

论著·临床研究 doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2016.04.012

两种术式治疗颈椎管狭窄症后神经功能改善的效果分析*

支力强¹,段 宁²,董 博³,吴俊龙¹,曾思翔¹,马 巍^{1△}

(1. 西安交通大学第一附属医院骨科,西安 710061;2. 西安市红会医院创伤外科,西安 710054;
3. 陕西中医药大学附属医院骨科,西安 712046;)

[摘要] 目的 探讨后路椎板减压侧块内固定术与单开门椎管扩大成形术治疗颈椎管狭窄症(CCS)后神经功能改善的效果及术后 C₅ 神经根麻痹(C₅P)的发生率。方法 选取 2011 年 3 月至 2013 年 3 月于西安交通大学第一附属医院骨科行颈椎手术的 CCS 患者 80 例,其中 40 例行单开门椎板扩大成形术(观察组),40 例行椎板切除减压侧块内固定术(对照组)。患者手术前后神经功能评分均行日本骨科学会(JOA)评分及影像学评估。结果 两种术式均能有效改善神经功能。术后 6 个月内每次复查的 JOA 评分均较术前有所提高($P<0.05$),且两组患者 JOA 评分比较差异无统计学意义($P>0.05$);但两组患者术后 C₅P 发生率比较,差异有统计学意义($P<0.05$)。发现 C₅P 患者椎间孔宽度与未发生者相比存在明显的狭窄($P<0.05$)。结论 脊髓漂移程度和椎间孔狭窄可能是 C₅P 发生的重要因素,单开门椎板扩大成形术后 C₅P 发生率较低。

[关键词] 颈椎管狭窄症;单开门椎板扩大成形术;椎板切除减压侧块内固定术;C₅ 神经根麻痹

[中图分类号] R681.531 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-8348(2016)04-0465-04

Analysis on neural function improvement effects of two kinds of operative mode for treating cervical canal stenosis*

Zhi Liqiang¹, Duan Ning², Dong Bo³, Wu Junlong¹, Zeng Sixiang¹, Ma Wei^{1△}

(1. Department of Orthopedics, First Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University, Xi'an, Shaanxi 710061, China;
2. Department of Traumatic Surgery, Xi'an Red Cross Hospital, Xi'an, Shaanxi 710054, China;
3. Department of Orthopedics, Shaanxi University of Chinese Medicine, Xi'an, Shaanxi 712046, China)

[Abstract] **Objective** To investigate the neural function improvement effects and incidence of postoperative C₅ nerve root palsy(C₅P) in posterior vertebral lamina decompression lateral mass internal fixation and expansive single open-door laminoplasty for treating cervical canal stenosis(CCS). **Methods** A total of 80 patients with CCS in the orthopedic department of the First Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University from 2011 to 2013 were selected and performed the cervical vertebral operation. Among them, 40 cases underwent expansive single open-door laminoplasty(observation group), while other 40 cases underwent vertebral lamina resection decompression lateral mass internal fixation. Both preoperative and postoperative JOA score and imageological evaluation were performed in the two groups. **Results** Both the two kinds of operative mode could effectively improve the neural function. The JOA scores in each re-examination within postoperative 6 months were increased than before operation($P<0.05$), moreover the JOA scores had no statistical difference between the two groups; the C₅P incidence had statistical difference between the two groups ($P<0.05$). It was found that the obvious stenosis existed in the intervertebral foramen width of C₅P patients compared with the non-C₅P patients($P<0.05$). **Conclusion** The spine cord shift degree and intervertebral foramen stenosis could be the important factors of C₅P occurrence. The expansive single open-door laminoplasty has lower occurrence rate of C₅P.

[Key words] cervical canal stenosis; single open-door laminoplasty; vertebral lamina decompression lateral mass internal fixation; C₅ nerve root palsy

颈椎管狭窄症(cervical canal stenosis, CCS)是常见的颈椎疾病之一,目前临床上对 CCS 的治疗手术方式主要有两种:椎板切除减压侧块内固定术及单开门椎管扩大成形术^[1-2]。两种术式都有术后 C₅ 神经根麻痹(C₅ palsy, C₅P)发生的文献报道,虽然此并发症引起的上肢功能障碍通常是一过性的,且预后较好,但仍严重影响术后近期疗效的判断和患者对手术疗效的满意度,因此越来越受到重视。有报道显示,C₅P 可能与术中直接损伤神经根、进行性颈椎生理曲度异常和颈椎不稳、术后脊髓漂移牵拉神经根等有关,但确切机制尚不明确^[3]。为了进一步观察这两种减压术式对神经功能的改善程度及 C₅P 的发生率,本研究自 2011 年 3 月至 2013 年 3 月对 80 例 CCS 患

者分别采用椎板切除减压侧块内固定术和单开门椎管扩大成形术治疗,并进行比较,现将结果报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2011 年 3 月至 2013 年 3 月间于西安交大第一附属医院骨科行颈椎后路手术的患者 80 例,均经临床及影像学检查而确诊为 CCS。排除颈椎外伤、二次手术、颈椎肿瘤及失随访患者。将 80 例患者分为两组:40 例行单开门椎管扩大成形术(观察组),40 例行椎板切除减压侧块内固定术(对照组)。两组患者一般资料、术前日本骨科学会(JOA)评分及颈椎曲度指标等比较,差异无统计学意义($P>0.05$),见表 1。

* 基金项目:陕西省社会发展科技攻关项目(2015SF075)。 作者简介:支力强(1988—),博士研究生,主要从事骨肉瘤的发病机制研究及治疗。 △ 通讯作者:Tel:(029)85323935;E-mail:mawei60@126.com。

表 1 两组患者术前一般资料比较(±s)

组别	JOA 评分(分)	手术节段	年龄(岁)	病程(月)	随访(月)
实验组	9.79±1.89	3.60±0.74	55.43±2.34	14.30±2.62	15.77±4.67
对照组	10.17±1.21	3.70±0.91	56.23±1.67	13.84±1.04	16.31±3.44

1.2 方法

1.2.1 手术方法 两组患者呈俯卧位,用 C 型臂定位责任椎体。以 C₃~C₇ 椎板成形术为例,咬除 C₃~C₇ 部分棘突,门侧选择椎管狭窄较为严重的部分,如为中央型压迫则选择术者熟悉侧。用磨钻在开门侧椎板开槽并磨透全层椎板,另一侧则开槽打磨至椎板只剩内侧骨皮质,形成门轴。进而向门轴侧完整掀起椎板以扩大狭窄的椎管,分离并清理粘连在硬脊膜上的黄韧带。充分减压后选用合适的后路颈椎微型钢板固定各椎体侧块及对侧的椎板。而椎板切除减压术的前期手术步骤与实验组相似。在确定手术节段及螺钉钉入点后,经两侧各颈椎侧块及 C₇ 椎弓根攻入长度合适的螺钉。再用磨钻结合椎板钳咬除相应椎体的棘突及椎板进行充分减压。小心切除增生的黄韧带及骨赘,严格控制两侧的小关节囊的切除范围。充分减压后置入合适的预弯钛棒及横向连接器进行内固定。

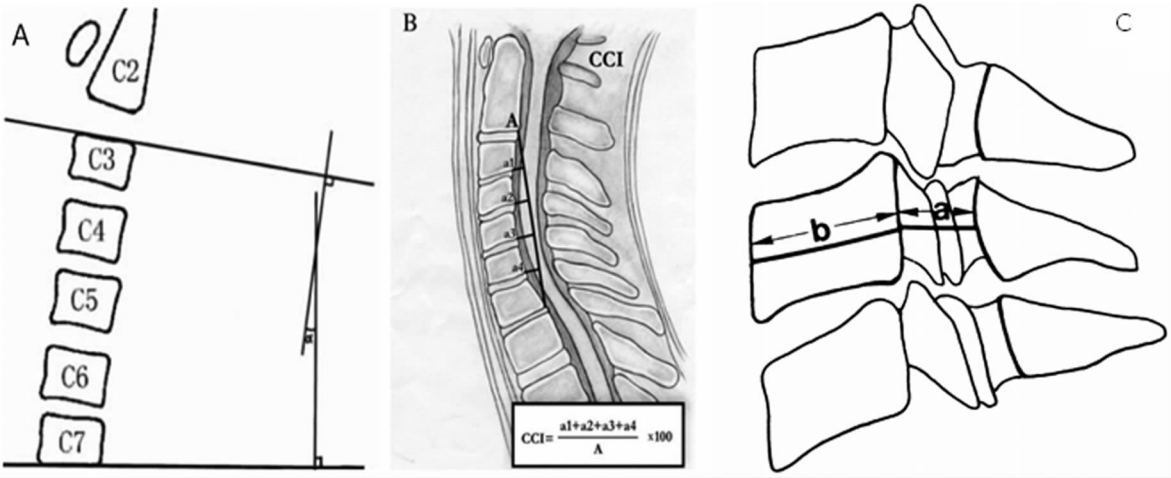
1.2.2 术后处理 所有患者均放置负压引流,术后均常规预防性给予抗生素、脱水剂、神经营养物质及预防消化性溃疡等药物。待拔除引流管后即建议患者可佩戴颈围下床活动。

1.2.3 效果评价 通过比较手术前、后的 JOA 评分(17 分制)以判定神经功能恢复程度,JOA 改善率=[(术后 JOA-术前 JOA)×100/(17-术前 JOA)]%。利用影像归档和通信系统(picture archiving and communication systems,PACS)自带的软件测量两组患者手术前、后早期颈椎前凸角度(Cobb 角)和颈椎曲度指数(CCI)来评判颈椎曲度的变化(图 1)。并记录术后 C₅P 的发生情况。C₅P 的诊断标准为:在无脊髓功能恶化的情况下,术后出现三角肌和(或)肱二头肌肌力下降 1 级及以上,伴或不伴肩部及上臂外侧感觉减退或消失,以及难以处理的肩部疼痛。根据徒手肌力试验(MMT)分级标准^[4-5],将 C₅P 分为重度麻痹(肌力小于或等于 2 级)和轻度麻痹(肌力大于或等于 3 级)。

1.3 统计学处理 采用 SPSS18.0 统计软件包进行分析。计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用 *t* 检验,计数资料用率表示,组间比较采用 χ^2 检验,以 *P*<0.05 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 两组患者手术前、后 JOA 评分比较 所有患者均无脑脊液漏、硬膜外血肿及感染等并发症发生,均获随访至 2014 年 3 月。两组患者术后 JOA 评分均较术前有明显改善,且在术后 6 个月内逐步提高。术后 12 个月时 JOA 评分已恢复至 14 分以上,JOA 改善率达 60% 以上,而两组患者 JOA 评分比较差异无统计学意义(*P*>0.05),见表 2。



A: Cobb 角的测量方法;B: CCI 的测量方法;C: pavlov 值=a/b。

图 1 Cobb 角及 CCI 测量方法

表 2 两组患者手术前、后 JOA 评分及改善率比较(17 分制)

组别	JOA 评分(±s,分)					JOA 评分改善率(%)			
	术前	术后 1 个月	术后 3 个月	术后 6 个月	术后 12 个月	1 个月	3 个月	6 个月	12 个月
观察组	9.79±1.89	11.84±1.34 ^a	13.72±0.31 ^{ab}	14.45±2.01 ^{abc}	14.82±1.53 ^{abc}	28.43	54.50 ^b	64.63 ^c	69.76
对照组	10.17±1.21	11.71±1.43 ^a	13.25±0.98 ^{ab}	14.11±1.83 ^{abc}	14.31±1.32 ^{abc}	22.55	45.10 ^b	57.69 ^c	60.61

^a:*P*<0.05,与术前比较;^b:*P*<0.05,与术后 1 个月比较;^c:*P*<0.05,与术后 3 个月比较。

2.2 两组患者术后 C₅P 发生率比较 共发生 7 例 C₅P,均发生于术后 1~3 周,症状持续时间最短 7 周,最长 9 个月。其中,对照组 5 例(12.50%),双侧 1 例,单侧 4 例。观察组 2 例(5.00%),均为单侧,两组比较差异有统计学意义(*P*<0.05)。7 例 C₅P 中重度麻痹 2 例,轻度麻痹 5 例。其中,重度麻痹发生于双侧肢体的概率为 100.00%(1/1),康复时间平均为 8.40

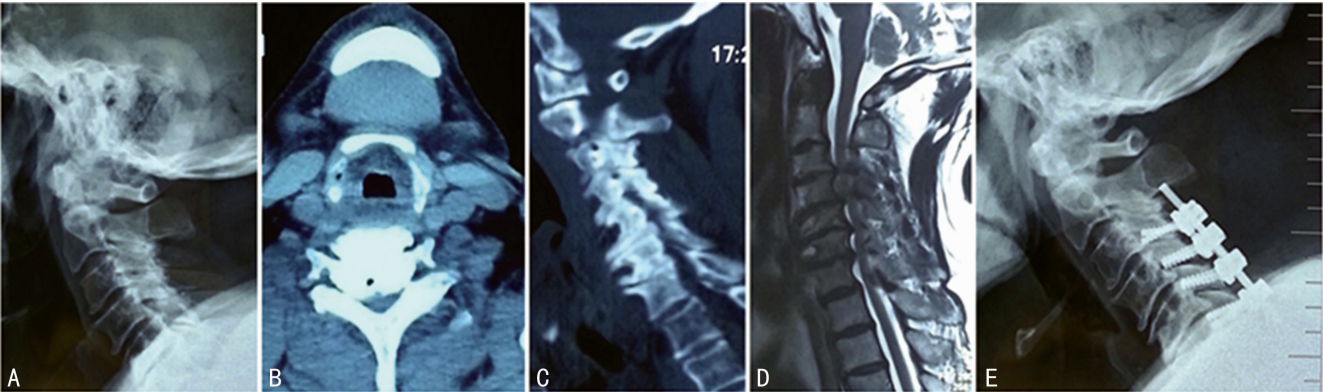
个月;而出现在单侧的概率为 16.67%(1/6),康复时间平均为 3.30 个月。7 例患者均给予口服营养神经药物配合颈部牵引、肩关节功能锻炼和低频微波治疗等物理治疗,部分患者行高压氧治疗后均基本恢复正常。7 例患者经治疗后都获得了较好的预后,但无论何种手术方式,重度麻痹者恢复时间显著长于轻度者(*P*<0.05)。

2.3 两组患者术后 Cobb 角与 CCI 比较 两组患者术后 Cobb 角与 CCI 均较术前减小,但与术前比较差异无统计学意义($P>0.05$),且两组的减少量差异无统计学意义($P>0.05$),见表 3。

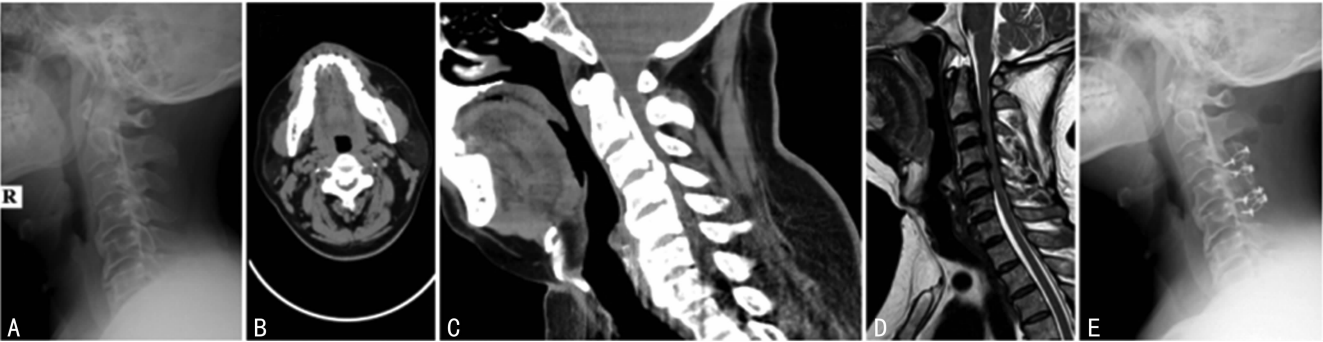
组别	Cobb 角(°)		CCI(%)	
	术前	术后	术前	术后
观察组	15.28±6.57	13.86±4.11	15.12±4.38	13.39±4.18
对照组	15.21±5.98	14.12±2.57	14.89±3.28	13.43±6.45

2.4 典型病例 病例 1,男,76 岁,颈椎病伴椎管狭窄,行

C_{3~6}后路椎板切除减压内固定术,手术前、后 X 线图片见图 2。病例 2,男,53 岁,后纵韧带骨化伴椎管狭窄,行 C_{3~5}单开门椎板扩大成形术,手术前、后 X 线图片见图 3。利用 PACS 系统测量所有患者的椎间孔宽度时发现,C₅P 患者术前 CT 横断面检查与未发生者相比有明显的狭窄[(1.93±0.34)mm vs. (3.15±0.53)mm, $P<0.05$]。典型 C₅P 患者与未发生 C₅P 患者椎间孔宽度测量,未发生 C₅P 患者 C_{4/5}平面的 CT 横断面扫描,左侧为症状严重侧,利用 PACS 系统测量其椎间孔直径为 3.66 mm;术后发生 C₅P 患者 C_{4/5}平面的 CT 横断面扫描,左侧依然为症状严重侧,可见椎间孔直径仅为 1.93 mm,见图 4。



A:术前 X 线片;B、C:术前 CT 侧位片;D:术前 MRI 图片;E:术后 X 线片。
图 2 典型颈椎病伴椎管狭窄行 C_{3~6}后路椎板切除减压内固定术手术前、后影像学图像



A:术前 X 线片;B:术前 CD 截位片;C:术前 CT 侧位片;D:术前 MRI 图片;E:术后 X 线片。
图 3 后纵韧带骨化伴椎管狭窄行 C_{3~5}单开门椎板扩大成形术手术前、后影像学图像



A:未发生 C₅P 患者;B:术后发生 C₅P 患者。
图 4 患者 C_{4/5}平面的 CT 横断面扫描椎间孔宽度测量

3 讨 论

3.1 椎板减压侧块内固定术与单开门椎管扩大成形的优劣比较 目前,临床上治疗多节段颈椎管狭窄症的术式主要有椎板切除减压侧块内固定术和单开门椎管扩大成形术。颈后路

手术都是通过使脊髓后移,避开前方压迫而完成间接减压的^[5]。前者最大的优点是钉棒内固定系统的矫形作用可以恢复颈椎的生理曲度,还能对部分颈椎曲度变直甚至后凸进行适度的矫正,但其对颈椎后柱结构的切除破坏了颈椎的稳定,导致颈椎退变及椎间盘突出加速,并伴有较明显的颈后疼痛症状,严重者还会出现因疤痕与硬脊膜粘连、挛缩压迫脊髓而造成医源性椎管狭窄,行二次疤痕切除减压术^[6]。Uematsu 等^[7]也认为较多地破坏颈后稳定装置和颈后肌肉失去附着点是引起术后颈部疼痛的重要原因。而单开门法最大的优点则是无需切除骨性结构而达到对神经组织减压的目的,使椎板得以保存而防止疤痕压迫脊髓,对稳定颈椎后柱起到积极作用,符合当前非融合手术的理念。并且能够在减压的同时适度地保留相邻节段的运动功能,并允许进行进一步的神经根减压等。但其也存在一些问题,如无法矫正颈椎生理曲度和椎板的再关门等。本研究采用的微型钛板固定法较传统的缝线悬吊法更为

有效防止单开门术后的再关门现象,减少术后轴性症状的发生率和颈椎曲度的丢失。很多学者在研究这两种术式治疗 CCS 后发现,两种方法均能使神经功能达到明显改善^[8-9]。本研究通过比较术后 JOA 评分及 JOA 改善率发现,两组患者术后 JOA 评分均较术前有明显增加,且在随访过程中 JOA 评分及 JOA 改善率也不断增加。术后随访期间也显示内固定物位置良好、无松动或断裂,门轴侧未见椎板塌陷和再关门等现象,再次说明这两种术式均能很好地改善神经功能,获得了较好的临床疗效。颈椎曲度对后路手术的疗效至关重要,当曲度变直甚至后凸畸形时,脊髓无法形成有效的后移,前方压迫无法得到有效解除,神经功能难以恢复。由于手术本身会对颈椎曲度造成一定的影响,故通过测量手术前后的 Cobb 角及 CCI 变化时发现,虽二者术后均有所减小,但与术前比较差异无统计学意义($P>0.05$),说明两种术式均未对颈椎曲度未行过大的矫正,基本保持了原有的曲度。具体测量发生 C₅P 者的 Cobb 角及 CCI 时也发现其与术前 Cobb 角及 CCI 未见明显变化。从随访结果来看,尽管单开门术无法纠正颈椎的后凸畸形,但当术后颈椎前屈大于 13°时,其也能取得良好的疗效。

3.2 C₅P 的病理机制 C₅P 是颈后路手术的一种常见并发症,以单侧症状多见^[10]。以往文献报道 C₅P 发生率为 0~50%,绝大多数小于 10%,手术方法不同,发生率也有一定区别^[11-12]。目前,C₅P 发生的具体机制尚不明确。在解剖学特征上,C₅ 水平位于椎管扩大的中部,脊髓向后漂移幅度最大,而 C₅ 神经根相对于其他的神经根而言最短,加之其单一支配三角肌,故其容易受到牵张损伤而发生 C₅P^[13]。有学者认为,脊髓漂移牵拉神经根部导致栓系的漂移效应与 C₅P 的发生有密切联系,C₅P 患者在 C₅ 水平脊髓的漂移量明显大于无 C₅P 者;且神经根栓系的严重程度与脊髓漂移的程度成正相关^[14-15]。亦有学者发现椎间孔狭窄是发生 C₅ 神经根麻痹的危险因素^[16]。Zhang 等^[17]发现,当仅行椎板切除术时,脊髓的漂移量超过椎管矢状径的 1/3 就可使两侧神经根向着上关节面或是残余椎板边缘靠近并发生卡压,导致神经根的栓系效应,而在行椎间孔扩大术后 C₅P 的发生率明显下降。本研究中,根据患者术后神经功能恢复情况可断定两种术式均使椎管容积扩大,脊髓得以向后漂移。通过测量椎间孔宽度也发现,C₅P 患者椎间孔宽度明显窄于无 C₅P 者,且差异有统计学意义($P<0.05$)。这也从侧面证实了椎板切除术的 C₅P 发生率较高的原因:椎板切除术对颈椎后柱结构切除较多,故可使脊髓向后有了更多的漂移空间,尽管在术中严格控制关节突关节的切除范围,但其椎间孔的狭窄仍然限制了神经根活动范围,使向后漂移的脊髓对其牵拉力增加,导致脊髓栓系的发生率也随之升高。有研究者发现,在 C₅P 患者中,术前 CT 冠状位均提示有明显椎间孔狭窄,其直径与无 C₅P 者比较差异有统计学意义($P<0.05$)^[18-20]。因此,推断出 C_{4/5} 椎间孔狭窄是 C₅P 的危险因素之一。有研究通过体外生物力学分析发现,椎间孔切除范围大于 50%就会降低脊柱稳定性,并可在术后引发患者出现持续的轴性疼痛。而切除小于 50%关节突即可解除神经根压迫,术后检查示椎间高度无明显丢失,生理曲度无明显异常,不影响脊柱稳定性^[21]。但本研究中也存在术前椎间孔宽度正常者术后仍然发生 C₅P 的情况,也再次证实了 C₅P 的发病机制繁多,除了脊髓漂移理论外可能还存在着其他的危险因素。此

外,本研究不足之处是术后未能为患者拍颈椎 CT 和 MRI,无法通过颈椎 K 线来初步预判术后减压效果或直观地判断出脊髓漂移与 C₅P 发生的具体关系。

综上所述,颈后路减压术对 CSS 的神经功能恢复疗效确切,可有效防止颈椎术后生理曲度的丢失,对维持颈椎稳定性起到积极的作用。单开门术对后柱结构破坏较少,发生脊髓栓系的可能小,术后 C₅P 发生率低。但 C₅P 发生与椎间孔狭窄关系密切,建议在手术时可常规预防性进行椎间孔扩大术。但鉴于样本数较小,随访时间较短,还有许多方面需要进一步探讨。

参考文献

- [1] Fang ZM, Lan B, Zhu TX, et al. Comparative Study On the Quality of Life in Patients with Prevertebral Or Retrosternal Reconstruction After Cervical Tubular Gastroesophagostomy[J]. Zhonghua Wei Chang Wai Ke Za Zhi, 2013, 16(11): 1088-1091.
- [2] Yoshikawa G, Kawashima M, Tsutsumi K. Carotid endarterectomy for treatment of tandem carotid stenosis in the presence of the anomalous origin of the occipital artery arising from the cervical internal carotid artery: a case report[J]. J Med Case Rep, 2013, 7(1): 254.
- [3] Yoichiro H, Tateru S, Hitoshi H, et al. Is posterior spinal cord shifting by extensive posterior decompression clinically significant for multisegmental cervical spondylotic myelopathy? [J]. Spine, 2005, 30(21): 2414-2419.
- [4] Chen Y, Chen D, Wang X, et al. C5 palsy after laminectomy and posterior cervical fixation for ossification of posterior longitudinal ligament[J]. J Spinal Disord Tech, 2007, 20(7): 533-535.
- [5] Chiba K, Toyama Y, Matsumoto M, et al. Segmental motor paralysis after expansive open-door laminoplasty[J]. Spine, 2002, 27(19): 2108-2115.
- [6] Epstein N. Posterior approaches in the management of cervical spondylosis and ossification of the posterior longitudinal ligament[J]. Surg Neurol, 2002, 58(3/4): 194-207, 207-208.
- [7] Uematsu Y, Tokuhashi Y, Matsuzaki H. Radiculopathy after laminoplasty of the cervical spine[J]. Spine, 1998, 23(19): 2057-2062.
- [8] 贾俊峰, 梁伟之, 高金伟. 两种减压植入内固定方式治疗颈椎管狭窄症: C₅ 神经根麻痹及稳定性[J]. 中国组织工程研究, 2013, 17(35): 6345-6350.
- [9] 王波, 陈德玉, 陈宇, 等. 单侧椎板成形与全椎板切除术后 C5 神经根麻痹发生率分析[J]. 脊柱外科杂志, 2013, 11(2): 81-85.
- [10] 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.
- [11] Hasegawa K, Homma T, Chiba Y. Upper extremity palsy following cervical decompression surgery results from a transient spinal cord lesion[J]. Spine, 2007, (下转第 471 页)

病例对照研究方法本身受到人群分层的影响,可能导致本研究结果出现偏差。(2)研究样本量的限制可能导致微效基因效应不能检出。(3)可能 Shank3 基因的表现遗传修饰在孤独症的致病中起了作用,而本研究不能检出。基于以上原因,有必要进一步扩大样本量对该基因进行家系为基础的关联研究和表观遗传方面的研究。

参考文献

[1] Volkmar FR, Lord C, Bailey A, et al. Autism and pervasive developmental disorders[J]. J Child Psychol Psychiatry, 2004, 45(1): 135-170.

[2] Bailey A, Le Couteur A, Gottesman I, et al. Autism as a strongly genetic disorder: evidence from a British twin study[J]. Psychol Med, 1995, 25(1): 63-77.

[3] Raab M, Boeckers TM, Neuhuber WL. Proline-rich synapse-associated protein-1 and 2 (ProSAP1/Shank2 and ProSAP2/Shank3)-scaffolding proteins are also present in postsynaptic specializations of the peripheral nervous system[J]. Neuroscience, 2010, 171(2): 421-433.

[4] Wendholt D, Spilker C, Schmitt A, et al. ProSAP-interacting protein 1 (ProSAPiP1), a novel protein of the postsynaptic density that links the spine-associated Rap-Gap (SPAR) to the scaffolding protein ProSAP2/Shank3[J]. J Biol Chem, 2006, 281(19): 13805-13816.

[5] Grubucker AM, Schmeisser MJ, Udvardi PT, et al. Amyloid beta protein-induced zinc sequestration leads to synaptic loss via dysregulation of the ProSAP2/Shank3 scaffold[J]. Mol Neurodegener, 2011(6): 65.

[6] 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.

[7] Yang CW, Fuh JL. C5 palsy after cervical spine decompression surgery[J]. J Chin Med Assoc, 2013, 76(7): 363-364.

[8] Yamanaka K, Tachibana T, Moriyama T, et al. C₅ palsy after cervical laminoplasty with instrumented posterior fusion[J]. J Neurosurg Spine, 2014, 16(1): 1-4.

[9] 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.

[10] Sasai K, Saito T, Akagi S, et al. Preventing C5 palsy after laminoplasty[J]. Spine, 2003, 28(17): 1972-1977.

[11] Zhang J, Tsuzuki N, Hirabayashi S, et al. Surgical anatomy of the nerves and muscles in the posterior cervical

[6] Soorya L, Kolevzon A, Zweifach J, et al. Prospective investigation of autism and genotype-phenotype correlations in 22q13 deletion syndrome and SHANK3 deficiency[J]. Mol Autism, 2013, 4(24): 18-20.

[7] Durand CM, Betancur C, Boeckers TM, et al. Mutations in the gene encoding the synaptic scaffolding protein SHANK3 are associated with autism spectrum disorders[J]. Nat Genet, 2007, 39(1): 25-27.

[8] Sykes NH, Toma C, Wilson N, et al. Copy number variation and association analysis of SHANK3 as a candidate gene for autism in the IMGSAC collection[J]. Eur J Hum Genet, 2009, 17(10): 1347-1353.

[9] Chen BY, Zou XB, Zhang J, et al. Copy-number variations of SHANK3 and related clinical phenotypes in children with autism[J]. Zhonghua Er Ke Za Zhi, 2011, 49(8): 607-611.

[10] Bozdagi O, Sakurai T, Papapetrou D, et al. Haploinsufficiency of the autism-associated Shank3 gene leads to deficits in synaptic function, social interaction, and social communication[J]. Mol Autism, 2010, 1(1): 164-176.

[11] Peca J, Feliciano C, Ting JT, et al. Shank3 mutant mice display autistic-like behaviours and striatal dysfunction[J]. Nature, 2011, 472(7344): 437-442.

[12] Qin J, Jia M, Wang L, et al. Association study of SHANK3 gene polymorphisms with autism in Chinese Han population[J]. BMC Med Genet, 2009, 10(7): 61.

(收稿日期: 2015-07-02 修回日期: 2015-10-24)

(上接第 468 页)

32(6): 197-202.

[12] 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.

[13] Yang CW, Fuh JL. C5 palsy after cervical spine decompression surgery[J]. J Chin Med Assoc, 2013, 76(7): 363-364.

[14] Yamanaka K, Tachibana T, Moriyama T, et al. C₅ palsy after cervical laminoplasty with instrumented posterior fusion[J]. J Neurosurg Spine, 2014, 16(1): 1-4.

[15] 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.

[16] Sasai K, Saito T, Akagi S, et al. Preventing C5 palsy after laminoplasty[J]. Spine, 2003, 28(17): 1972-1977.

[17] Zhang J, Tsuzuki N, Hirabayashi S, et al. Surgical anatomy of the nerves and muscles in the posterior cervical

spine: a guide for avoiding inadvertent nerve injuries during the posterior approach[J]. Spine, 2003, 28(13): 1379-1384.

[18] 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]. J Spinal Disord Tech, 2013, 26(4): 177-182.

[19] 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.

[20] Lubelski D, Derakhshan A, Nowacki AS, et al. Predicting C5 palsy via the use of preoperative anatomic measurements[J]. Spine J, 2013, 14(9): 1895-1901.

[21] 刘继军, 张伟, 阿尔宾, 等. 颈椎后路椎间孔开大预防颈 5 神经根麻痹临床疗效分析[J]. 包头医学院学报, 2013, 29(1): 30-34.

(收稿日期: 2015-07-08 修回日期: 2015-09-16)