营养因子等保守治疗有助于恢复。

9 植骨不融合与假关节形成

植骨不融合可导致假关节的形成, 影响 OPLL 患者术后远期神经功能恢复。Li 等^[9]报道的 OPLL 患者术后植骨不融合与假关节形成的发生率为 4.9%, 他们还发现前路手术置入物相关并发症显著高于后路手术 (10.6% vs 0.8%)。

影响因素包括: (1)融合节段。融合节段越多, 假关节的形成率越高。文献报道的 OPLL 患者前路手术后单节段不融合率为 3%~6%, 多节段 (≥ 3) 则高达 17%~36%^[1, 41]。(2)手术方式。ACCF 相对于 ACDF 切除的范围较大, 可能导致椎体稳定性和融合率的下降。2020 年 Lee 等^[12]的研究发现相对于 ACCF, 保留椎体的 VBSO 假关节形成率更低 (8.3% vs 18.4%)。(3)融合器。近年来, 前路手术已广泛应用钉板固定融合, 通过减少微动来增加多节段手术的融合率。有文献报道在多节段 (≥ 3) ACDF 中, 使用带内固定板的椎间融合器比独立的自锁式椎间融合器发生植骨位移的风险更低^[42]。(4)融合材料。相对于传统的自体骨和同种异体骨, 应用重组人骨形态发生蛋白-2 (rhBMP-2) 可以在行 4 节段的 ACDF 患者中显著改善融合率并减少假关节的形成^[43]。

植骨不融合与假关节形成可以通过动力位 X 线平片 (融合节段棘突间运动幅度 $<1\text{mm}$, 上位节段运动幅度 $\geq 4\text{mm}$) 与 CT (平扫或重建观察到骨桥形成) 进行诊断, 从而尽快进行再手术处理。

10 相邻节段退变

相邻节段退变 (adjacent segment degeneration, ASD) 是前路减压融合术后常见的并发症。Nakajima 等^[44]的一项超过 5 年的随访研究发现, OPLL 患者行前路减压融合手术后 ASD 的发生率为 21.4%, 其中 33.3% 同时伴有神经功能的恶化。

影响因素包括: (1)手术相关因素。多节段融合、钛板上下边缘与相邻椎体边缘距离 $<5\text{mm}$ 会降低融合节段活

动度, 增加融合后相邻节段压力, 导致 ASD 的发生^[45]。但 Basques 等^[46]的研究发现, 融合节段与 ACDF 术后 ASD 发生率没有显著相关性 ($P=0.479$), 这可能与随访时间较短 (2 年) 以及多节段对照较少相关。(2)其他因素。较小的年龄、肥胖可能增加术后颈椎不稳定, 使其失去正常生理曲度, 加重相邻节段的应力。发育性椎管狭窄则更容易增加再压迫的几率引发有神经压迫症状的 ASD^[46, 47]。

预防措施: 使用 Zero-P 能够减少术后相邻节段压力、对相邻节段韧带与软组织的破坏和术中出血量, 从而降低了 ASD 的发生率; 术后应用抗骨质疏松治疗有助于延缓椎体退变进程, 减少 ASD 的发生^[48]。

处理措施: 多数患者可采取非甾体类消炎药或理疗保守治疗, 若保守治疗无效或出现神经功能的进一步损害, 可再次手术。

11 其他并发症

2019 与 2020 年日本学者分别利用倾向评分匹配系统 (propensity score matching, PSM) 消除偏倚后发现, 13.3%~14.5% 的 OPLL 患者行前路手术后发生至少一项系统性并发症 (如心血管事件、呼吸道疾病等)^[4, 49]。2019 年北美一项的回顾性研究也发现, OPLL 患者术后肺炎的发生率为 23.7%, 显著高于其他的退行性颈椎病患者^[50]。ACDF 需要长时间的气管插管以及仰卧位麻醉, 可能降低功能残气量导致肺不张与肺炎。Bohl 等^[51]认为 ACDF 术后肺炎发生的危险因素包括高龄 ($P<0.001$)、慢性阻塞性肺病 ($P<0.001$)、功能性依赖状态 ($P<0.001$)、手术时间过长 ($P=0.02$)。Wang 等^[52]的回顾性分析中发现, 手术部位感染的发生率与 OPLL 相关性不大。

12 总结

OPLL 患者颈椎前路手术的术中、术后并发症发生率较高^[53], 需精心的术前准备、术中操作、术后管理, 以降低并发症带来的风险。

13 参考文献

1. Abiola R, Rubery P, Mesfin A. Ossification of the posterior longitudinal ligament: etiology, diagnosis, and outcomes of nonoperative and operative management [J]. Global Spine J, 2016, 6(2): 195-204.
2. Lee DH, Cho JH, Lee CS, et al. A novel anterior decompression technique (vertebral body sliding osteotomy) for ossification of posterior longitudinal ligament of the cervical spine [J]. Spine J, 2018, 18(6): 1099-1105.
3. Sun J, Shi J, Xu X, et al. Anterior controllable antidisplacement and fusion surgery for the treatment of multilevel severe ossification of the posterior longitudinal ligament with myelopathy: preliminary clinical results of a novel technique [J]. Eur Spine J, 2018, 27(6): 1469-1478.
4. Yoshii T, Morishita S, Inose H, et al. Comparison of periop-

- erative complications in anterior decompression with fusion and posterior decompression with fusion for cervical ossification of the posterior longitudinal ligament: propensity score matching analysis using a Nation-Wide inpatient database [J]. *Spine(Phila Pa 1976)*, 2020, 45(16): E1006-E1012.
5. Li H, Dai LY. A systematic review of complications in cervical spine surgery for ossification of the posterior longitudinal ligament[J]. *Spine J*, 2011, 11(11): 1049-1057.
6. Kim DH, Lee CH, Ko YS, et al. The clinical implications and complications of anterior versus posterior surgery for multilevel cervical ossification of the posterior longitudinal ligament: an updated systematic review and Meta-analysis [J]. *Neurospine*, 2019, 16(3): 530-541.
7. Du YQ, Duan WR, Chen Z, et al. Risk factors and management of dural defects in anterior surgery for cervical ossification of the posterior longitudinal ligament[J]. *World Neurosurg*, 2018, 111: e527-e538.
8. Wang T, Tian XM, Liu SK, et al. Prevalence of complications after surgery in treatment for cervical compressive myelopathy: A Meta-analysis for last decade[J]. *Medicine(Baltimore)*, 2017, 96(12): e6421.
9. Hannallah D, Lee J, Khan M, et al. Cerebrospinal fluid leaks following cervical spine surgery [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2008, 90(5): 1101-1105.
10. Yu FB, Liao XY, Liu XW, et al. Management and outcomes of cerebrospinal fluid leak associated with anterior decompression for cervical ossification of the posterior longitudinal ligament with or without dural ossification[J]. *J Spinal Disord Tech*, 2015, 28(10): 389-393.
11. Li S, Zhang P, Gao X, et al. Potential risk factors for poor outcome after anterior surgery for patients with cervical ossification of the posterior longitudinal ligament [J]. *Ther Clin Risk Manag*, 2018, 14: 341-347.
12. Lee DH, Riew KD, Choi SH, et al. Safety and efficacy of a novel anterior decompression technique for ossification of posterior longitudinal ligament of the cervical spine[J]. *J Am Acad Orthop Surg*, 2020, 28(8): 332-341.
13. 石志才, 张晔, 白玉树, 等. 脊柱手术中脊髓损伤的危险因素分析及其预防策略[J]. *脊柱外科杂志*, 2007, 5(3): 136-140.
14. Kim B, Yoon DH, Shin HC, et al. Surgical outcome and prognostic factors of anterior decompression and fusion for cervical compressive myelopathy due to ossification of the posterior longitudinal ligament[J]. *Spine J*, 2015, 15(5): 875-884.
15. Kawaguchi Y, Nakano M, Yasuda T, et al. Anterior decompressive surgery after cervical laminoplasty in patients with ossification of the posterior longitudinal ligament[J]. *Spine J*, 2014, 14(6): 955-963.
16. Odate S, Shikata J, Soeda T, et al. Surgical results and complications of anterior decompression and fusion as a revision surgery after initial posterior surgery for cervical myelopathy due to ossification of the posterior longitudinal ligament[J]. *J Neurosurg Spine*, 2017, 26(4): 466-473.
17. Kong QJ, Sun XF, Wang Y, et al. Risk assessment of vertebral artery injury in anterior controllable antedisplacement and fusion (ACAF) surgery: a cadaveric and radiologic study [J]. *Eur Spine J*, 2019, 28(10): 2417-2424.
18. 李松凯, 倪斌. 颈椎手术中椎动脉损伤的处理及预防[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2009, 19(7): 554-557.
19. O'Neill KR, Neuman B, Peters C, et al. Risk factors for postoperative retropharyngeal hematoma after anterior cervical spine surgery[J]. *Spine(Phila Pa 1976)*, 2014, 39(4): E246-E252.
20. Feng F, Ruan W, Liu Z, et al. Anterior versus posterior approach for the treatment of cervical compressive myelopathy due to ossification of the posterior longitudinal ligament: a systematic review and meta-analysis[J]. *Int J Surg*, 2016, 27: 26-33.
21. Fountas KN, Kapsalaki EZ, Nikolakakos LG, et al. Anterior cervical discectomy and fusion associated complications [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2007, 32(21): 2310-2317.
22. Amiri AR, Fouyas IP, Cro S, et al. Postoperative spinal epidural hematoma (SEH): incidence, risk factors, onset, and management[J]. *Spine J*, 2013, 13(2): 134-140.
23. Li H, Huang Y, Shen B, et al. Multivariate analysis of airway obstruction and reintubation after anterior cervical surgery: a retrospective Cohort study of 774 patients[J]. *Int J Surg*, 2017, 41: 28-33.
24. Yang H, Xu X, Shi J, et al. Anterior controllable antedisplacement fusion as a choice for ossification of posterior longitudinal ligament and degenerative kyphosis and stenosis: postoperative morphology of dura mater and probability analysis of epidural hematoma based on 63 patients [J]. *World Neurosurg*, 2019, 121: e954-e961.
25. Liao Y, Tian Y, Ye R, et al. Risk and treatment of symptomatic epidural hematoma after anterior cervical spine surgery: a retrospective clinical study [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2020, 99(2): e18711.
26. 卢发太, 朱悦, 焦鹰, 等. 颈椎病前路手术后术区血肿的处理[J]. *中华创伤杂志*, 2014, 30(2): 103-107.
27. Jung A, Schramm J, Lehnardt K, et al. Recurrent laryngeal nerve palsy during anterior cervical spine surgery: a prospective study[J]. *J Neurosurg Spine*, 2005, 2(2): 123-127.
28. Rajabian A, Walsh M, Quraishi NA. Right- versus left-sided exposures of the recurrent laryngeal nerve and considerations of cervical spinal surgical corridor: a fresh-cadaveric surgical anatomy of RLN pertinent to spine [J]. *Spine(Phila Pa 1976)*, 2020, 45(1): 10-17.
29. Dimopoulos VG, Chung I, Lee GP, et al. Quantitative estimation of the recurrent laryngeal nerve irritation by employ-

- ing spontaneous intraoperative electromyographic monitoring during anterior cervical discectomy and fusion [J]. J Spinal Disord Tech, 2009, 22(1): 1–7.
30. Tempel ZJ, Smith JS, Shaffrey C, et al. A multicenter review of superior laryngeal nerve injury following anterior cervical spine surgery[J]. Global Spine J, 2017, 7(1 Suppl): 7S–11S.
 31. Nakashima H, Tetreault L, Nagoshi N, et al. Comparison of outcomes of surgical treatment for ossification of the posterior longitudinal ligament versus other forms of degenerative cervical myelopathy: results from the prospective, multicenter aospine csm–international study of 479 patients [J]. J Bone Joint Surg Am, 2016, 98(5): 370–378.
 32. Dong J, Lu M, Lu T, et al. Meta-analysis comparing zero-profile spacer and anterior plate in anterior cervical fusion [J]. PLoS One, 2015, 10(6): e130223.
 33. Liu J, Hai Y, Kang N, et al. Risk factors and preventative measures of early and persistent dysphagia after anterior cervical spine surgery: a systematic review[J]. Eur Spine J, 2018, 27(6): 1209–1218.
 34. 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.
 35. 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.
 36. 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.
 37. Haws BE, Khechen B, Narain AS, et al. Impact of local steroid application on dysphagia following an anterior cervical discectomy and fusion: results of a prospective, randomized single-blind trial[J]. J Neurosurg Spine, 2018, 29(1): 10–17.
 38. Cole T, Veeravagu A, Jiang B, et al. Usage of recombinant human bone morphogenetic protein in cervical spine procedures: analysis of the MarketScan longitudinal database[J]. J Bone Joint Surg Am, 2014, 96(17): 1409–1416.
 39. Takase H, Murata H, Sato M, et al. Delayed C5 palsy after anterior cervical decompression surgery: preoperative foraminal stenosis and postoperative spinal cord shift increase the risk of palsy[J]. World Neurosurg, 2018, 120: e1107–e1119.
 40. Chen Y, Sun J, Yuan X, et al. Comparison of anterior controllable antedisplacement and fusion with posterior laminoplasty in the treatment of multilevel cervical ossification of the posterior longitudinal ligament: a prospective, randomized, and control study with at least 1-year follow up [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2020, 45(16): 1091–1101.
 41. 曾岩, 党耕町, 马庆军. 颈椎前路融合术后假关节形成对疗效的影响[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2006, 16(2): 107–110.
 42. Chen Y, Lü G, Wang B, et al. A comparison of anterior cervical discectomy and fusion (ACDF) using self-locking stand-alone polyetheretherketone(PEEK) cage with ACDF using cage and plate in the treatment of three-level cervical degenerative spondylopathy: a retrospective study with 2-year follow-up[J]. Eur Spine J, 2016, 25(7): 2255–2262.
 43. Lu DC, Tumialán LM, Chou D. Multilevel anterior cervical discectomy and fusion with and without rhBMP-2: a comparison of dysphagia rates and outcomes in 150 patients[J]. J Neurosurg Spine, 2013, 18(1): 43–49.
 44. Nakajima H, Watanabe S, Honjoh K, et al. Long-term outcome of anterior cervical decompression with fusion for cervical ossification of posterior longitudinal ligament including postsurgical remnant ossified spinal lesion[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2019, 44(24): E1452–E1460.
 45. Hussain M, Nassr A, Natarajan RN, et al. Biomechanics of adjacent segments after a multilevel cervical corpectomy using anterior, posterior, and combined anterior-posterior instrumentation techniques: a finite element model study [J]. Spine J, 2013, 13(6): 689–696.
 46. Basques BA, Khan JM, Louie PK, et al. Obesity does not impact clinical outcome but affects cervical sagittal alignment and adjacent segment degeneration in short term follow-up after an anterior cervical decompression and fusion [J]. Spine J, 2019, 19(7): 1146–1153.
 47. Wang F, Hou HT, Wang P, et al. Symptomatic adjacent segment disease after single-lever anterior cervical discectomy and fusion: Incidence and risk factors[J]. Medicine (Baltimore), 2017, 96(47): e8663.
 48. 陈昆, 刘爱刚, 蔡惠民. 颈前路减压融合术后相邻节段异位骨化的危险因素分析[J]. 实用骨科杂志, 2017, 23(3): 198–202, 216.
 49. Morishita S, Yoshii T, Okawa A, et al. Perioperative complications of anterior decompression with fusion versus laminoplasty for the treatment of cervical ossification of the posterior longitudinal ligament: propensity score matching analysis using a nation-wide inpatient database[J]. Spine J, 2019, 19(4): 610–616.
 50. Bernstein DN, Prong M, Kurucan E, et al. National trends and complications in the surgical management of ossification of the posterior longitudinal ligament(OPLL)[J]. 2019, Spine (Phila Pa 1976), 44(22): 1550–1557.
 51. Bohl DD, Ahn J, Rossi VJ, et al. Incidence and risk factors for pneumonia following anterior cervical decompression and fusion procedures: an ACS-NSQIP study[J]. Spine J, 2016, 16(3): 335–342.

(收稿日期:2020-11-17 末次修回日期:2021-03-13)

(本文编辑 卢庆霞)