

颈椎减压术后 C5 神经根麻痹的研究进展

Advancement of C5 nerve root palsy after decompression surgery for cervical myelopathy

翟吉良, 翁习生, 胡建华

(中国医学科学院 北京协和医学院 北京协和医院骨科 100730 北京市)

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2014.01.14

中图分类号: R619, R681.5 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2014)-01-0073-04

颈椎减压术后出现新的上肢功能障碍是其常见并发症,其中以 C5 神经根麻痹多见,但其发病机制和防治方法目前仍存在较大争议。笔者对颈椎减压术后 C5 神经根麻痹的临床特点、发病率、发病机制、预防和治疗综述如下。

1 临床特点

颈椎减压术后 C5 神经根麻痹是指术后脊髓症状没有加重的情况下新出现三角肌和/或肱二头肌麻痹,多数

患者仅表现为轻度的肌无力,少数患者合并 C5 皮节区感觉障碍和顽固性疼痛^[1]。Scoville 等^[2]和 Stoops 等^[3]于 1961 年首先报道颈椎椎板切除术后 C5 神经根麻痹。但对于 C5 神经根麻痹,不同作者有不同的定义。Eskander 等^[4]将 C5 神经根麻痹定义为三角肌肌力小于 3 级,而 Kim 等^[5]将三角肌或肱二头肌肌力降低 1 级以上定义为 C5 神经根麻痹。其他神经根,如 C4、C6 神经根也可受累,但较少见。

C5 神经根麻痹患者 92% 表现为单侧症状,8% 表现为双侧症状^[1]。多数患者于术后 1 周内出现症状,部分学者强调 C5 神经根麻痹为 24h 以后发生,从而与 C5 神经损伤相区别,少数患者于术后 2~4 周出现^[1],但术后 2 个月后仍可发生^[6]。

第一作者简介:男(1981-),住院医师,医学博士,研究方向:骨与关节

电话:(010)69152800 E-mail:zhaidoctor@126.com

通讯作者:胡建华 E-mail:jianhuahu@126.com

- of various c1-c2 posterior fixation techniques[J]. Spine, 2011, 36(6): E401-407.
- Ringel F, Reinke A, Stuer C, et al. Posterior C1-2 fusion with C1 lateral mass and C2 isthmia screws: accuracy of screw position, alignment and patient outcome[J]. Acta Neurochir (Wien), 2012, 154(2): 305-312.
 - Ruf M, Melcher R, Harms J. Transoral reduction and osteosynthesis C1 as a function-preserving option in the treatment of unstable Jefferson fractures[J]. Spine, 2004, 29(7): 823-827.
 - Bransford R, Chapman JR, Bellabarba C. Primary internal fixation of unilateral C1 lateral mass sagittal split fractures: a series of 3 cases[J]. J Spinal Disord Tech, 2011, 24(3): 157-163.
 - 谭明生, 张光铂, 李子荣, 等. 寰椎测量及其经后弓侧块螺钉固定通道的研究[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2002; 12(1): 5-8.
 - Turner-Stokes L, Reid K. Three-dimensional motion analysis of upper limb movement in the bowing arm of string-playing musicians[J]. Clin Biomech (Bristol, Avon), 1999, 14(6): 426-433.
 - Koller H, Resch H, Tauber M, et al. A biomechanical rationale for C1-ring osteosynthesis as treatment for displaced Jefferson burst fractures with incompetency of the transverse atlantal ligament[J]. Eur Spine J, 2010, 19(8): 1288-1298.
 - Debernardi A, D'Aliberti G, Talamonti G, et al. The craniovertebral junction area and the role of the ligaments and membranes[J]. Neurosurgery, 2011, 68(2): 291-301.
 - Ivancic PC. Atlas injury mechanisms during head-first impact[J]. Spine, 2012, 37(12): 1022-1029.
 - Haus BM, Harris MB. Case report: nonoperative treatment of an unstable Jefferson fracture using a cervical collar[J]. Clin Orthop Relat Res, 2008, 466: 1257-1261.
 - Jo KW, Park IS, Hong JT. Motion-preserving reduction and fixation of C1 Jefferson fracture using a C1 lateral mass screw construct[J]. J Clin Neurosci, 2011, 18(5): 695-698.
 - Li L, Teng H, Pan J, et al. Direct posterior c1 lateral mass screws compression reduction and osteosynthesis in the treatment of unstable jefferson fractures[J]. Spine, 2011, 36(15): E1046-1051.
 - Bono CM, Vaccaro AR, Fehlings M, et al. Measurement techniques for upper cervical spine injuries: consensus statement of the Spine Trauma Study Group[J]. Spine, 2007, 32(5): 593-600.
- (收稿日期:2013-02-28 修回日期:2013-12-08)
(英文编审 邹海波/贾丹彤)
(本文编辑 彭向峰)

2 发生率

2.1 不同手术方式的发生率

文献报道 C5 神经根麻痹的发生率为 0~30%^[1], 不同手术方式以及不同研究同一手术方式的发生率存在较大差异。后路椎板切除术 C5 神经根麻痹发生率为 2.4%~18.4%^[7-10]。李其一等^[11]报道 106 例后路颈椎手术患者 4 例 (3.8%) 发生 C5 神经根麻痹。有学者^[1]报道单开门术后 C5 神经根麻痹发生率平均为 5.3%, 双开门术后平均为 4.3%, 两者无明显差异。但 Park 等^[12]报道 79 例单开门手术患者中 7 例 (8.9%) 发生 C5 神经根麻痹, 而 21 例双开门手术组无 C5 神经根麻痹, 两组具有明显差异。与后路手术一样, 前路减压术后 C5 神经根麻痹发生率也存在一定差异, 平均为 4.3%^[15, 13]。Li 等^[14]系统回顾了 1558 例后纵韧带骨化症 (OPLL) 病例, 前路手术 C5 神经根麻痹发生率平均为 5.2% (1.4%~10.6%), 而后路手术平均为 16.3% (4.6%~41.6%), 后者较前者明显增加^[14-17], 但 Shibuya 等^[13]报道脊髓型颈椎病患者前路椎体次全切除及后路椎板成形术后 C5 神经根麻痹发生率无统计学差异 (8.9% 和 10.2%)。

2.2 不同疾病的发生率

除手术方式外, 疾病种类与 C5 神经根麻痹也有关系。Katonis 等^[18]报道脊髓型颈椎术后 C5 神经根麻痹发生率为 2.2% (5/225); Kim 等^[5]报道 134 例不同疾病前路减压融合术后 C5 神经根麻痹的发生率, 其中神经根型颈椎病为 0 (30 例), 脊髓型颈椎病为 3.95% (3/76), 混合型颈椎病为 6.7% (1/6), OPLL 为 9% (2/22)。Li 等^[14]系统回顾 1558 例 OPLL 患者术后 C5 神经根麻痹总发生率为 4.2%。

不同研究所报道的发生率与 C5 神经根麻痹的定义、病例数、术者、疾病种类及手术方式等有关^[1, 4]。Nassr 等^[6]对同一中心同一术者手术的 630 例患者进行了随访 (这是北美最大宗的病例报告), C5 神经根麻痹总发生率为 6.7%, 椎板切除融合组最高 (9.5%), 其后为椎体次全切联合后路融合 (8.4%)、椎体次全切 (5.1%) 和椎板成形术 (4.8%), 但各组之间无明显差异。

3 发病机制

以往认为 C5 神经根麻痹发生的机制有两种: C5 神经根损伤或节段性脊髓损害。目前认为存在 5 种可能的机制: (1) 术中神经根损伤; (2) 减压后脊髓漂移牵拉神经根; (3) 根动脉血供减少引起脊髓缺血; (4) 节段性脊髓功能障碍; (5) 脊髓缺血再灌注损伤^[1]。不过, 有学者认为, C5 神经根麻痹作为一种特殊的并发症应与 C5 神经根损伤相区别, 而且, 运动诱发电位 (motor evoked potential, MEP) 监测阴性的患者仍然发生 C5 神经根麻痹, C5 神经根麻痹与术中神经损伤无关^[19]。

3.1 脊髓漂移牵拉神经根

脊髓漂移牵拉并引起 C5 神经根损伤的解剖基础是: (1) C4/5 关节突关节较其他关节更靠前或 C4/5 双侧关节突不对称; (2) C5 神经根及其发出的地方较其他神经根

短; (3) C5 常常是减压区域的顶点, 因而 C5 神经根漂移的距离更大^[5, 20]; (4) 三角肌仅有一支神经支配, 而其他肌肉有双重神经支配, C5 神经损伤后更容易出现症状^[21]。Katsumi 等^[22]的研究中, 141 例后路单开门椎管扩大成形术患者中 9 例 (6.4%) 发生 C5 神经根麻痹, 麻痹组和非麻痹组患者 C4/5 椎间孔大小差异明显 (1.99 和 2.76mm)。Imagama 等^[23]在一项多中心 1858 例患者的研究中发现, C5 神经根麻痹患者 C4/5 椎间孔明显狭窄、上关节突更大、C4~C5 脊髓漂移更明显。

Takemitsu 等^[24]发现椎板成形术患者中内固定组 C5 神经根麻痹发生率较无内固定组明显增高 (50% 和 8%), 作者认为, 内固定组颈椎曲度恢复后 C5 神经根发生牵系, 因而麻痹发生率增高。Liu 等^[25]也持相同观点。

C5 神经根麻痹与椎板切除的宽度及脊髓漂移的幅度正相关^[8]。Zhang 等^[26]发现单开门手术椎板开角大于 30° 时 C5 神经根麻痹发生率明显增高; Xia 等^[27]发现门轴侧开槽位置在侧块内缘较椎板外 1/3 处的 C5 神经根麻痹发生率明显增高 (5.3% 和 0); Lee 等^[28]的研究也支持这一观点。Eskander 等^[4]发现脊髓旋转超过 6° 时发生 C5 神经根麻痹, 而且脊髓旋转越重 C5 神经根麻痹发生率越高, 这间接提示 C5 神经根麻痹与脊髓漂移有关。减少脊髓漂移可降低 C5 神经根麻痹发生率^[29, 30]。

脊髓漂移的理论虽然与 C5 神经根特殊的结构符合, 但无法解释前路术后 C5 神经根麻痹, 因此还存在其他的机制。

3.2 根动脉血供减少引起脊髓缺血

根动脉缺血引起 C5 神经根麻痹的理论基础在于: C5 节段脊髓漂移更多; 脊髓主要由根动脉供血, 而 C5 节段是主要的供血动脉; C5 神经根麻痹预后良好^[1]。

但这一假说本身存在不少疑问: 根动脉牵拉后是否真的引起脊髓血供减少; C5 神经根麻痹常发生于单侧, 而脊髓血供减少是否仅仅导致单侧功能障碍存在疑问^[1], 因此支持这一理论的研究相对较少。

3.3 节段性脊髓功能障碍

有学者发现, 部分患者仅有运动障碍, 而感觉正常, C5 神经根麻痹的患者术后 MRI T2 加权像上出现高信号或高信号范围扩大, 因而认为, C5 神经根麻痹与脊髓灰质病变或节段性脊髓功能障碍有关^[5, 31, 32], 但也有学者持不同意见^[33]。

引起 T2 加权像高信号改变的解剖改变并不明确; 术前 T2 像上 C5 区域高信号的患者并不都出现 C5 神经根麻痹; T2 信号改变往往发生于脊髓中央, 而 C5 神经根麻痹常发生于一侧, 因此节段性脊髓功能障碍也不能很好地解释 C5 神经根麻痹的发生机制^[1]。

3.4 脊髓缺血再灌注损伤

文献报道, 脊髓再灌注损伤与术后 C5 神经根麻痹有关^[34]。再灌注损伤时, 细胞内钙离子堆积, 黄嘌呤脱氢酶转化为黄嘌呤氧化酶, 自由基超氧化物游离基并破坏 DNA 和

细胞结构。细胞膜破坏后,凝血酶 A2 等血管收缩的前列腺素激活,从而导致血管痉挛和血栓形成以及节段性脊髓损害^[1]。

目前,C5 神经根麻痹的假说都只是理论上的假设,而且可能是多种因素综合作用的结果,具体发病机制有待进一步研究。

4 防治

尽管 C5 神经根麻痹缺乏明确和公认的防治方法,但不少学者提出了一些预防措施,包括神经电生理监测、椎间孔减压、硬膜切开和一些非手术方法。

4.1 神经电生理监测

神经电生理监测被许多学者用来监测术中脊髓神经损伤,常用的方法包括体感诱发电位(SEPs)、经颅电刺激运动诱发电位(MEPs)和自发肌电图(EMG)。SEPs 是脊髓后索神经诱发的神经冲动,直接评估脊髓感觉纤维功能,EMG 常用来监测某一特定神经根的牵拉伤或微损伤。而 MEPs 是反映运动纤维诱发的神经脉冲。相对而言,MEPs 的敏感性和特异性更高^[35]。虽然术中脊髓监护能提示 C5 神经根直接损伤^[36],但不能有效预测迟发性 C5 神经根麻痹,而且存在假阳性及假阴性的可能^[16,37,38]。

4.2 椎间孔减压

Katsumi 等^[39]在一项前瞻性研究中,对比 141 例单开门椎管扩大成形同时行 C4/5 椎间孔扩大减压的患者与 141 例椎管扩大成形患者术后 C5 神经根麻痹发生率,发现 C4/5 椎间孔扩大组 C5 神经根麻痹发生率为 1.4%,而未行椎间孔扩大的患者发生率为 6.4%,两者具有明显差异,提示 C4/5 椎间孔扩大减压可降低 C5 神经根麻痹的发生。Komagata 等^[39]报道椎间孔部分切开可将 C5 神经根麻痹的风险降至 0.6%。

虽然以上学者采用椎间孔减压取得了良好效果,但 Kim 等^[9]发现手术治疗 C5 神经根麻痹效果并不确切,而保守治疗预后良好,在其研究中,6 例(4.3%)患者发生 C5 神经根麻痹。2 例再手术行椎间孔扩大减压,其中 1 例完全恢复,1 例无改善;4 例保守治疗,其中 3 例完全恢复,另 1 例接近完全恢复。此外,考虑到椎间孔减压本身可能会引起神经损伤,因此对于是否在颈椎减压的同时常规行椎间孔减压尚存争议。

4.3 非手术治疗

除手术外,有学者提出应用自由基清除剂以防缺血再灌注损伤^[34]。术前摆体位时颈椎避免处于过伸或过屈位、双上肢避免向下过度牵拉等措施也可预防 C5 神经根麻痹^[40]。

5 预后

C5 神经根麻痹预后良好,70%能完全恢复,时间约为 4~5 个月,多为自然恢复,但 19%的患者仍残留症状,部分患者术后 2 年仍可恢复,但肌力 2 级以下的患者可能很难

恢复,治疗可以加快恢复或提高恢复率^[5,6,21,32,41]。

总之,颈椎减压术后 C5 神经根麻痹的发病机制不明,目前较为公认的是脊髓漂移牵拉神经根引起,但其他因素,如根动脉缺血、节段性脊髓损伤和缺血再灌注损伤等也可能参与其中。针对 C5 神经根麻痹的预防及治疗措施相当有限,因此有必要开展多中心的大宗病例的前瞻性研究,以进一步明确其发病机制并指导预防和治疗。

6 参考文献

1. Sakaura H, Hosono N, Mukai Y, et al. C5 palsy after decompression surgery for cervical myelopathy: review of the literature[J]. Spine, 2003, 28(21): 2447-2451.
2. Scoville WB. Cervical spondylosis treated by bilateral facetectomy and laminectomy[J]. J Neurosurg, 1961, 18(3): 423-428.
3. Stoops WL. Neural complication of cervical spondylosis; their response to laminectomy and foraminotomy [J]. J Neurosurg, 1961, 19(7): 986-999.
4. Eskander MS, Balsis SM, Balinger C, et al. The association between preoperative spinal cord rotation and postoperative C5 nerve palsy[J]. J Bone Joint Surg Am, 2012, 94(17): 1605-1609.
5. Kim S, Lee SH, Kim ES, et al. Clinical and radiographic analysis of C5 palsy after anterior cervical decompression and fusion for cervical degenerative disease [J]. J Spinal Disord Tech, 2012, [Epub ahead of print]
6. Nassr A, Eck JC, Ponnappan RK, et al. The incidence of C5 palsy after multilevel cervical decompression procedures: a review of 750 consecutive cases[J]. Spine, 2012, 37(3): 174-178.
7. Zhao X, Xue Y, Pan F, et al. Extensive laminectomy for the treatment of ossification of the posterior longitudinal ligament in the cervical spine[J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2012, 132(2): 203-209.
8. Radcliff KE, Limthongkul W, Kepler CK, et al. Cervical laminectomy width and spinal cord drift are risk factors for postoperative C5 palsy[J]. Spinal Disord Tech, 2012, [Epub ahead of print]
9. 吴永涛, 郝定均, 贺宝荣, 等. 颈椎病后路减压融合术后 C5 神经根麻痹[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2008, 23(9): 705-707.
10. 陈宇, 陈德玉, 王新伟, 等. 颈椎后纵韧带骨化术后 C5 神经根麻痹[J]. 中华骨科杂志, 2007, 27(8): 572-575.
11. 李其一, 胡建华, 田野, 等. 颈椎手术后 C5 神经根麻痹的临床观察与分析[J]. 中国骨与关节外科, 2012, 5(5): 433-437.
12. Park JH, Roh SW, Rhim SC, et al. Long-term outcomes of 2 cervical laminoplasty methods: midline splitting versus unilateral single door[J]. J Spinal Disord Tech, 2012, 25(8): E224-229.
13. Shibuya S, Komatsubara S, Oka S, et al. Differences between subtotal corpectomy and laminoplasty for cervical spondylotic myelopathy[J]. Spinal Cord, 2010, 48(3): 214-

- 220.
14. 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.
15. Campbell PG, Yadla S, Malone J, et al. Early complications related to approach in cervical spine surgery: single-center prospective study[J]. *World Neurosurg*, 2010, 74(2–3): 363–368.
16. Chen Y, Guo Y, Lu X, et al. Surgical strategy for multilevel severe ossification of posterior longitudinal ligament in the cervical spine[J]. *J Spinal Disord Tech*, 2011, 24(1): 24–30.
17. Chen Y, Liu X, Chen D, et al. Surgical strategy for ossification of the posterior longitudinal ligament in the cervical spine[J]. *Orthopedics*, 2012, 35(8): e1231–1237.
18. Katonis P, Papadakis SA, Galanakos S, et al. Lateral mass screw complications: analysis of 1662 screws [J]. *J Spinal Disord Tech*, 2011, 24(7): 415–420.
19. Tanaka N, Nakanishi K, Fujiwara Y, et al. Postoperative segmental C5 palsy after cervical laminoplasty may occur without intraoperative nerve injury: a prospective study with transcranial electric motor-evoked potentials[J]. *Spine*, 2006, 31(26): 3013–3017.
20. Xia G, Tian R, Xu T, et al. Spinal posterior movement after posterior cervical decompression surgery: clinical findings and factors affecting postoperative functional recovery [J]. *Orthopedics*, 2011, 34(12): e911–918.
21. Currier BL. Neurological complications of cervical spine surgery: C5 palsy and intraoperative monitoring [J]. *Spine*, 2012, 37(5): E328–334.
22. Katsumi K, Yamazaki A, Watanabe K, et al. Analysis of C5 palsy after cervical open-door laminoplasty: relationship between C5 palsy and foraminal stenosis [J]. *Spinal Disord Tech*, 2013, 26(4): 177–182.
23. Imagama S, Matsuyama Y, Yukawa Y, et al. C5 palsy after cervical laminoplasty: a multicentre study [J]. *J Bone Joint Surg Br*, 2010, 92(3): 393–400.
24. Takemitsu M, Cheung KM, Wong YW, et al. C5 nerve root palsy after cervical laminoplasty and posterior fusion with instrumentation[J]. *J Spinal Disord Tech*, 2008, 21(4): 267–272.
25. Liu T, Zou W, Han Y, et al. Correlative study of nerve root palsy and cervical posterior decompression laminectomy and internal fixation[J]. *Orthopedics*, 2010, 11: 33(8). doi: 10.3928/01477447-20100625-08.
26. Zhang H, Lu S, Sun T, et al. Effect of lamina open angles in expansion open-door laminoplasty on the clinical results in treating cervical spondylotic myelopathy [J]. *J Spinal Disord Tech*, 2012, [Epub ahead of print]
27. Xia Y, Xia Y, Shen Q, et al. Influence of hinge position on the effectiveness of expansive open-door laminoplasty for cervical spondylotic myelopathy [J]. *J Spinal Disord Tech*, 2011, 24(8): 514–520.
28. Lee SE, Chung CK, Kim CH, et al. Symmetrically medial bony gutters for open-door laminoplasty [J]. *J Spinal Disord Tech*, 2012, [Epub ahead of print]
29. Shiozaki T, Otsuka H, Nakata Y, et al. Spinal cord shift on magnetic resonance imaging at 24 hours after cervical laminoplasty[J]. *Spine*, 2009, 34(3): 274–279.
30. Kim K, Isu T, Sugawara A, et al. Selective posterior decompression of the cervical spine[J]. *Neurol Med Chir (Tokyo)*, 2011, 51(2): 108–112.
31. Katsumi K, Yamazaki A, Watanabe K, et al. Can prophylactic bilateral C4/C5 foraminotomy prevent postoperative C5 palsy after open-door laminoplasty? a prospective study [J]. *Spine*, 2012, 37(9): 748–754.
32. Hashimoto M, Mochizuki M, Aiba A, et al. C5 palsy following anterior decompression and spinal fusion for cervical degenerative diseases[J]. *Eur Spine J*, 2010, 19(10): 1702–1710.
33. Kaneyama S, Sumi M, Kanatani T, et al. Prospective study and multivariate analysis of the incidence of C5 palsy after cervical laminoplasty[J]. *Spine*, 2010, 35(26): E1553–1558.
34. Hasegawa K, Homma T, Chiba Y. Upper extremity palsy following cervical decompression surgery results from a transient spinal cord lesion[J]. *Spine*, 2007, 32(6): E197–202.
35. Fan D, Schwartz DM, Vaccaro AR, et al. Intraoperative neurophysiologic detection of iatrogenic C5 nerve root injury during laminectomy for cervical compression myelopathy [J]. *Spine*, 2002, 27(22): 2499–2502.
36. Hilibrand AS, Schwartz DM, Sethuraman V, et al. Comparison of transcranial electric motor and somatosensory evoked potential monitoring during cervical spine surgery[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2004, 86(6): 248–253.
37. Kim DH, Zaremski J, Kwon B, et al. Risk factors for false positive transcranial motor evoked potential monitoring alert during surgical treatment of cervical myelopathy [J]. *Spine*, 2007, 32(26): 3041–3046.
38. Nakamae T, Tanaka N, Nakanishi K, et al. Investigation of segmental motor paralysis after cervical laminoplasty using intraoperative spinal cord monitoring with transcranial electric motor-evoked potentials [J]. *J Spinal Disord Tech*, 2012, 25(2): 92–98.
39. Komagata M, Nishiyama M, Endo K, et al. Prophylaxis of C5 palsy after cervical expansive laminoplasty by bilateral partial foraminotomy[J]. *Spine J*, 2004, 4(6): 650–655.
40. Epstein JA. Letter to the editor in response to “extradural tethering effects as one mechanism of radiculopathy complicating posterior decompression of the cervical spinal cord” by Tsuzuki et al[J]. *Spine*, 1996, 21(15): 1839–1840.
41. 顾昕, 贺石生, 张海龙, 等. 颈椎前路减压融合术后 C5 神经根麻痹[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2013, 23(1): 20–24.
- (收稿日期: 2013-07-07 修回日期: 2013-09-18)
(本文编辑 卢庆霞)