

临床论著

短节段腰椎固定融合术治疗退变性腰椎侧凸的
并发症及危险因素分析

李冬月, 海涌, 孟祥龙, 杨晋才, 关立, 刘玉增, 康南

(首都医科大学附属北京朝阳医院骨科 100020 北京市)

【摘要】目的:回顾性研究后路短节段腰椎固定融合术治疗退变性腰椎侧凸的手术并发症,并分析其相关危险因素。**方法:**回顾性研究我院 2011 年 1 月~2015 年 12 月行后路短节段腰椎固定融合术的退变性腰椎侧凸患者 69 例。其中男性 28 例,女性 41 例。年龄 51~82 岁,平均 66.8±8.7 岁。收集所有患者的相关数据,包括一般资料、BMI、高血压病、糖尿病、心脏病、脑血管病、术前腰椎侧凸 Cobb 角、术前腰椎前凸角、手术时间、术中出血量、输血量、固定节段数以及相关并发症(早期并发症:伤口感染、脑脊液漏、硬膜外血肿等;远期并发症:症状性邻近节段退变、内固定失败等)。通过单因素分析上述临床因素与并发症发生的相关性,将有统计学意义的指标应用多因素 Logistic 回归方程分析,确定并发症发生的危险因素。**结果:**17 例(24.6%)患者出现并发症 19 例,其中 2 例(2.9%)患者出现 2 种并发症,无死亡病例发生。早期并发症包括伤口感染 3 例(4.3%,深部 2 例,表浅 1 例);脑脊液漏 2 例(2.9%);术后短暂下肢麻木或疼痛 1 例(1.4%);硬膜外血肿 1 例(1.4%);远期并发症包括症状性邻近节段退变(ASD)10 例(14.5%),3 例再次手术(4.3%);内固定失败 2 例(2.9%,连接棒脱落 1 例,螺钉松动 1 例)。单因素分析结果提示,早期并发症与糖尿病、术中出血量、手术时间、固定节段数有相关性($P<0.05$);远期并发症与术前腰椎侧凸 Cobb 角、术前腰椎前凸角、固定节段数有相关性($P<0.05$)。通过多因素 Logistic 回归分析模型,确定的早期并发症危险因素是手术时间、固定节段数($P<0.05$),远期并发症危险因素是术前腰椎侧凸 Cobb 角、术前腰椎前凸角($P<0.05$)。**结论:**短节段腰椎固定融合术治疗退变性腰椎侧凸最常见的并发症是症状性邻近节段退变,早期并发症的发生受到手术时间和固定节段数的影响,而远期并发症的危险因素是术前腰椎侧凸 Cobb 角和术前腰椎前凸角。

【关键词】短节段融合;退变性腰椎侧凸;并发症;危险因素

doi:10.3969/j.issn.1004-406X.2019.10.03

中图分类号:R682.3,R619 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2019)-10-0882-06

Complications and risk factors of short segment fusion for degenerative lumbar scoliosis/LI Dongyue, HAI Yong, MENG Xianglong, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2019, 29(10): 882-887

【Abstract】 Objectives: To review the surgical complications of short segmental lumbar fusion for degenerative lumbar scoliosis (DLS), and to analyze potential risk factors. **Methods:** From January 2011 to December 2015, 69 patients with degenerative lumbar scoliosis receiving short segmental lumbar fusion in our department were retrospectively investigated, including 28 males and 41 females. The mean age was 66.8±8.7 years old (range, 51-82 years). Clinical and surgical data were collected, including demographic information, BMI, hypertension, diabetes, heart disease, cerebrovascular disease, Cobb angle of lumbar scoliosis, preoperative lumbar lordosis, operation time, blood loss and transfusion, fusion segments and surgical complications (early and late). The correlations were analyzed between clinical factors and surgical complications using univariate analysis. Then the statistically significant indicators were integrated into Logistic regression analysis to determine the independent risk factors for complication. **Results:** The study cohort consisted of 69 cases, including 28 males and 41 females. A total of 17 cases (24.6%) developed surgical complications, while there were two complications in 2 individual patients each(2.9%), with no mortalities. Early complications included wound in

第一作者简介:男(1985-),主治医师,医学博士,研究方向:脊柱外科

电话:(010)85231229 E-mail:pku_ldy@126.com

通讯作者:海涌 E-mail:spinesurgeon@126.com

fection in 3 cases(4.3%, 2 cases of deep infection, 1 case of superficiality infection), cerebrospinal fluid leakage in 2 cases (2.9%), postoperative transient numbness or pain in lower limbs in 1 case (1.4%), epidural hematoma in 1 case(1.4%). Late complications included symptomatic adjacent segment degeneration (SASD) in 10 cases(14.5%) and revision in 3 cases(4.3%), internal fixation failure in 2 cases (rod falling off in 1 case and screw loosening in 1 case, 2.9%). The results of univariate analysis showed that the early complications were related to diabetes, intraoperative blood loss, operation time and fixed segment number($P<0.05$); the late complications were related to Cobb angle of lumbar scoliosis, lumbar lordosis angle and fixed segment number ($P<0.05$). The multivariate Logistic regression analysis showed that the risk factors of early complications include operation time and fusion segments($P<0.05$). The risk factors of late complications consist of Cobb angle of lumbar scoliosis and preoperative lumbar lordosis($P<0.05$). **Conclusions:** Symptomatic adjacent segment degeneration is the most common complication of short segment lumbar fusion for degenerative lumbar scoliosis. The risk factors of early complications include operation time and fusion segments, and that of late complications include Cobb angle of lumbar scoliosis and preoperative lumbar lordosis.

【Key words】 Short segment; Degenerative lumbar scoliosis; Complications; Risk factors

【Author's address】 Orthopaedics Department, Chaoyang Hospital Affiliated to Capital Medical University, Beijing, 100020, China

退变性腰椎侧凸 (degenerative lumbar scoliosis, DLS)是指侧凸 Cobb 角大于 10° 的退变性腰椎畸形^[1]。其特点是随着年龄增长而出现节段性失稳和由此引起的进行性畸形和疼痛。与腰椎管狭窄症相比较, DLS 有其独特性: 多见于 60 岁以上的老年人群, 其病因主要是继发于代谢变化的退变性病变, 特别是骨量减少或骨质疏松者, 并需排除特发性脊柱侧凸患者^[2]。目前后路短节段腰椎固定融合术是治疗 DLS 的一种重要的外科手术方式^[3,4]。本研究回顾性分析我院后路短节段腰椎固定融合术治疗的 DLS 患者的临床资料, 研究短节段固定融合手术的并发症特点, 同时探讨其危险因素。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性收集我院 2011 年 1 月~2015 年 12 月收治的 DLS 病例, 选取由同一组医师行后路短节段腰椎固定融合术治疗的患者。纳入标准: (1) 冠状面侧凸 Cobb 角 $10^\circ\sim 40^\circ$; (2) 患者均有明确下肢症状; (3) 无骨骼成熟前脊柱侧凸病史; (4) 保守治疗半年以上无效; (5) 均行单纯后路腰椎固定融合术, 且固定节段数 ≤ 3 ; (6) 病例须有完整的临床和随访资料。排除标准: (1) 既往腰椎手术病史; (2) 无确切随访资料或临床资料不全; (3) 肿瘤、创伤等其他非退行性腰椎侧凸患者。

依据上述标准共纳入 69 例患者, 其中男性 28 例, 女性 41 例, 年龄 51~82 岁, 平均 66.8 ± 8.7

岁, 65 岁以上患者 29 例(61.1%); 体质指数 (body mass index, BMI) $16.82\sim 35.36\text{kg/m}^2$, 平均 $25.3\pm 4.9\text{kg/m}^2$ 。

1.2 手术方式

根据术前的临床表现、体征、影像学资料 (包括脊柱全长正侧、左右 Bending 位及腰椎过伸过屈位 X 线片、腰椎 CT、腰椎 MRI), 必要时进行神经根阻滞, 定位引起临床症状的腰椎责任节段。

患者取俯卧位, 腰部正中切口, 剥离显露拟减压固定节段的腰椎小关节和横突, 剥离过程中注意保护最上端椎的关节突关节、棘上韧带、棘间韧带及周围软组织, 根据横突和小关节的位置置入椎弓根螺钉, X 线透视确认椎弓根钉位置良好后, 进行椎板间的扩大开窗减压或者椎板切除减压, 必要时切除上下关节突, 同时扩大侧隐窝和神经根管, 若同时伴有椎间盘突出压迫硬膜囊或神经根, 则进行椎间盘的切除。减压完毕后, 放置预弯的金属棒。通过适当力度的凹侧撑开、凸侧加压以及去旋转技术, 部分矫正腰椎侧后凸畸形, 并适当恢复腰椎的前凸。根据患者的骨质疏松情况, 不强行矫形, 只作适当力度的矫正即可。本研究中 19 例椎管及神经根管减压后, 侧凸仍僵硬, 矫形困难, 行原位固定融合。

植骨方式为椎间植骨和后外侧植骨。椎间植骨即切除椎间盘, 刮除终板软骨, 将减压碎骨置入 2ml 注射器内加压制成柱状, 置入椎间隙, 再置入相应大小椎间植骨器 (cage 内置入颗粒状碎骨)。后外侧植骨即显露横突, 将横突表面皮质磨粗糙,

并破坏融合节段间的小关节面,植入足量骨质。植骨的材料为自体切除骨质,如骨量仍不够,可选取异体骨混合自体骨进行植骨。手术结束后,应用冲洗器冲洗 3000ml 生理盐水。

1.3 观察指标

收集患者相关合并症(高血压病、糖尿病、心血管疾病、脑血管病)、手术相关因素(术前腰椎侧凸 Cobb 角、术前腰椎前凸角、手术时间、术中出血量及输血量、固定节段数)以及术后相关并发症(早期并发症包括伤口感染、脑脊液漏、硬膜外血肿等;远期并发症包括症状性邻近节段退变、内固定失败等)。

1.4 统计分析

应用 SPSS 17.0(SPSS 公司,美国)统计软件包进行统计分析,计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示,计数变量比较采用 χ^2 检验,计量变量比较采用 t 检验,单因素分析筛选出并发症的可能影响因素;然后对可能的因素进行多因素 Logistic 回归分析;检验水准 α 值取双侧 0.05, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 临床结果及随访情况

所有患者均顺利完成手术,无死亡病例,17 例出现并发症。术前腰椎侧凸 Cobb 角为 $21.12^\circ \pm 12.10^\circ$ ($10.7^\circ \sim 39.4^\circ$),术前患者腰椎前凸角为 $27.91^\circ \pm 11.83^\circ$ ($0.5^\circ \sim 42.1^\circ$)。手术时间 95~270min,平均 177.4 ± 55.6 min;失血量 400~1900ml,平均 772.6 ± 154.7 ml。所有患者术中均进行自体血加/不加异体血输血。所有患者均获得 6~48 个月随访,平均随访时间 25.5 ± 2.9 个月。

2.2 并发症情况

本组 17 例(24.6%)患者出现手术相关并发症,其中 2 例(2.9%)患者出现 2 个并发症,无死亡病例发生。总的手术相关并发症及不良事件发生率为 27.5%(19/69)。7 例(10.1%)出现早期并发症(1 个月内),包括伤口感染 3 例(4.3%),其中深部感染 2 例(2.9%),表浅感染 1 例(1.4%),清创手术+高等级抗生素治疗后治愈;脑脊液漏 2 例(2.9%),均无中枢系统感染;术后短暂下肢麻木或疼痛 1 例(1.4%),对症应用甘露醇 250ml+甲强龙 80mg 3d 后均好转;硬膜外血肿 1 例(1.4%),清除血肿后肌力及感觉均得到改善。

12 例(17.4%)出现远期并发症(1 个月以上)。症状性邻近节段退变(symptomatic adjacent segment degeneration, SASD)10 例,14.5%(图 1)。其中 3 例再次手术(4.3%),术后临床症状均获得明显改善。内固定失败 2 例(2.9%),1 例为连接棒脱落,1 例为螺钉松动,均行翻修手术。远期并发症的整体二次手术率为 7.2%(5/69)。

2.3 并发症发生的危险因素

本研究资料的相关临床因素(年龄、性别、BMI)、合并疾病(高血压病、糖尿病、心血管疾病、脑血管病)、术前腰椎侧凸 Cobb 角、术前腰椎前凸角、手术时间、术中出血量及输血量、固定节段数。单因素分析显示早期并发症的危险因素包括糖尿病、术中出血量、手术时间、固定节段数($P < 0.05$);远期并发症的危险因素包括术前腰椎侧凸 Cobb 角、术前腰椎前凸角、固定节段数($P < 0.05$,表 1)。多因素 Logistic 回归分析显示,手术时间、固定节段数是 DLS 出现早期并发症的危险因素($P < 0.05$),而术前腰椎侧凸 Cobb 角、术前腰椎前凸角是 DLS 远期并发症的危险因素($P < 0.05$)(表 2)。

3 讨论

随着社会的老龄化,DLS 需要手术治疗的患者数量逐年增加,短节段固定融合术是治疗 DLS 的一种常用手术方式^[3-6]。本研究中 DLS 的并发症发生率为 24.6%,最常见的并发症为 SASD,占比 14.5%。后路短节段腰椎固定融合术治疗 DLS 的早期并发症包括伤口感染(深部、浅表)、脑脊液漏、短暂下肢麻木或疼痛、硬膜外血肿等;远期并发症包括 SASD、内固定失败等。

后路短节段腰椎固定融合术治疗 DLS 的早期并发症包括伤口感染(深部、浅表)、脑脊液漏、短暂下肢麻木或疼痛、硬膜外血肿等。单因素分析的结果提示早期并发症与糖尿病、术中出血量、手术时间、固定节段数存在一定的关系。通过多因素 Logistic 回归分析模型,确定的早期并发症危险因素是手术时间、固定节段数。伤口感染多出现于术后早期,应予以早期治疗,可取得较好结果^[7,8]。Smith 等^[9]报道脊柱侧凸的伤口感染率 3.7%,他认为伤口感染的发生与手术切口的大小、内固定使用等有直接相关性。本研究中伤口感染发生率为 4.3%,略高于文献报道,考虑到 DLS 的侧凸畸形、

关节突增生严重,暴露与置钉时间较长有关。脑脊液漏也是腰椎手术的常见早期并发症,如果处理不当,可能导致伤口经久不愈、脑脊液囊肿、甚至中枢系统感染。文献报道^[10,11]后路腰椎固定融合术的脑脊液漏发生率为 2.7%,本研究中该并发症发生率为 2.9%,略高于文献报道。考虑到 DLS 致骨赘增生和椎管狭窄严重,硬脊膜受压甚至发生粘连,术中切除骨赘和间盘进行减压时,增加了硬脊膜撕裂的可能。张志平等^[12]认为手术节段较多是脑脊液漏的相关危险因素,而本研究中多因素

Logistic 回归分析也显示固定节段数与并发症密切相关。

术后短暂下肢麻木或疼痛,可能与减压过程中手术器械对神经根的反复挤压、长时间过度牵拉有关,也有学者^[13]认为与术中刺激背根神经节有关。硬膜外血肿可导致患者下肢肌力、感觉甚至二便功能障碍,必须予以重视。Kou 等^[14]报道腰椎术后硬膜外血肿发生率为 2.88%,其认为多节段腰椎手术是重要的危险因素。多节段脊柱手术增加了硬膜外静脉丛损伤,导致硬膜外血肿的高风



图 1 67 岁,女性,腰痛 8 年伴下肢麻木疼痛 3 年,加重半年 a、b 术前腰椎正侧位 X 线片提示退变性腰椎侧凸,侧凸 Cobb 角 29.7°,腰椎前凸角 34.4° c 术前腰椎 MRI 提示多节段退变,L4/5 节段(S1 腰化)硬膜压迫最为严重,术前神经根阻滞确认其为责任节段 d、e 术后腰椎正侧位 X 线片显示 L4/5 短节段腰椎固定融合术,内固定位置良好 f、g 术后 24 个月复查腰椎正侧位 X 线片显示内固定位置良好,侧凸 Cobb 角 21.3°,腰椎前凸角 38.0° h 术后 30 个月腰椎 MRI 提示融合固定节段下方 L5/S1 节段(S1 腰化)椎间隙高度明显降低,邻近节段发生退变,患者出现下肢麻木疼痛,保守治疗症状可部分缓解

Figure 1 A 67 years old female had back pain 8 years and lower limb numbness pain for 3 years, which intensified for half a year a, b Preoperative lumbar X-ray showed DLS with a Cobb angle of 29.7° and lumbar lordosis of 34.4° c Preoperative lumbar MRI showed multi-segment degeneration, and the compression was the most serious at L4/5 segment (S1 lumbarization). Preoperative nerve root block confirmed that L4/5 was the responsible segment d, e Lumbar X-ray showed L4/5 short-segment lumbar fusion at L4/5 and the instrumentation was well in place f, g 24 months after surgery, lumbar X-ray showed internal fixation in good position, with a Cobb angle of 21.3° and lumbar lordosis of 38.0° h 30 months after operation, lumbar MRI showed that the height of intervertebral space significantly decreased at L5/S1 segment (S1 lumbarization), and the adjacent segment became degenerated. The patient developed numbness in the lower extremities, which was partially relieved in response to conservative treatments

险^[15]。本研究中上述两种并发症的发生率均为 1.4%，其发生的高危因素与手术范围暴露较大，手术时间较长，所致的长时间牵拉神经、过多的损伤静脉丛有关，术后对症治疗后均获得不同程度改善。

后路短节段腰椎固定融合术治疗 DLS 的远期并发症包括 SASD、内固定失败等。单因素分析的结果提示远期并发症与术前腰椎侧凸 Cobb 角、术前腰椎前凸角、固定节段数存在一定的关系。通过多因素 Logistic 回归分析模型，确定的远期并发症危险因素是术前腰椎侧凸 Cobb 角、术前腰椎前凸角。DLS 术后出现 SASD 可能导致患者腰疼或下肢症状再发，症状严重者，需再手术治疗。DLS 固定融合术后远端之所以容易出现 ASD，有其特殊性，可能与以下因素相关：(1)腰椎

侧凸所致椎体骨赘增生及椎间盘退变，造成非融合的邻近节段也存在终板应力不均匀^[16]。(2)DLS 融合固定术后，邻近节段椎间盘来自上、下方向的应力增加明显，同时椎间盘需承受一定的侧方应力，且该节段承担了大部分的腰椎屈伸活动^[17]。(3)腰椎侧凸致远端邻近小关节退变严重^[18]。(4)腰椎侧凸在矢状面和冠状面通常存在轻度的移位或者不稳定，基于退变性代谢的变化，导致邻近节段的弹性活动较小^[19]。本研究中，14.5%(10/69)患者出现了 SASD，其中 3 例再手术治疗，考虑与 DLS 的腰椎侧凸以及前凸角均有一定的相关性。

内固定失败也是短节段固定融合的并发症之一，有报道显示 DLS 术后内固定失败率为 9%^[20]。文献报道^[21]的危险因素有年龄、术前矢状位序列不良、经椎弓根椎体截骨、矢状位序列纠正过度

表 1 并发症相关危险因素的单因素分析

Table 1 Univariate analysis of risk factors associated with complications

	并发症组 (n=15) Complications	无并发症组 (n=54) Non-complications	早期并发症统计学结果 Early complications	远期并发症统计学结果 Late complications
年龄(岁)Age	67.0±4.1	66.5±3.5	t=0.862, P=0.421	t=0.717, P=0.398
性别 sex			χ²=2.174, P=0.121	χ²=2.014, P=0.113
男 Male	10	18		
女 female	19	22		
BMI(kg/m²)	25.4±2.3	25.1±2.2	t=0.371, P=0.714	t=0.287, P=0.639
高血压(例)Hypertension	18	21	χ²=0.173, P=0.721	χ²=0.123, P=0.687
糖尿病(例)Diabetes	15	6	χ²=3.090, P=0.045	χ²=2.649, P=0.093
心脏疾病(例)Heart disease	4	7	χ²=1.325, P=0.331	χ²=1.689, P=0.426
脑血管病(例)Cerebral vascular disease	1	1	χ²=0.136, P=0.697	χ²=0.161, P=0.738
术前腰椎侧凸 Cobb 角(°)Cobb angle	26.6±6.1	18.8±5.4	t=0.621, P=0.396	t=3.707, P=0.006
腰椎前凸角(°)Lumbar lordosis	29.7±12.7	25.4±10.8	t=0.946, P=0.213	t=2.117, P=0.011
手术时间(min)Operative time	198.0±60.5	151.6±48.7	t=3.742, P=0.002	t=0.442, P=0.196
出血量(ml)Bleeding volume	920.9±211.3	628.8±163.8	t=2.334, P=0.041	t=0.974, P=0.138
输血量(ml)Transfusion volume	492.6±81.7	402.8±68.2	t=2.342, P=0.229	t=1.781, P=0.201
固定节段数(个)Fusion segment	2.76±0.84	1.98±0.65	t=2.490, P=0.017	t=1.591, P=0.038

表 2 并发症相关危险因素的多因素 Logistic 回归分析

Table 2 Multivariate logistic regression analysis of risk factors related with complications

	标准差 Standard deviation	Wald 值 Wald value	P 值 P value	OR 值 OR value	95%CI 下限 95%CI lower limit	95%CI 上限 95%CI upper limit
早期并发症 Early complications						
手术时间(min)Operative time	55.56	3.871	0.043	1.03	1.001	1.06
术中出血量(ml)Bleeding volume	154.7	0.051	0.867	0.987	0.938	0.999
固定节段数(个)Fusion segment	0.71	5.103	0.021	1.375	0.765	1.875
远期并发症 Late complications						
术前腰椎侧凸 Cobb 角(°) Cobb angle of scoliosis	12.1	2.177	0.017	2.342	1.223	3.475
术前腰椎前凸角(°)Lumbar lordosis	11.83	3.471	0.038	1.171	0.892	1.411

等。本研究中内固定失败的发生率为 2.9%，低于文献报道，考虑可能与术中注意脊柱矢冠面的平衡，避免过度矫形，术后注重抗骨质疏松治疗有关。

后路短节段腰椎固定融合术是治疗 DLS 的常用手术方式，其常见早期并发症为伤口感染、脑脊液漏等，常见的远期并发症为症状性 ASD 等。手术时间、固定节段数是预测此类手术早期并发症的高危因素，而术前腰椎侧凸 Cobb 角和术前腰椎前凸角与远期并发症有一定的相关性。因此，对于拟行短节段治疗的 DLS 患者，应提高警惕，做好围手术期处理，避免手术相关并发症的发生。本研究仍有一定的局限性：(1)患者数量有限；(2)为回顾性研究，未能严格遵循随机化原则；(3)所有手术操作均由同一组医师完成，可能对结果造成偏倚。

4 参考文献

- Russo A, Bransford R, Wagner T, et al. Adult degenerative scoliosis insights, challenges, and treatment outlook [J]. *Curr Orthop Pract*, 2008, 19(4): 357-365.
- Aebi M. The adult scoliosis[J]. *Eur Spine J*, 2005, 14(10): 925-948.
- Wang N, Wang D, Wang F, et al. Evaluation of degenerative lumbar scoliosis after short segment decompression and fusion [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2015, 94(47): e1824.
- Lee N, Yi S, Shin DA, et al. Progression of coronal cobb angle after short-segment lumbar interbody fusion in patients with degenerative lumbar stenosis[J]. *World Neurosurg*, 2016, 89: 510-516. doi: 10.1016/j.wneu.2016.01.051.
- Lee KY, Kim MW, Im CS, et al. Radiologic and clinical courses of degenerative lumbar scoliosis (10° - 25°) after a short-segment fusion[J]. *Asian Spine J*, 2017, 11(4): 570-579.
- Schwarzenbach O. Short segment treatment of adult degenerative scoliosis with TLIF L3/L4[J]. *Eur Spine J*, 2011, 20(3): 510-511.
- Wimmer C, Gluch H. Management of postoperative wound infection in posterior spinal fusion with instrumentation [J]. *J Spinal Disord*, 1996, 9(6): 505-508.
- Rohmiller MT, Akbaria BA, Raiszadeh K, et al. Closed suction irrigation for the treatment of postoperative wound infections following posterior spinal fusion and instrumentation [J]. *Spine(Phila Pa 1976)*, 2010, 35(6): 642-646.
- Smith JS, Shaffrey CI, Sansur CA, et al. Rates of infection after spine surgery based on 108,419 procedures: a report from the scoliosis research society morbidity and mortality committee[J]. *Spine(Phila Pa 1976)*, 2011, 36(7): 556-563.
- Stromqvist F, Jonsson B, Stmmqvist B. Dural lesions in lumbar disc hemiation surgery: incidence, risk factors, and outcome[J]. *Eur Spine J*, 2010, 19(3): 439-442.
- Stromqvist F, Jonsson B, Stmnlqvist B. Dural lesions in decompression for lumbar spinal stenosis: incidence, risk factors and effect on outcome[J]. *Eur Spine J*, 2012, 21(5): 825-828.
- 张志平, 郭昭庆, 孙垂国, 等. 退变性腰椎疾患后路减压术后脑脊液漏的相关因素分析及处理[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2014, 24(10): 906-911.
- Govind J. Lumbar radicular pain[J]. *Aust Fam Physician*, 2004, 33(6): 409-412.
- Kou J, Fischgrund J, Biddinger A, et al. Risk factors for spinal epidural hematoma after spinal surgery [J]. *Spine*, 2002, 27(15): 1670-1673.
- Greon RJM, Ponsen H. The spontaneous spinal epidural hematoma: a study of etiology[J]. *J Neurol Sci*, 1990, 98(23): 121-138.
- Goto K, Tajima N, Chos AE, et al. Effects of lumbar spinal fusion on the other lumbar intervertebral levels (three-dimensional finite element analysis)[J]. *J Orthop Sci*, 2003, 8(4): 577-584.
- Edwards CC, Bridwell KH, Patel A, et al. Long adult deformity fusions to L5 and the sacrum. A matched cohort analysis[J]. *Spine(Phila Pa 1976)*, 2004, 29(18): 1996-2005.
- Lee CS, Hwang CJ, Lee SW, et al. Risk factors for adjacent segment disease after lumbar fusion [J]. *Eur Spine J*, 2009, 18(11): 1637-1643.
- Kumar MN, Baklanov A, Chopin D. Correlation between sagittal plane changes and adjacent segment degeneration following lumbar spine fusion[J]. *Eur Spine J*, 2001, 10(4): 314-319.
- Smith JS, Shaffrey E, Klineberg E, et al. Prospective multicenter assessment of risk factors for rod fracture following surgery for adult spinal deformity [J]. *J Neurosurg Spine*, 2014, 21(6): 994-1003.
- Smith JS, Shaffrey CI, Ames CP, et al. Assessment of symptomatic rod fracture after posterior instrumented fusion for adult spinal deformity[J]. *Neurosurgery*, 2012, 71(4): 862-867.

(收稿日期:2018-11-28 末次修回日期:2019-10-09)

(英文编审 庄乾宇/谭 啸)

(本文编辑 姜雅浩)