doi:10.11659/jjssx.10E016070

颈椎减压术后 C_5 神经根麻痹症状恢复时间的影响因素

谢雁春,轩安武,李 卓,于海龙 (沈阳军区总医院骨科脊柱病区,辽宁 沈阳 110016)

[摘 要] **目的** 探讨颈椎减压术后影响 C_5 神经根麻痹恢复时间的临床及影像学因素。**方法** 回顾性分析沈阳军区总医院骨科脊柱病区接受颈椎减压手术的710例患者的临床资料,记录患者的人口统计学、放射学及临床信息,分析其与术后 C_5 麻痹恢复时间的相关性。**结果** 36例患者术后发生 C_5 神经根麻痹,其中33例患者术后2年内 C_5 神经麻痹完全恢复(18例患者术后6个月内恢复),3例患者在随访时间内 C_5 神经根麻痹未完全恢复。术后 C_5 神经根麻痹恢复时间超过6个月的影响因素有:术后四肢肌力小于等于2级($P<0.01$)、除 C_5 神经根以外的多个节段神经根麻痹($P=0.002$)、痛觉与躯体感觉的缺失($P=0.008$)以及脊髓移动的程度($P=0.040$);多因素相关性分析显示,术后肌力小于等于2级($P=0.010$)是 C_5 神经根麻痹恢复时间超过6个月的最重要因素。**结论** 术后四肢肌力小于等于2级、除 C_5 神经根以外的多个节段神经根麻痹、痛觉与躯体感觉的缺失以及脊髓移动的程度为影响 C_5 神经根麻痹恢复时间是否超过6个月的主要因素。

[关键词] 颈椎退变;颈椎减压术后;C_5 神经根麻痹;恢复;影响因素
[中图分类号] R681.5 [文献标识码] A [收稿日期] 2016-09-14

Influence factor of C_5 palsy after cervical decompression surgery

XIE Yan-chun, XUAN An-wu, LI Zhuo, YU Hai-long (Department of Spine Surgery of Orthopedics, General Hospital of Shenyang Military Area Command, Shenyang Liaoning 110016, China)

Abstract: Objective To evaluate the clinical and radiological factors which affecting the recovery duration of C_5 palsy after cervical decompression surgery. **Methods** The datas of 710 patients with degenerative cervical spine surgery in departement of spine surgery of orthopaedics of general hospital of Shenyang military region were retrospectively analyzed. The demographics, radiology, clinical information was recorded to analyze the relationship with the recovery duration of postoperative C_5 palsy. **Results** C_5 nerve root palsy occurred in 36 cases, of which 33 cases completely recovered within 2 years after surgery (18 cases recovered within postoperative 6 months), 3 cases did not completely recovered during the following period. Factors related to longer recovery (over 6 months) included postoperative limbs muscles strength ≤ 2 ($P<0.001$), presence of multi-segment paresis involving more than the C_5 root ($P=0.002$), loss of somatic sensation with pain ($P=0.008$), and the degree of posterior spinal cord shifting ($P=0.040$). Furthermore, multivariate analysis revealed that postoperative limbs muscles strength ≤ 2 ($P=0.010$) had a significant effect on a recovery duration beyond 6 months. **Conclusion** The postoperative limbs

[通信作者] 于海龙,E-mail:yuhailong118@aliyun.com

[15] Dobran M, Nasi D, Brunozzi D, et al. Treatment of unstable thoracolumbar junction fractures: short-segment pedicle fixation with inclusion of the fracture level versus long-segment instrumentation[J]. Acta Neurochir (Wien), 2016, 158(10): 1883-1889. doi:10.1007/s00701-016-2907-0.

[16] Li K, Zhang W, Liu D, et al. Pedicle screw fixation combined with intermediate screw at the fracture level for treatment of thoracolumbar fractures: a meta-analysis[J]. Medicine (Baltimore), 2016, 95(33): e4574. doi:10.1097/MD.0000000000004574.

[17] Cahueque M, Cobar A, Zuñiga C, et al. Management of burst fractures in the thoracolumbar spine[J]. J Orthop, 2016, 13(4): 278-281. doi:10.1016/j.jor.2016.06.007.

[18] Li C, Pan J, Gu Y, et al. Minimally invasive pedicle screw fixation combined with percutaneous vertebroplasty for the treatment of thoracolumbar burst fracture[J]. Int J Surg, 2016, 36(Pt A): 255-260. doi:10.1016/j.ijsu.2016.11.003.

[19] Sait A, Prabhav NR, Sekharappa V, et al. Biomechanical comparison of short-segment posterior fixation including the fractured level and circumferential fixation for unstable burst fractures of the lumbar spine in a calf spine model[J]. J Neurosurg Spine, 2016, 25(5): 602-609. doi:10.3171/2016.4.SPINE1671.

[20] Li Q, Yun C, Li S. Transpedicular bone grafting and pedicle screw fixation in injured vertebrae using a paraspinal approach for thoracolumbar fractures: a retrospective study[J]. J Orthop Surg Res, 2016, 11(1): 115. doi:10.1186/s13018-016-0452-4.

[21] Hu W, Wang B, Run H, et al. Pedicle subtraction osteotomy and disc resection with cage placement in post-traumatic thoracolumbar kyphosis, a retrospective study[J]. J Orthop Surg Res, 2016, 11(1): 112. doi:10.1186/s13018-016-0447-1.

(编辑:杨 颖)

muscles strength ≤2, the presence of multi-segment paresis involving more than the C_5 root, the loss of somatic sensation with pain, and the degree of posterior spinal cord shifting are main factors which significantly influence the duration of recovery from postoperative C_5 nerve root palsy.

Keywords: cervical degeneration; cervical decompression surgery; C_5 nerve root palsy; recovery; infuence factor

颈椎术后 C_5 神经根麻痹指颈椎减压术后出现三角肌和/或肱二头肌肌力减弱但不出现颈脊髓损伤症状的加重[1]。颈椎术后 C_5 神经根麻痹主要发生在单侧,50% 的患者主诉感觉减退、肌力下降以及肩部难以治愈的疼痛,其余患者主要表现为单纯 C_5 神经根支配区肌肉力量的减弱[2]。颈椎前路和后路手术术后均可出现 C_5 神经根麻痹,颈椎减压术后出现 C_5 神经根麻痹的概率为 4.6%[3]。颈椎减压术后出现 C_5 神经根麻痹的主要原因为术中对神经根的直接损伤、颈椎减压后脊髓漂移导致的 C_5 神经根紧张、脊髓的缺血及缺血再灌注损伤[2-3,13]。目前文献研究的焦点主要为术后 C_5 神经根麻痹原因的危险因素分析,尚无对影响术后 C_5 神经根麻痹恢复时间的相关因素的研究。本研究回顾分析我院骨科 870 例患者接受颈椎减压手术患者的临床资料,探讨影响颈椎减压术后 C_5 神经根麻痹恢复时间的相关临床及影像学因素。现报告如下。

1 资料与方法

1.1 临床资料

2006 年 1 月至 2012 年 12 月我院收治颈椎退变性疾病患者 870 例,排除 107 例随访资料不全的病例及 53 例脊髓损伤、椎间隙感染、脊柱肿瘤病例,最终纳入研究 710 例。其中女 233 例,男 477 例,年龄 31 ~ 85 岁,平均 53 岁。所患疾病包括颈椎管狭窄症、颈椎后纵韧带骨化症、颈椎病。采用的手术方式有:前路减压融合(间盘切除减压或椎体次全切除减压)、前路减压融合联合后路减压融合、后路椎板切除减压融合和后路椎管扩大成形(单开门椎管扩大成形或双开门椎管扩大成形术)接受颈椎减压手术,并由同一手术组医生完成。排除标准为:随访时间小于 2 年、合并脊髓损伤、肿瘤、感染、术前合并明显的三角肌和肱二头肌瘫痪以及其他疾病(糖尿病周围神经病变和肩关节疾病)。

1.2 方法

本组 710 例患者均表现为典型的脊髓或神经受压的症状且经正规保守治疗无效,术后均佩戴颈托 4 周,术后三角肌肌力小于 5 级被认定为术后 C_5 神经根麻痹,出现 C_5 神经根麻痹的患者中除怀疑感染、肿瘤及糖尿病的患者,其余患者均持续 5 d 给予地塞米松磷酸钠注射液 5 mg,每日 4 次。

统计分析所有患者的性别、年龄、诊断、手术方式、减压节段、术后肌力、起病时间、恢复时间、是否合并除 C_5 神经根以外的其他神经根麻痹、是否合并痛觉及躯体感觉的缺失;统计分析所有出现 C_5 神经根牵拉症状的术前及术后影像学资料,术前影像学资料包括椎管最狭窄的位置(MR)、T_2 相脊髓高信号的位置(MR)、术前 $C_4 \sim C_5$ 椎间孔的直径(CT);术后影像学资料包括颈椎序列的改变、脊髓漂移的位置(表 1)。目前文献报道认为术后 6 个月以内为 C_5 神经根麻痹恢复的关键时期[2-8],因此本研究将 6 个月定义为 C_5 神经根恢复的关键时间点。

1.3 统计学方法

采用 SPSS 18.0 软件进行统计学分析,采用 χ^2 检验和多因素线性回归分析,统计学变量为发生率和均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$),$P < 0.05$ 为差异具有统计学意义,$P < 0.01$ 为差异具有极显著性统计学意义。

2 结果

2.1 患者资料统计及与 C_5 神经根麻痹的差异

术后 C_5 神经根麻痹发生率为 5.1%(36/710),术后平均随访 25.8 个月,36 例患者发生 C_5 神经根麻痹,其中男 26 例(72%)、女 10 例(28%),男性患者 C_5 神经根麻痹发生率大于女性患者。36 例 C_5 神经根麻痹的患者中有 32 例(89%)病例为手术减压节段为 3 个或 3 个以上,此结果也间接证明 C_5 神经根麻痹为颈椎多节段减压的并发症。本研究 C_5 神经根麻痹病例的平均年龄为 59 岁,高于本研究的平均年龄(53 岁),且发生 C_5 神经根麻痹病例 50% 以上年龄超过 60 岁,但年龄与术后 C_5 神经根麻痹恢复时间并无统计学相关性。

2.2 手术方式及与 C_5 神经根麻痹的差异

本组术后 36 例出现 C_5 神经根麻痹的患者中,有 25 例术前诊断为颈椎病、11 例术前诊断为颈椎后纵韧带骨化症,上述病例中有 5 例患者接受颈椎后路椎板切除减压、植骨融合内固定术,有 15 例病例接受椎管扩大成形术,6 例病例接受颈椎前后路联合手术,6 例病例接受单纯颈椎前路减压内固定术。15 例接受颈椎椎管扩大成形病例中,有 12 例(13.3%)为单开门椎管扩大成形术,3 例(4.22%)病例接受双开门椎管扩大成形术,12 例单开门椎管扩大成形术中,有 5 例 C_5 神经根麻痹发生在门轴侧、有 5 例 C_5 神经根麻痹

发生在开门侧、有2例发生在双侧。但本研究发现,术后 C_5 神经根麻痹恢复时间与 C_5 神经根麻痹发生的门轴侧或开门侧无相关性。

2.3 C_5 神经根麻痹椎管狭窄平面

本组36例发生术后 C_5 神经根麻痹病例有18例颈椎管最狭窄的平面为 $C_4 \sim C_5$ 节段,有12例病例在术前 T_2 相颈椎磁共振提示脊髓高信号改变,上述病例有6例病例脊髓高信号平面在 $C_4 \sim C_5$ 节段。术前颈 $C_4 \sim C_5$ 椎间孔的直径为(2.21±0.81)cm,术后后方脊髓的平均漂移距离为(2.93±0.90)cm,单纯接受颈椎前路手术病例中,术后前方脊髓平均漂移距离(1.25±0.27)cm,见表1。本组36例病例中术前颈椎前凸角度为(7.52±0.88)°,术后颈椎前凸角度为(8.08±5.19)°,其中有8例(22.22%)术后出现颈椎后凸加重,但本研究显示术后颈椎前凸角度或后凸角度变化与 C_5 神经根恢复时间无明显相关性。有15例病例术后出现除 C_5 神经根以外的其他神经根麻痹,16例病例术后除肌力下降以外,还出现顽固性疼痛和感觉功能障碍。本研究进一步发现,有近半数病例 C_5 神经根麻痹的主要症状有其他神经根麻痹和顽固性颈肩痛引起。

2.4 C_5 神经根麻痹恢复情况及影响因素

有18例在术后6个月内完全恢复,33例病例在术后2年内完全恢复,有3例病例在随访时间内仍未恢复。15例接受颈椎后路椎管扩大成形的术后出现 C_5 神经根麻痹的病例在术后2年内均恢复,6例接受前后路手术的病例中有2例恢复效果较差,在随访时间内 C_5 神经根麻痹仍未恢复。

通过本研究结果发现,术后 C_5 神经根麻痹恢复时间超过6个月的主要临床相关因素为:肌力小于2级($P<0.01$)、出现除 C_5 神经根以外的多根神经根麻痹($P=0.002$)以及合并感觉障碍及顽固性疼痛($P=0.008$),而与年龄、性别、减压节段、起病时间无显著相关性(表2)。术后 C_5 神经根麻痹恢复时间超过6个月与脊髓漂移程度大于2.5 mm具有相关性($P=0.030$),见表3。最终通过多因素变量分析发现,肌力小于2级为术后 C_5 神经根麻痹恢复时间超过6个月最重要影响因素(表4)。

表1 36例 C_5 神经根麻痹病例手术方式

项目	椎管扩大成形	椎板切除减压	前后路联合	前路融合
手术方式(例)	15	9	6	6
C_5 神经根麻痹发生率率(%)	9.3	8.1	11.3	2.8
$C_4 \sim C_5$ 椎间孔狭窄程度(mm)	1.61±0.36	2.54±0.85	2.60±0.85	2.78±0.71
椎管最狭窄的直径(mm)	4.23±1.63	5.21±1.58	4.15±1.66	5.60±0.83
脊髓漂移程度(mm)	2.63±0.63	2.64±0.98	3.91±0.66	1.25±0.27
不完全恢复病例(例)	0	1	2	0
6个月内恢复百分比(%)	46.6	55.5	33.3	66.6

表2 C_5 神经根麻痹恢复时间大于6个月病例人口统计学分析

因素	数量(例)	百分比(%)	P
年龄小于65岁	13	36.11	0.298
男性	26	72.22	0.457
减压节段小于3个	32	88.89	0.117
后纵韧带骨化症	11	30.55	0.717
起病时间小于24 h	9	25	0.692
三角肌肌力小于2级	15	41.66	0.001
合并多节段神经根麻痹	15	41.66	0.002
合并感觉障碍和难治性疼痛	18	50	0.008
双侧麻痹	6	16.66	0.177
使用类固醇激素	25	69.44	0.235

表3 C_5 神经根麻痹恢复时间大于6个月病例的影像学分析

因素	数量(例)	百分比(%)	P
椎管扩大成形联合性椎间孔减压	10	66.66	0.608
后方脊髓漂移大于2.5 mm	14	53.85	0.030
前方脊髓漂移大于1.25 mm	3	50	0.937
椎管最狭窄的平面位于 $C_4 \sim C_5$	18	50	0.505
术后颈椎生理前凸改变大于1.5°	17	47.22	0.655
$C_4 \sim C_5$ 节段高信号	16	69.56	0.667

表4 C_5 神经根恢复时间大于6个月的多变量线性回归分析

因素	优势比(OR)	95%置信区间	P
三角肌肌力小于2级	12.375	1.828~83.767	0.010
多节段的神经麻痹	4.897	0.618~38.811	0.133
感觉功能障碍和难治性疼痛	0.750	0.058~9.718	0.826
后方脊髓漂移大于2.5 mm	1.494	0.490~4.550	0.480

3 讨论

C_5 神经根麻痹为颈椎减压术后最常见的并发症,但目前的研究主要集中在 C_5 神经根麻痹的发病机制、危险因素以及预防方法[3-21]。之前的文献研究发现,男性患者相比于女性患者更容易发生 C_5 神经根麻痹,而且后路椎板切除减压融合内固定术相比于前路减压融合内固定术更易发生 C_5 神经根麻痹[22]。最新一项研究显示,术前的脊髓旋转为术后发生 C_5 神经根麻痹的一项危险因素[23]。而且很多研究认为,术中预防性椎间孔减压术可有效预防术后 C_5 神经根麻痹,而且术中脊髓电生理检测同样可有效预防术后 C_5 神经根麻痹[2,11-13,20,24-27]。尽管颈椎减压术后发生 C_5 神经根麻

痹的具体机制尚不明确,但研究显示术中对神经根的直接损伤、减压后脊髓漂移造成的 C_5 神经根紧张、脊髓的缺血以及脊髓的缺血再灌注损伤均是术后发生 C_5 神经根麻痹的相关因素[9-10]。之前文献报道术后 C_5 神经根麻痹的恢复时间为 7 ~ 821 d,Nassr 等[3]研究显示 C_5 神经根麻痹达到最大程度的恢复时间为 1 ~ 104周,平均为 20.9 周,但绝大多数病例(71.4%)均在术后 6 个月内达到最大程度的恢复;Blizzard 等[28]研究同样现实 C_5 神经根麻痹在术后 6 个月内完全恢复;Nakashima 等[4]研究认为 C_5 神经根麻痹的平均恢复时间为 7.9 个月;本研究结果显示,术后 C_5 神经根麻痹恢复时间的中间值时间为 6 个月,有超过 91% 的患者在术后 2 年以内恢复。

相比于轻度的麻痹(三角肌肌力为 3 ~ 4 级),重度的麻痹(三角肌肌力小于 2 级)需要更长的恢复时间[10,14]。Hashimoto 等[15]研究发现,术前存在的或无症状的脊髓前角灰质细胞的损伤在颈椎减压术后会出现严重的 C_5 神经根麻痹。感觉功能的障碍及难治性的疼痛提示着更严重的脊髓损伤、脊髓缺血、脊髓缺血再灌注损伤,这也是合并感觉功能障碍及难治性疼痛的患者需要更长时间恢复的的基础病因。本研究结果显示,C_5 神经根麻痹恢复时间慢的主要临床因素包括:肌力小于 2 级、合并其他神经根损伤、感觉功能障碍以及难治性的颈肩部疼痛等。本研究发现,C_5 神经根恢复时间长短相关的主要影像学因素为脊髓漂移的程度,此结果与 Guet 等[9]研究结论脊髓漂移的程度和 C_5 神经根紧张是 C_5 神经根麻痹的病因一致。由于 C_5 水平为颈椎前凸的顶点,C_5 水平为脊髓漂移程度最大的平面[10,13]。因此,脊髓向后的漂移必然会造成 C_5 神经根的紧张,进而造成 C_5 神经根的麻痹。综上所述,脊髓较大程度的漂移以及 C_5 神经根的紧张与术后 C_5 神经根麻痹恢复时间较长有明确相关性。

相比于其他手术方式,颈椎前后路联合减压手术具有更高的 C_5 神经根麻痹发生率、更为广泛的减压节段和更大程度的脊髓漂移。相比之下,单纯行前路减压内固定术具有较低的 C_5 神经根发生率、较少节段的减压及较小程度的脊髓漂移。Shou 等[22]研究发现相比于前路减压内固定术,后路椎板切除减压内固定术具有更高的 C_5 神经根麻痹发生率。本研究结果显示,6 例颈椎前、后路联合减压病例中有 2 例出现术后 C_5 神经根麻痹,而且 2 例 C_5 神经根麻痹在本组病例随访时间内均未恢复。相比之下,前路减压术后 C_5 神经根麻痹病例在 2 年内全部恢复,且有 66.6% 的病例在 6 个月内恢复。然而,由于本组病例仅有 6 例出现 C_5 神经根麻痹,无法与后路减压术后发生 C_5 神经根麻痹进行统计学对比。我们认为,相比于后路减压手术,前路减压术后 C_5 神经根麻痹恢复较快的原因为脊髓漂移程度较轻、C_5 神经根紧张程度较轻以及脊髓缺血再灌注损伤发生率较低。一些研究建议通过减少后路颈椎减压程度以减少脊髓漂移程度[16-17]。此外,Blizzard 等[28]研究认为过度恢复颈椎生理前凸可增加脊髓的漂移程度及 C_5 神经根的紧张程度,因此 Blizzard 等[28]建议后路减压时不要过度恢复颈椎生理前凸。

Katsumi 等[29]研究认为术中预防性的椎间孔减压对 C_5 神经根麻痹的快速恢复有利,但是本研究并未发现术中椎间孔减压与术后 C_5 神经根麻痹具有明显相关性。术中行预防性椎间孔减压主要原因是后路减压术后脊髓向后方漂移会导致 C_5 神经根紧张[18-19],之前的文献报道认为术中行椎间孔减压对术后 C_5 神经根麻痹恢复有利[2,3,20,30]。但是 Minoda 等研究认为 C_4 ~ C_5 椎间孔直径的大小与 C_5 神经根麻痹的发生没有相关性。预防性的椎间孔减压的确能够预防减压术后 C_5 神经根紧张,但对减少脊髓缺血及脊髓缺血再灌注损伤却没有明显作用。由于目前针对预防性椎间孔减压的研究方法差异很大,因此,目前对术中预防性椎间孔减压能否预防术后 C_5 神经根麻痹的发生及缩短 C_5 神经根的恢复时间尚没有统一的认识。

对 C_5 神经根麻痹提供有效的治疗方案是非常有必要的,传统的治疗方法主要是保守治疗,包括:卧床休息、物理疗法、局部痛点封闭和使用类固醇激素[18,21,29]。Sakaura 等[10]报道保守治疗能够达到 71% ~ 96% 的恢复率,Nassr 等[3]研究同样发现有 70% 的 C_5 神经根麻痹在未经过任何治疗的情况下在 6 个月内恢复,有 15% 的病例仍然合并神经功能缺损。之前文献曾经报道颈椎减压术后使用类固醇激素可以预防术后脊髓水肿及缺血再灌注损伤[7-8]。但是本研究并未发现使用类固醇激素与 C_5 神经根麻痹恢复时间具有相关性。

Saoud 等[21]研究认为 C_5 神经根麻痹经保守治疗无效后可考虑行手术治疗。Nassr 等[3]研究认为颈椎术后发生 C_5 神经根麻痹的时间从减压术后即刻发生至术后 2 h 之间,本研究结果与上述结论一致。本研究结果显示,术后 C_5 神经根起病时间与恢复时间没有统计学相关性,其中有 9 例病例在 24 h 内发病,在1 个月以内均完全恢复,而且恢复时间与 24 h 以后发病的病例并无统计学差异。

本研究虽然分析 C_5 神经根恢复时间的临床及影像学因素,但本研究主要的局限性是本研究为回顾性研究且样本量较少,此外,样本中 3 名脊柱外科医生不同的手术方式会对统计学分析造成偏倚,而且需要进一步的大样本研究验证本研究的结果。

[参考文献]

[1] Scoville WB. Cervical spondylosis treated by bilateral facetectomy and laminectomy[J]. Neurosurg,1961,18:423 - 428. doi:10.3171/jns.1961.18.4.0423.

[2] Katsumi K,Yamazaki A,Watanabe K,et al. Can prophylactic bilateral C_4/C_5 foraminotomy prevent postoperative C_5 palsy after open-door laminoplasty?:a prospective Study[J]. Spine(Phila Pa 1976),2012,37(9):748 - 754. doi:10.1097/BRS.0b013e3182326957.

[3] Nassr A,Eck JC,Ponnappan RK,et al. The incidence of C_5 palsy after multilevel cervical decompression procedures:a review of 750 consecutive cases[J]. Spine(Phila Pa 1976),2012,37(3):174 - 178. doi:10.1097/BRS.0b013e318219cfe9.

[4] Nakashima H,Imagama S,Yukawa Y,et al. Multivariate analysis of C-5 palsy incidence after cervical posterior fusion with instrumentation[J]. Neurosurg Spine,2012,17(2):103 - 110. doi:10.3171/2012.4.

[5] Imagama S,Matsuyama Y,Yukawa Y,et al. C_5 palsy after cervical laminoplasty:a multicentre study[J]. J Bone Joint Surg Br,2010,92(3):393 - 400. doi:10.1302/0301 - 620X.92B3.22786.

[6] Kaneyama S,Sumi M,Kanatani T,et al. Prospective study and multivariate analysis of the incidence of C_5 palsy after cervical laminoplasty[J]. Spine(Phila Pa 1976),2010,35(26):E1553 - 1558. doi:10.1097/BRS.0b013e3181ce873d.

[7] Zhang H,Sun T,Lu S,et al. Comparison ofeffectiveness between laminoplasty and laminectomy decompression and fusion with internal fixation for cervical spondylotic myelopathy[J]. Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi,2012,26(10):1191 - 1196.

[8] Liu T,Zou W,Han Y,et al. Correlative study of nerve root palsy and cervical posterior decompression laminectomy and internal fixation[J]. Orthopedics,2010,33(8). doi:10.3928/01477447 - 20100625 - 08.

[9] Gu Y,Cao P,Gao R,et al. Incidence and risk factors of C_5 palsy following posterior cervical decompression:a systematic review[J]. PLoS One,2014,9(8):e101933. doi:10.1371/journal.pone.0101933.

[10] Sakaura H,Hosono N,Mukai Y,et al. C_5 palsy after decompression surgery for cervical myelopathy:review of the literature[J]. Spine(Phila Pa 1976),2003,28(21):2447 - 2451.

[11] Bose B,Sestokas AK,Schwartz DM. Neurophysiological detection of iatrogenic C-5 nerve deficit during anterior cervical spinal surgery[J]. J Neurosurg Spine,2007,6(5):381 - 385.

[12] Fan D,Schwartz DM,Vaccaro AR,et al. Intraoperative neurophysiologic detection of iatrogenic C_5 nerve root injury during laminectomy for cervical compression myelopathy[J]. Spine(Phila Pa 1976),2002,27(22):2499 - 2502.

[13] Sasai K,Saito T,Akagi S,et al. Preventing C_5 palsy after laminoplasty[J]. Spine(Phila Pa 1976),2003,28(17):1972 - 1977.

[14] Chiba K,Toyama Y,Matsumoto M,et al. Segmental motor paralysis after expansive open-door laminoplasty[J]. Spine(Phila Pa 1976),2002,27(19):2108 - 2115.

[15] Hashimoto M,Mochizuki M,Aiba A,et al. C_5 palsy following anterior decompression and spinal fusion for cervical degenerative diseases[J]. Eur Spine J,2010,19(10):1702 - 1710. doi:10.1007/s00586 - 010 - 1427 - 5.

[16] Yang L,Gu Y,Shi J,et al. Modified plate-only open-door laminoplasty versus laminectomy and fusion for the treatment of cervical stenotic myelopathy[J]. Orthopedics,2013,36(1):e79 - 87. doi:10.3928/01477447 - 20121217 - 23.

[17] Hatta Y,Shiraishi T,Hase H,et al. Is posterior spinal cord shifting by extensive posterior decompression clinically significant for multisegmental cervical spondylotic myelopathy?[J]. Spine(Phila Pa1976),2005,30(21):2414 - 2419.

[18] Minoda Y,Nakamura H,Konishi S,et al. Palsy of the C_5 nerve root after midsagittal-splitting laminoplasty of the cervical spine[J]. Spine(Phila Pa 1976),2003,28(11):1123 - 1127.

[19] Shiozaki T,Otsuka H,Nakata Y,et al. Spinal cord shift on magnetic resonance imaging at 24h after cervical laminoplasty[J]. Spine(Phila Pa 1976),2009,34(3):274 - 279.

[20] Komagata M,Nishiyama M,Endo K,et al. Prophylaxis of C_5 palsy after cervical expansive laminoplasty by bilateral partial foraminotomy[J]. Spine J,2004,4(6):650 - 655.

[21] Arnal M,Cambon A,Marcheix PS,et al. Restoration of elbow and hand function in total brachial plexus palsy with intercostal nerves and C_5 root neurotization. Results in 21 patients[J]. Hand Surg Rehabil,2016,35(4):283 - 287. doi:10.1016/j.hansur.2016.05.006.

[22] Shou F,Li Z,Wang H,et al. Prevalence of C_5 nerve root palsy after cervical decompressive surgery:aet-analysis[J]. Eur Spine J,2015,24(12):2724 - 2734. doi:10.1007/s00586 - 015 - 4186 - 5.

[23] Chugh A,Gebhart J,Eubanks J. Predicting postoperative C_5 palsy using preoperative spinal cord rotation[J]. Orthopedics,2015,38(9):e830 - 835. doi:10.3928/01477447 - 20150902 - 63.

[24] Bhalodia VM,Schwartz DM,Sestokas AK,et al. Efficacy of intraoperative monitoring of transcranial electrical stimulation-induced motor evoked potentials and spontaneous electromyography activity to identify acute-versus delayed-onset C-5 nerve root palsy during cervical spine surgery[J]. Neurosurg Spine,2013,19(4):395 - 402. doi:10.3171/2013.6.

[25] Tanaka N,Nakanishi K,Fujiwara Y. Postoperative segmental C_5 palsy after cervical laminoplasty may occur without intraoperative nerve injury:a prospective study with transcranial electric motor-evoked potentials[J]. Spine(Phila Pa 1976),2006,31(26):3013 - 3017.

[26] Jimenez JC,Sani S,Braverman B. Palsies of the fifth cervical nerve root after cervical decompression:prevention using continuous intraoperative electromyography monitoring[J]. J Neurosurg Spine,2005,3(2):92 - 97.

[27] Spitz S,Felbaum D,Aghdam N,et al. Delayed postoperative C_5 root palsy and the use of neurophysiologic monitoring[J]. Eur Spine J,2015,24(12):2866 - 2871.

[28] Blizzard DJ,Gallizzi MA,Sheets C,et al. The role of iatrogenic foraminal stenosis from lordotic correction in the development of C_5 palsy after posterior laminectomy and fusion[J]. J Orthop Surg,Res,2015,6(10):160. doi:10.1186/s13018 - 015 - 0297 - 2.

[29] Katsumi K,Yamazaki A,Watanabe K. Can prophylactic bilateral C_4/C_5 foraminotomy prevent postoperative C_5 palsy after open-door laminoplasty?:a prospective study[J]. Spine(Phila Pa 1976),2012,37(9):748 - 754. doi:10.1097/BRS.0b013e3182326957.

[30] 谢雁春,轩安武,项良碧,等. X 线片对 C_1 侧块螺钉位置的评估[J]. 局解手术学杂志,2016,24(11):819 - 823. doi:10.11659/jjssx.04E016077.

(编辑:左艳芳)