

临床论著

成人脊柱侧凸患者长节段脊柱融合术后髋关节疼痛与脊柱-骨盆-髋关节参数的相关性分析

司 高^{1,2}, 李 彤², 于 森¹, 刘晓光¹

(1 北京大学第三医院骨科 100191 北京市; 2 北京大学医学部 100191 北京市)

【摘要】目的:探讨成人脊柱侧凸患者长节段脊柱融合术后髋关节疼痛与脊柱-骨盆-髋关节参数的相关性。**方法:**回顾 2009 年 12 月~2015 年 8 月于北京大学第三医院行长节段脊柱融合固定手术(融合节段数≥4,下端固定至骶髂骨)、术前无髋部疼痛或髋臼发育不良、临床资料完整、随访 2 年以上的成人脊柱侧凸患者 76 例,根据末次随访是否有髋部疼痛分为疼痛组及对照组,其中疼痛组 34 例,对照组 42 例。两组间年龄、性别、融合节段数、身体质量指数(body mass index,BMI)及是否行第二骶椎骶髂(sacral-2 alar iliac,S2AI)螺钉固定均无统计学差异($P>0.05$)。记录疼痛组末次随访髋部疼痛 VAS 评分;在骨盆正位 X 线片上分别测量和记录两组患者术前及末次随访时的髋臼覆盖率、tonnis 角、中心边缘角(CE 角),在全脊柱正侧位 X 线片上测量和记录手术前及末次随访时的腰椎前凸角(lumber lordosis,LL)、骶骨倾斜角(sacrum slope,SS)及骨盆入射角(pelvic incidence,PI)、Cobb 角、冠状位平衡(coronal vertical axis,CVA)、矢状位平衡(sagittal vertical axis,SVA),运用 t 检验、方差分析及 Person 相关性检验等方法进行两组间参数变化的比较及疼痛组髋臼覆盖率、tonnis 角、CE 角变化量与 LL、SS、PI 变化量的相关性分析。**结果:**疼痛组末次随访时髋部疼痛 VAS 评分 3.9 ± 1.4 分(2~7 分);两组间术前与末次随访时髋臼覆盖率的变化、CE 角的变化有统计学差异($P<0.05$),tonnis 角、LL、SS、PI、CVA、SVA、Cobb 角的变化无显著性差异($P>0.05$)。疼痛组术前与末次随访时髋臼覆盖率的变化与 LL 的变化有显著相关性($P<0.05$),与 SS、PI 变化量无显著相关性,CE 角、tonnis 角与 LL、SS、PI 的变化无显著相关性($P>0.05$)。**结论:**成人脊柱侧凸患者长节段脊柱融合术后髋部疼痛与髋臼覆盖率及 CE 角变化相关,且髋臼覆盖率变化与 LL 变化相关。

【关键词】脊柱侧凸; 髋关节; 脊柱-骨盆参数; 髋臼覆盖率; 成人

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2018.11.05

中图分类号:R683.2 文献标识码 A 文章编号:1004-406X(2018)-11-0989-06

Correlation analysis between postoperative hip pain and spino-pelvic-hip parameters in adult scoliosis patients after long-segment spinal fusion/SI Gao, LI Tong, YU Miao, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2018, 28(11): 989-994

[Abstract] **Objectives:** To explore the correlations between postoperative hip pain and spino-pelvic-hip parameters in adult scoliosis patients after long-segment spinal fusion. **Methods:** This study was a retrospective analysis of a cohort of 76 adult scoliosis patients who underwent long-segment spinal fusions at Peking University Third Hospital between December 2009 and August 2015. The inclusion criteria included: (1) at least four segments involved, with the lower end of fixation at sacrum or ilium; (2) no preoperative hip pain or acetabular dysplasia; (3) complete clinical data; and (4) at least two years of follow-up. The patients were divided into pain group(PG) and control group(CG) based on whether hip pain was reported at the end of follow-up. There were 34 cases in PG and 42 in CG. There were no significant differences in age, gender, number of fusion segments, body mass index(BMI) and the use of sacral-2 alar iliac(S2AI) screw between the two groups($P>0.05$). Visual analog scale(VAS) was used to assess the postoperative hip pain in PG patients. Two sets of parameters were measured and recorded for all patients before and after the fusion surgery. The first set was based on anterior pelvic radiograph and consisted of acetabular coverage, tonnis angle, central-

第一作者简介:男(1992-),医学博士在读,研究方向:脊柱外科

电话:(010)82267012 E-mail:si_gao@126.com

通讯作者:刘晓光 E-mail:puth_lxg@163.com

edge angle(CE angle); the second set was measured on both anterior and lateral full-spine radiographs, including lumbar lordosis(LL), sacrum slope(SS), pelvic incidence(PI), Cobb angle, coronal vertical axis(CVA) and sagittal vertical axis(SVA). *t*-test, variance analysis, and Pearson correlation analysis were used to compare the parameters between groups and analysis correlations of acetabular coverage, tonnis angle, CE angle variables and LL, SS and PI variables in PG. **Results:** The average VAS score of PG patients was 3.9 ± 1.4 (range: 2~7). There were statistically significant differences in the alterations of acetabular coverage and CE angle between the two groups($P < 0.05$), but none in those of tonnis angle, LL, SS, PI, CVA, SVA and Cobb angle. The alteration of acetabular coverage before and after operation in PG was significantly correlated with that of LL ($P < 0.05$), while CE angle and tonnis angle were not significantly correlated with spinal-pelvic parameters($P > 0.05$). **Conclusions:** There is significant correlation between hip pain and acetabular coverage, CE angle after long-segment spinal fusion of adult scoliosis patients, and acetabulum coverage changes are correlated with changes in LL in the PG.

[Key words] Scoliosis; Hip joint; Spine-pelvic parameters; Acetabular coverage; Adult

[Author's address] Department of Bone Surgery, Peking University Third Hospital, Beijing, 100191, China

成人脊柱侧凸是涉及脊柱畸形和退行性改变的脊柱外科疾病，按其原因主要分为成人特发性脊柱侧凸和成人退行性脊柱侧凸。基于近十余年的流行病学研究，成人脊柱侧凸的患病率约为17.0%~29.4%^[1,2]，其中60岁以上的老年人患病率高达60.0%^[3]。随着社会老龄化加速，成人脊柱畸形已成为一个严重的社会健康问题^[4,5]。成人脊柱侧凸可引起多种临床症状，主要包括腰背痛、神经功能障碍、劳动能力丧失等，并会进行性加重，部分患者也可表现为脊柱矢状面和冠状面倾斜。这种脊柱畸形在其生活中通常会造成日常生活功能减退，包括下肢步态改变，下肢力线异常，从而累及髋、膝、踝等负重关节，加速其骨关节病进展。手术治疗是缓解患者临床症状的重要方式之一，主要目的是减轻疼痛、稳定脊柱、重建脊柱平衡。目前成人脊柱侧凸的手术方式多为单纯减压、减压并短节段固定或减压并长节段固定^[3]。已有研究表明，脊柱融合固定术虽能较好地矫正畸形，改善平衡状态，但其对邻近运动节段增加的生物应力可能导致邻近节段退变加速，需要进行额外的外科干预^[6]。而固定至骶骨或髂骨的长节段脊柱融合固定术是否会影响髋、膝和踝关节运动轨迹，尤其是与骨盆密切相关的髋关节会受到多大影响，目前相关研究仍较少。本研究通过回顾性分析行长节段脊柱融合术的成人脊柱侧凸患者资料，测量手术前后脊柱-骨盆-髋关节参数，旨在探讨成人脊柱侧凸患者行长节段脊柱融合术后髋关节疼痛与脊柱-骨盆-髋关节参数的关系。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取2009年12月~2015年8月就诊于我院的成人脊柱侧凸患者。纳入标准：(1)年龄>18岁；(2)Cobb角>10°；(3)行长节段脊柱融合固定手术(融合节段数≥4，下端固定至骶髂骨)；(4)术前无髋部疼痛或髋臼发育不良；(5)临床资料完整；(6)随访2年以上。排除标准：(1)合并先天性疾病、脊髓损伤、骨骼肌肉发育异常等影响诊断的情况；(2)既往有脊柱、骨盆、髋关节或其他可能影响脊柱-骨盆-髋关节参数的手术史；(3)合并骨盆畸形、下肢不等长、腰椎滑脱等可能影响测量数据的情况。

共纳入76例患者，其中男性22例，女性54例，年龄 58.7 ± 14.5 岁(20~76岁)，行脊柱融合节段数为4~13个且均固定到骶髂骨，身体质量指数(body mass index, BMI)为 $26.0 \pm 4.4 \text{kg}/\text{m}^2$ (16.8~34.5kg/m²)。76例患者术前均无髋部疼痛或髋臼发育不良病史。根据末次随访有无髋部疼痛分为疼痛组和对照组，其中疼痛组34例，左髋疼痛10例，右髋疼痛10例，双髋疼痛14例；对照组42例。引起髋关节疼痛姿势，左侧：屈曲4例，后伸3例，外展10例，内收6例，外旋1例；右侧：屈曲4例，后伸7例，外展3例，内收6例，内旋2例，外旋1例；疼痛区域：骶髂关节5例，臀部后方15例，股骨大转子10例，腹股沟区3例，其他1例；疼痛VAS评分 3.9 ± 1.4 分(2~7分)。两组患者年龄、性别、融合节段数、BMI及是否行第二骶椎骶髂(sacral-2 alar iliac, S2AI)螺钉固定均无统计

学差异(表 1)。所有患者经过至少 2 年随访, 随访时间为 66.2 ± 22.8 个月(24~110 个月), 症状出现时间为术后 14.5 ± 5.8 个月(5~27 个月)。对疼痛组患者予对症治疗, 包括健康教育、减肥、关节活动度训练、肌力训练、止痛药物等, 并定期复查, 截至目前疼痛症状无进展。

1.2 观察指标

所有患者术后定期复查, 对于术后出现髋部疼痛症状的患者, 采用疼痛视觉模拟量表(VAS)评分(10 分法)进行评价, 并记录髋部疼痛区域(髂前上棘、髂嵴、髂后上棘、骶髂关节、股骨大转子、耻骨联合、坐骨结节背侧、坐骨结节下端、腹股沟区、臀后方髋关节、梨状肌)。

影像学测量: 所有患者手术前及末次随访时行站立位脊柱全长正、侧位 X 线片。摄片体位: 直立, 伸膝、髋关节, 平视前方, 肘关节屈曲、置于同

表 1 疼痛组和对照组患者一般资料比较 ($\bar{x} \pm s$)

Table 1 Comparisons of demographic information between the pain group and the control group

	疼痛组 Pain group (n=34)	对照组 Control group (n=42)	P
年龄(岁) Age (years)	61.7 ± 12.7	56.5 ± 16.6	0.191
性别(n, 男/女) Sex ratio(male/female)	8/26	9/33	0.287
融合节段(个) Number of segments in the fusion	6.1 ± 2.4	6.5 ± 2.0	0.568
体重指数(kg/m^2) BMI	26.7 ± 4.0	25.6 ± 4.6	0.368
S2AI(例) Number of S2AI cases	8	10	0.698

注: ①S2AI, 经 S2 髋臼关节螺钉

Note: ①S2AI, second sacral alar-iliac screw fixation



侧锁骨上。摄影范围包括颅底到近端股骨。通过医院影像归档和通讯系统(Picture Archiving and Communication Systems, PACS)(GE 公司)存储和提取数字化图像进行测量。为减少系统偏移, 由 2 位骨科医师单独完成测量, 取平均值。测量的脊柱-骨盆参数包括:(1)腰椎前凸角(lumber lordosis, LL), L1 椎体上终板与 S1 椎体上终板之间的角度;(2)骶骨倾斜角(sacral slope, SS), S1 上终板与水平线的夹角;(3)骨盆入射角(pelvic incidence, PI), 经过 S1 上终板中点和双侧股骨头中心连线的中点(hip axis, HA)的直线, 与经 S1 终板中点垂直于 S1 终板的直线的夹角;(4)冠状位平衡(coronal vertical axis, CVA), C7 铅垂线与骶骨中垂线间的距离;(5)矢状位平衡(sagittal vertical axis, SVA), S1 后上缘与经 C7 椎体中心所作的铅垂线的距离。髋关节参数(图 1)包括:(1)中心边缘角(CE 角), 股骨头中心至髋臼外上缘连线, 与经股骨头中心垂线相交的夹角;(2)髋臼覆盖率, 股骨头受髋臼覆盖部分的横径除以股骨头的横径;(3)tonnis 角, 经过髋臼眉弓内缘的水平线和连接髋臼眉弓内缘及外缘连线的夹角。所有髋关节参数均进行双侧测量。

1.3 统计学方法

采用 SPSS 17.0 统计学软件对数据进行统计分析, 为比较术前与末次随访各参数变化, 计算各参数术前及末次随访的变化量 Δ (术前-末次随访)。符合正态分布的计量资料采用 $\bar{x} \pm s$ 表示, 组间比较采用 t 检验和方差分析; 疼痛组髋臼覆盖率、tonnis 角、CE 角变量与 LL、SS、PI 变量的相关性采用 Person 相关性检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

图 1 部分髋关节参数测量方法 a 中心边缘角, 股骨头中心至髋臼外上缘连线, 与经股骨头中心垂线相交的夹角 b 髋臼覆盖率, 股骨头受髋臼覆盖部分的横径除以股骨头的横径

Figure 1 Measurements of selected hip joint parameters **a** Center-edge angle: the angle between the line from the center of femoral head to the upper rim of the acetabulum, and the perpendicular line through the center of femoral head **b** Acetabular coverage: the transverse diameter of the femoral head covered by the acetabulum divided by the transverse diameter of the femoral head

2 结果

两组间术前与末次随访时髋臼覆盖率的变化、CE角的变化有统计学差异($P<0.05$)，tonnis角、LL、SS、PI、CVA、SVA、Cobb角的变化无显著性差异($P>0.05$,表2)。疼痛组术前与末次随访时髋臼覆盖率的变化与LL的变化有显著相关性($P<0.05$)，与SS、PI的变化量无显著相关性($P>0.05$)，CE角、tonnis角与LL、SS、PI的变化无显著相关性($P>0.05$)(表3)。此外疼痛组18例患者末次随访时髋部正位X线片上可见髋臼上缘密度增高，股骨头凹边缘微小骨赘形成或关节间隙狭窄等髋关节退变表现。

3 讨论

骨盆对维持人体姿态极为关键，脊柱和骨盆间通过协同作用来维持正常的矢状位和冠状位平衡。这种静立位姿态是人体维持日常最小化耗能的基础。髋关节是链接躯干骨盆和下肢的传动轴，同时在运动过程中，髋关节也是行走的初始发力点，既带动了下肢行走前进，同时稳定了骨盆和脊

柱的自我平衡调节。在脊柱发生病变时，尤其是腰椎前凸减少或者消失时(例如强直性脊柱炎)，通过弯曲膝盖、调节骨盆倾斜等代偿机制可以改变腰椎前凸来帮助维持正常的脊柱姿态^[7]，但这些动作对于人体仍需要消耗大量能量^[8]。人体脊柱骨盆相对位置对于髋关节也是十分重要的，脊柱退行性病变可以通过骨盆倾斜的代偿机制影响髋关节，从而增加髋关节所受压力，导致髋关节撞击综合征或者骨性关节炎的出现。随着社会人口老龄化加剧，退变性脊柱关节病发病率也在不断增加。1983年Offierski和MacNab就曾报道过脊柱-髋关节综合征^[9]，髋关节骨性关节炎可导致髋关节出现屈曲畸形，从而使骨盆前倾。作为代偿，腰椎将不得不过度前凸来维持矢状位平衡^[9]。而脊柱侧凸可能使骨盆方向发生变化，将脊柱代偿性地调整至最适位置。这些造成骨盆倾斜的改变都可能加速髋关节退变并引起髋部不适。但长节段脊柱融合术作为脊柱侧凸常用手术方式，其对髋关节的影响尚无明确观点。本研究通过对76例脊柱侧凸长节段脊柱融合术后患者的脊柱-骨

表2 疼痛组和对照组脊柱-骨盆-髋关节参数 ($\bar{x}\pm s$)

Table 2 Comparisons of spinopelvic-hip parameters between the pain group and the control group

参数 Parameters	疼痛组 Pain group(n=34)			对照组 Control group(n=42)		
	术前 Preoperative	末次随访 Final follow-up	变化量 Alteration	术前 Preoperative	末次随访 Final follow-up	变化量 Alteration
腰椎前凸角(°) Lumber lordosis	20.2±25.1	24.3±28.8	2.6±17.3	26.5±21.2	30.4±16.3	-6.0±16.0
骶骨倾斜角(°) Sacrum slope	22.1±9.2	28.2±7.0	-1.4±8.3	24.8±12.7	27.6±10.4	-3.9±9.1
骨盆入射角(°) Pelvic incidence	47.4±11.3	48.4±14.2	1.2±12.5	51.3±12.4	51.3±12.5	-1.3±6.6
冠状位平衡(mm) Coronal vertical axis	16.7±60.3	6.8±34.4	2.5±40.3	13.2±28.4	8.7±25.3	3.2±28.2
矢状位平衡(mm) Sagittal vertical axis	79.2±81.3	56.5±31.7	-19.2±37.0	50.8±48.4	52.6±37.3	5.0±51.4
Cobb角(°) Cobb angle	53.1±14.0	14.2±8.6	21.2±9.3	49.5±14.0	13.3±6.5	16.0±12.1
髋臼覆盖率 Acetabular coverage						
左 Left	83.2±7.3	81.6±6.0	0.67±3.1	83.6±6.1	84.3±6.0	-1.3±2.8 ^①
右 Right	83.4±6.4	82.6±6.4	0.75±3.6	83.5±6.1	83.8±5.9	-0.90±2.8 ^①
tonnis角 tonnis angle						
左 Left	6.1±3.5	6.8±6.7	-2.4±4.7	6.4±6.2	6.5±6.6	-0.31±3.8
右 Right	4.0±4.6	5.2±6.2	-0.04±3.9	7.2±6.4	6.6±7.0	0.30±3.3
CE角 CE angle						
左 Left	31.2±9.3	33.1±7.5	0.27±3.3	33.6±6.9	34.1±7.7	-1.7±3.9 ^①
右 Right	36.6±7.4	36.1±8.6	1.8±3.0	34.3±7.7	34.5±7.2	-0.1±3.9 ^①

注:①与疼痛组比较 $P<0.05$

Note: ①Compared with pain group, $P<0.05$

表 3 疼痛组脊柱-骨盆-髋关节参数相关性分析**Table 3 Correlation analysis between spino-pelvic-hip parameters in pain group**

参数 Parameters	Δ 腰椎前凸角 ΔLL	Δ 骶骨倾斜角 ΔSS	Δ 骨盆入射角 ΔPI
Δ 髋臼覆盖率 Δ Acetabular coverage			
左 Left	-0.516 ^①	-0.288	0.300
右 Right	-0.417 ^①	-0.268	-0.470
Δ Tonnis 角 Δ Tonnis angle			
左 Left	-0.014	0.205	0.141
右 Right	-0.027	0.104	0.296
Δ CE 角 Δ CE angle			
左 Left	0.012	-0.076	0.195
右 Right	0.263	0.071	-0.119

注:① $P<0.05$ Note: ① $P<0.05$

盆-髋关节参数进行测量,探索脊柱融合术后髋关节疼痛与脊柱-骨盆-髋关节参数的相关性。髋关节是人体最大且最稳定的关节,由髋臼和股骨头组成。髋关节疼痛是临幊上常见的症状,但髋关节周围肌肉、韧带等软组织多,结构复杂。而疼痛常定位模糊,并不能被触及,可能分布于髋部、腹股沟区域、臀后方等区域,许多严重程度不同的疾病往往表现相似。因此,髋关节疼痛一直是临幊上诊断困难的疾病之一。髋臼覆盖率及 CE 角均为测量股骨头与髋臼相对关系的参数,可显示股骨头在髋臼内的稳定程度。tonnis 角则是通过测量骨盆 X 线平片中髋臼承重面的倾斜程度,间接反映髋臼与股骨头间相对位置变化。经分析,两组间年龄、性别、融合节段数、BMI 均无统计学差异。疼痛组与对照组术前与末次随访时髋臼覆盖率的变化、CE 角的变化有统计学差异,提示长节段脊柱融合术后髋部疼痛可能由于髋臼与股骨头相对位置发生变化,从而降低髋臼覆盖程度,加速髋关节退变。疼痛组 18 例患者末次髋部正位 X 线片上可见髋臼上缘密度增高,股骨头凹边缘微小骨赘形成或关节间隙狭窄等髋关节退变表现,也进一步证实了本研究的观点。在疼痛组脊柱-骨盆-髋关节参数相关性分析中,其术前及末次随访髋臼覆盖率的变化与 LL 的变化具有显著相关性,进一步提示脊柱融合手术可能通过改变腰椎前凸程度引起骨盆前倾,从而改变髋臼与股骨头间的相对位置关系,髋臼后方覆盖率降低,增加关节活动时股骨头软骨与骨面的撞击,加速关节退化,并且术后局部肌肉应力分布产生变化,如臀大肌、臀

中肌、髂腰肌等,短期可引起髋关节疼痛。我们也分析了融合节段数是否会增加术后出现髋部疼痛的可能。对两组脊柱融合节段数进行统计,并无统计学差异,提示脊柱融合节段数与术后是否出现髋部疼痛可能并无联系,这与 Kinon 等^[10]的观点基本一致。本研究中进行 S2AI 融合固定的患者共疼痛组 8 例,对照组 10 例,末次随访时均未出现螺钉松动,两组无统计学差异,这也印证了 S2AI 融合固定并不会造成患者髋部关节疼痛。

在本研究中,约有 44% 的患者末次随访出现髋部疼痛,VAS 评分为 3.9±1.4 分(2~7 分),术后随访时对引起患者髋部疼痛的姿势进行统计,左侧:屈曲 4 例,后伸 3 例,外展 10 例,内收 6 例,外旋 1 例;右侧:屈曲 4 例,后伸 7 例,外展 3 例,内收 6 例,内旋 2 例,外旋 1 例。已有报道,长节段脊柱融合会将力转移至邻近运动节段和关节上,对邻近节段关节产生巨大的压力。而这些长融合体也同时改变了邻近节段或关节的生物力学环境和负荷共享能力^[11~13]。固定至骶骨或髂骨的长节段融合产生的异常压力也可以转移到骨盆和髋关节,在髋部施加压力^[14,15]。这些理论也在本研究中得到证实。

本研究结果显示,成人脊柱侧凸患者长节段脊柱融合术后出现髋部疼痛与髋臼覆盖率及 CE 角的变化相关,且疼痛组髋臼覆盖率与 LL 的变化显著相关,提示长节段脊柱融合术可能通过改变 LL 从而改变脊柱生物力学环境,相邻部位所承受应力进行重新分配,影响髋臼与股骨头相对位置关系而降低髋关节稳定性,最终导致术后部分患者髋关节退变加速导致疼痛。但本研究为单中心回顾性研究,导致了内在缺陷是样本量较少和局限的医生手术经验,使得我们很难得到概括性的结论;其次,髋部疼痛的症状是相对主观的,从患者病历资料或术后随访中获得,导致很难客观地量化患者在本研究中髋部病变的程度和数量;此外,由于部分患者术前已经存在腰部或臀部疼痛,所以很难界定他们的术后疼痛是否单一来源于髋关节或是其他部位;最后我们的主要研究目的是确定导致长节段脊柱融合术后髋部疼痛和脊柱-骨盆-髋关节参数间的联系,从而对其机制进行分析推测,而长段融合对骨盆-髋关节作用的力学分析及造成退变加速的程度还需要进一步研究。Schroeder 等的研究中曾报道了,髋部畸形

可以发生在75%接受长节段融合的患者身上^[16],术后产生的应力可能会被骶髂融合所吸收或终止于髂骨,但其是否也会引起术后疼痛还需要更进一步证实。此外,本研究没有利用类似嵌入式操作系统(embedded operation system, EOS)三维立体全身骨骼X线成像系统获取全脊柱及下肢髋-膝-踝关节的变化,未能观察其他两个关节在脊柱融合术后的变化趋势。

4 参考文献

1. Jimbo S, Kobayashi T, Aono K, et al. Epidemiology of degenerative lumbar scoliosis: a community-based cohort study [J]. Spine(Phila Pa 1976), 2012, 37(20): 1763–1770.
2. Watanuki A, Yamada H, Tsutsui S, et al. Radiographic features and risk of curve progression of de-novo degenerative lumbar scoliosis in the elderly: a 15-year follow-up study in a community-based cohort[J]. J Orthop Sci, 2012, 17(5): 526–531.
3. Schwab F, Dubey A, Pagala M, et al. Adult scoliosis: a health assessment analysis by SF-36[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2003, 28(6): 602–606.
4. Swank S, Lonstein JE, Moe JH, et al. Surgical-treatment of adult scoliosis: a review of 222 cases[J]. J Bone Joint Surg Am, 1981, 63(2): 268–287.
5. Dickson JH, Mirkovic S, Noble PC, et al. Results of operative treatment of idiopathic scoliosis in adults [J]. J Bone Joint Surg Am, 1995, 77(4): 513–523.
6. Schlegel JD, Smith JA, Schleusener RL. Lumbar motion segment pathology adjacent to thoracolumbar, lumbar, and lumbosacral fusions[J]. Spine, 1996, 21(8): 970–981.
7. Vaz G, Roussouly P, Berthonnaud E, et al. Sagittal morphology and equilibrium of pelvis and spine[J]. Eur Spine J, 2002, 11(1): 80–87.
8. Klineberg E, Schwab F, Smith JS, et al. Sagittal spinal pelvic alignment[J]. Neurosurg Clin N Am, 2013, 24(2): 157–162.
9. Offierski CM, MacNab I. Hip spine syndrome[J]. Spine, 1983, 8(3): 316–321.
10. Kinon MD, Nasser R, Nakhla JP, et al. Predictive parameters for the antecedent development of hip pathology associated with long segment fusions to the pelvis for the treatment of adult spinal deformity[J]. Surg Neurol Int, 2016, 7: 93.
11. Ekman P, Moller H, Shalabi A, et al. A prospective randomised study on the long-term effect of lumbar fusion on adjacent disc degeneration[J]. Eur Spine J, 2009, 18(8): 1175–1186.
12. Hilibrand AS, Robbins M. Adjacent segment degeneration and adjacent segment disease: the consequences of spinal fusion[J]. Spine J, 2004, 4(6 Suppl): 190S–194S.
13. Park P, Garton HJ, Gala VC, et al. Adjacent segment disease after lumbar or lumbosacral fusion: review of the literature[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2004, 29(17): 1938–1944.
14. Edwards CC 2nd, Bridwell KH, Patel A, et al. Thoracolumbar deformity arthrodesis to L5 in adults: the fate of the L5–S1 disc[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2003, 28(18): 2122–2131.
15. Quan GM, Wilde P. Fractured neck of femur below long spinopelvic fixation for Charcot spine: a case report [J]. J Med Case Rep, 2013, 7: 277.
16. Schroeder JE, Cunningham ME, Ross T, et al. Early results of sacroiliac joint fixation following long fusion to the sacrum in adult spine deformity[J]. HSS J, 2014, 10(1): 30–35.

(收稿日期:2018-08-06 修回日期:2018-10-31)

(英文编审 庄乾宇/贾丹彤)

(本文编辑 李伟霞)