

腰椎微创侧路椎体间融合术改善成人退变性脊柱侧弯的矢状面平衡疗效分析

吴文坚 梁裕 曹鹏 张兴凯 郑涛 裘剑如

上海交通大学医学院附属瑞金医院骨科, 上海 200025

通信作者: 梁裕, Email: hugoliang@126.com

【摘要】目的 评估微创腰椎侧方入路椎体间融合术(LLIF/OLIF)对于成人退变性脊柱侧弯矢状面平衡的影响。**方法** 2014年1月至2017年6月,共有23例退变性脊柱侧弯患者在上海瑞金医院行分期微创矫形术,所有患者在第一期从侧方植入LLIF或者OLIF融合器,二期进行后路经皮椎弓根螺钉内固定融合术或经Wiltse入路行腰椎椎弓根内固定术,若患者一期手术矢状面畸形矫正不满意,可在二期手术时进行后路截骨矫形。在两次手术前后使用EOS系统拍摄站立位脊柱全长X线片,应用EOS软件系统测量、评估患者的矢状面平衡参数,包括骨盆投射角(PI)、骨盆倾斜角(PT)、腰椎前凸角(LL)、矢状面垂直轴(SVA)及冠状面Cobb角。评估比较患者手术前后的腰痛视觉模拟评分(VAS评分)和Oswestry功能障碍指数(ODI指数)。手术前后数据采用配对 t 检验或重复测量方差分析进行比较。**结果** 患者男6例,女17例,平均年龄(72±4)岁(62~79岁)。9例患者采用LLIF手术,14例采用OLIF手术。16例植入3个融合器,5例植入2个融合器,2例植入4个融合器。平均随访24.2个月(15~42个月)。一期手术后,患者侧弯Cobb角($18^\circ\pm7^\circ$)较术前($33^\circ\pm8^\circ$)明显改善($t=13.2, P<0.01$);PI-LL($20^\circ\pm8^\circ$ 比 $31^\circ\pm8^\circ$)、SVA[(5.3 ± 2.0)cm比(8.2 ± 3.5)cm]、PT($16^\circ\pm6^\circ$ 比 $23^\circ\pm4^\circ$)等矢状面参数均较术前明显改善($t=6.8, 4.5, 9.0$, 均 $P<0.01$)。患者末次随访时腰痛VAS评分(3.4 ± 1.1 比 6.3 ± 1.0)和ODI指数($27.3\%\pm3.0\%$ 比 $47.1\%\pm5.9\%$)也均显著改善($t=11.3, 17.8$, 均 $P<0.01$)。全组无严重并发症发生。**结论** LLIF/OLIF可以显著改善成人退变性脊柱侧弯的冠状面和矢状面平衡;分期微创手术可以显著缓解患者的疼痛,改善患者的功能。

【关键词】 成人退变性脊柱侧弯; EOS X线影像采集系统; 腰椎斜向椎体间融合术; 侧方经腰大肌椎体间融合术; 矢状面平衡

基金项目:上海市卫生局科研基金项目(20124294)

DOI:10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2020.03.007

Minimally invasive lateral lumbar interbody fusion significantly improves the sagittal balance for adult degenerative scoliosis

Wu Wenjian, Liang Yu, Cao Peng, Zhang Xingkai, Zheng Tao, Qiu Jianru

Department of Orthopedics, Shanghai Ruijin Hospital, Shanghai Jiaotong University School of Medicine, Shanghai 200025, China

Corresponding author: Liang Yu, Email: hugoliang@126.com

【Abstract】 Objectives To evaluate the effect of minimally invasive lateral lumbar interbody fusion (LLIF/OLIF) on the sagittal balance of adult degenerative scoliosis. **Methods** From January 2014 to June 2017, a total of 23 patients with degenerative scoliosis underwent staged minimally invasive surgery in Shanghai Ruijin Hospital. All patients were implanted with LLIF or OLIF cage from the lateral approach first, and was followed by the posterior percutaneous pedicle screw fixation or pedicle screw fixation via Wiltse approach. If the sagittal deformity correction was not satisfactory after the first surgery, a posterior osteotomy can be performed during the second stage operation. A biplanar X-ray of the whole spine was taken with the EOS imaging system before and after surgery. The EOS software was used to measure and evaluate the patient's sagittal balance parameters including pelvic incidence (PI), pelvic tilt (PT), lumbar

lordosis (LL), the sagittal vertical axis (SVA) and the coronal Cobb angle. The visual analogue scale (VAS) score for low back pain, the Oswestry Disability Index (ODI) score were evaluated before and after surgery. Paired *t* test or repeated measures ANOVA was used to compare the data before and after surgery. **Results** There were 6 males and 17 females with a mean age of (72±4) years (62–79 years). Nine patients were treated with LLIF and 14 patients with OLIF. Sixteen cases were implanted with three cages, five with two cages and two with four cages. The mean follow-up period was 24.2 months (15–42 months). After the first operation, the Cobb angle of the patient was significantly improved ($18^{\circ}\pm 7^{\circ}$ vs $33^{\circ}\pm 8^{\circ}$, $t=13.2$, $P<0.01$). All the parameters for sagittal balance, including PI-LL ($20^{\circ}\pm 8^{\circ}$ vs $31^{\circ}\pm 8^{\circ}$), SVA ((5.3 ± 2.0) cm vs (8.2 ± 3.5) cm), PT ($16^{\circ}\pm 6^{\circ}$ vs $23^{\circ}\pm 4^{\circ}$) were all significantly improved as well ($t=6.8, 4.5, 9.0$, ALL $P<0.01$). At the last follow-up, the VAS score of low back pain (3.4 ± 1.1 vs 6.3 ± 1.0) and ODI scores ($27.3\%\pm 3.0\%$ vs $47.1\%\pm 5.9\%$) were also significantly improved ($t=11.3, 17.8$, both $P<0.01$). No major complications occurred in this group. **Conclusions** Minimally invasive LLIF/OLIF can significantly improve the coronal and sagittal balance of adult degenerative scoliosis. Staged minimally invasive surgery can significantly alleviate pain and improve function in these patients.

【Key words】 Adult degenerative scoliosis; EOS X-ray imaging acquisition system; Oblique lumbar interbody fusion; Lateral lumbar interbody fusion; Sagittal balance

Found Program: Shanghai Bureau of Health Research Fund (20124294)

DOI:10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2019.03.007

随着人口的老龄化,成人退变性脊柱侧弯的发病率越来越高,对于严重的和保守治疗无效的成人退变性脊柱侧弯,常需行手术治疗。手术除了解除神经的压迫,通过固定融合获得局部和整体的稳定,同时应该尽可能地恢复脊柱的矢状面和冠状面的平衡^[1]。最近几年,微创手术越来越多地被应用于成人退变性脊柱侧弯,以期在保证疗效的基础上,进一步降低手术损伤,减少并发症的发生。但对于微创手术是否可以有效地改善脊柱整体的矢状面平衡仍存在争议^[2]。我们采取微创腰椎侧方入路椎间融合结合后路固定治疗成人退变性脊柱侧弯,对这些患者进行随访,评估患者手术前后矢状面平衡参数的变化及其临床结果。

对象与方法

一、一般资料

2014年1月至2017年6月,共有23例退变性脊柱侧弯患者在上海瑞金医院行微创矫形术。患者主诉以腰痛为主,伴或不伴有双下肢疼痛麻木,不能长时间站立、行走等症状。根据Silva-Lenke分型均为Ⅲ级或Ⅲ级以上畸形^[3],根据MISDEF分型均为Ⅱ型或Ⅲ型畸形^[4]。所有患者均经保守治疗3个月以上无效。排除严重骨质疏松患者(DEXA $T<-2.5$ SD且有骨折史)患者、既往有腰椎后路手术史者。所有手术均由同一组资深脊柱专科医生完成。

二、手术技术和术后处理

所有患者均采用分期手术。一期从腰椎侧方

入路行侧方经腰大肌椎体间融合(LLIF)或斜向腰椎椎体间融合(OLIF)术,在顶椎近端和远端,植入3~4个融合器。LLIF手术一般选取凹侧入路,在神经电生理监测下进行;OLIF手术均选取左侧入路,无需常规进行神经电生理监测。早期患者(2014至2015年)我们均采用LLIF入路,2016年起我们采取OLIF入路。

第一期侧路手术后第2天,患者即可佩戴腰围或支具下地行走,观察患者腰痛和神经根性疼痛的情况;拍摄站立位脊柱全长X片,评估患者的畸形矫正情况。在第一期手术后1周行二期后路经椎弓根螺钉内固定融合术或经Wiltse入路行腰椎椎弓根内固定术;有5例患者由于医保报销要求,一期术后先出院,3~4周后再入院进行二期手术。若一期术后患者的矢状面平衡基本满意,可进行原位椎弓根螺钉固定,或通过弯棒压棒进一步获得一定程度的矫正;若一期手术后矢状面平衡不满意[矢状面垂直轴(SVA) >10 cm或骨盆投射角与腰椎前凸角之差(PI-LL) $>40^{\circ}$],可考虑二期后路固定同时进行截骨矫形。若一期手术后患者神经根压迫症状无缓解,可在二期手术时进行相应节段的减压。

二、观察和随访项目

分别记录患者每节段的手术时间,术中出血量和引流量,术后住院时间及并发症情况。临床疗效评估:在术前和末次随访时对所有患者进行Oswestry功能障碍指数(ODI指数)的评估;在术前和末次随访时采用疼痛视觉模拟评分(VAS)评估腰痛的严重程度。

影像学评估:所有患者在两次手术前后均使用 EOS X 射线影像采集系统拍摄站立位脊柱全长 X 线片,应用 EOS 软件系统测量患者的矢状面平衡参数,包括骨盆投射角(PI)、骨盆倾斜角(PT)、腰椎前凸角(LL)、SVA 及冠状面 Cobb 角。

三、统计学方法

使用 SPSS 20.0 软件对数据进行统计分析。所有参数以 $\bar{x} \pm s$ (最小值-最大值)表示。对于术前、术后和末次随访时的连续比较变量,采用配对 *t* 检验或重复测量方差分析进行比较,若方差检验提示有统计学差异,则用事后 Student-Newman-Keuls 法进行检验;应用 Fisher 确切概率对于 LLIF 和 OLIF 的并发症发生情况进行比较检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、一般情况

23 例患者中,男 6 例,女 17 例,平均年龄(72±4)岁(62~79 岁)。平均随访时间 24.2 个月(15~42 个月)。其中有 9 例患者采用 LLIF 手术,14 例患者采用 OLIF 手术。23 例患者中,16 例植入 3 个融合器,5 例植入 2 个融合器,2 例植入 4 个融合器。手术节段:L_{4/5} 18 个,L_{3/4} 23 个,L_{2/3} 21 个,L_{1/2} 4 个。5 例因一期手术矢状面平衡矫正不满意在二期行 L_{4/5} 和(或)L_{5/S₁}的经关节突截骨,无患者需在二期进行经椎弓根椎体截骨(PSO)或更高级别的截骨矫形术。一期手术后,无患者因为神经根压迫症状而需要进行后路手术直接减压。

一期手术平均出血为(74±40) ml,二期手术为(331±124) ml,总出血量为(406±145) ml,所有患者均无需输血。一期手术手术时间为(180±35) min,二期手术为(225±46) min,总手术时间为(414±63) min。

二、疼痛与功能恢复情况

患者术前腰痛 VAS 评分为(6.3±1.0)分,末次随访时为(3.2±1.0)分,较术前明显改善($t=11.3, P < 0.01$)。术前患者 ODI 平均为 47.1%±5.9%,末次随访时为 27.3%±3.0%,功能较术前明显改善($t=17.8, P < 0.01$)。

三、放射学评估

一期手术前后及末次随访时的放射学测量结果见表 1。一期手术后和末次随访时,患者 Cobb 角、矢状面平衡参数均明显改善(均 $P < 0.01$)。提示

腰椎微创侧路椎体间融合术(LLIF/OLIF)可明显改善成人退变性脊柱侧弯患者的冠状面畸形和矢状面平衡。

表 1 手术前后畸形矫正的放射学测量结果($\bar{x} \pm s$)

项目	一期术前	一期术后	末次随访	<i>t</i> 值1	<i>P</i> 值1	<i>t</i> 值2	<i>P</i> 值2
Cobb角(°)	33±8	18±7	14±6	13.2	<0.01	6.9	<0.01
PI-LL(°)	31±8	20±8	14±7	6.8	<0.01	4.0	0.01
SVA(cm)	8.2±3.5	5.3±2.0	3.5±2.3	4.5	<0.01	4.2	<0.01
PT(°)	23±4	16±6	12±4	9.0	<0.01	5.5	<0.01

注:PI-LL:骨盆投射角与腰椎前凸角之差;SVA:矢状面垂直轴;PT:骨盆倾斜角;*t*值1和*P*值1为一期手术前后比较获得;*t*值2和*P*值2为末次随访时与一期术后比较获得

四、并发症发生情况

8 例(34.8%)患者出现一侧屈髋无力或大腿酸痛等腰大肌刺激症状,所有患者在随后随访时均完全恢复。其中 LLIF 患者有 4 例(44.4%),OLIF 患者有 4 例(28.6%),LLIF 腰大肌刺激症状的发生率略高于 OLIF,但差异无统计学意义($P=0.657$)。无患者出现股神经损伤、下肢神经损伤、髂血管损伤和交感神经损伤等并发症。无患者出现切口感染及其他并发症。本组患者中未出现融合器明显下沉(<3 mm)或移位的情况。

五、典型病例

典型病例具体资料请见图 1。

讨 论

对于成人退变性脊柱侧弯,手术治疗除了解除神经压迫,还应尽可能地恢复脊柱的平衡尤其是矢状面平衡^[5-6]。通过对于本组病例的回顾性研究,我们发现腰椎微创侧路 LLIF/OLIF 可明显矫正成人退变性脊柱侧弯患者的冠状面畸形,改善矢状面平衡;分期的微创矫形手术可显著矫正患者的畸形,改善患者的疼痛和功能,未出现严重并发症,安全而有效。

矢状面畸形的矫正对于成人退变性脊柱侧弯患者的生活质量至关重要。根据多中心的研究数据,Schwab 等^[7]提出影响患者功能的最重要的 3 个矢状面参数(PI-LL、PT、SVA)并提出了 SRS-Schwab 分型,指导退变性脊柱侧弯的手术治疗。LLIF 和 OLIF 均从腰椎侧方植入椎体间融合器,使椎间隙上下终板恢复平行,可矫正因椎间隙不平导致的冠状面畸形;通过植入带前凸角的融合器,增加腰椎

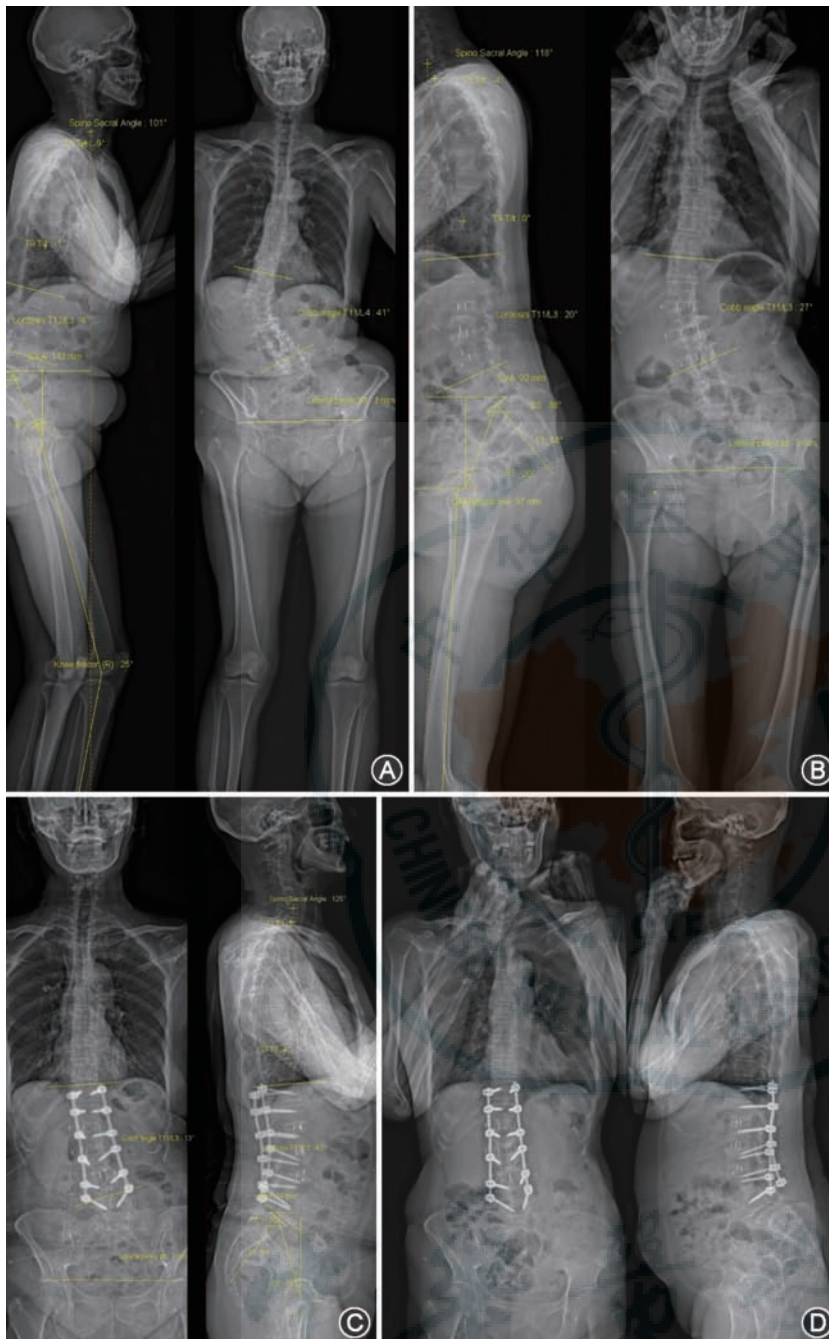


图1 典型病例:患者女,64岁,退变性脊柱侧弯患者,应用EOS X线影像采集系统拍摄站立位脊柱全长X线片并使用EOS软件测量、评估脊柱冠状面和矢状面平衡参数。患者术前矢状面和冠状面严重失衡,Cobb角 46° ,骨盆投射角(PI)= 62° ,腰椎前凸角(LL)= 23° ,骨盆倾斜角(PT)= 25° ,矢状面垂直轴(SVA)= 143 mm (A);在 L_{1-4} 侧方行经腰大肌椎体间融合术植入融合器后,无论是冠状面还是矢状面的平衡都得到明显改善(Cobb 27° , PI= 58° , LL= 20° , PT= 20° , SVA= 92 mm)(B);2期后路植入经皮椎弓根螺钉后,畸形进一步矫正(Cobb 13° , PI= 54° , LL= 43° , PT= 18° , SVA= 34 mm)(C);术后30个月随访见患者冠状面和矢状面平衡维持良好,固定融合近端和远端未出现内固定失败和退变加重的情况(D)

前凸,改善矢状面平衡。一般认为,LLIF/OLIF对于成人退变性脊柱侧弯的冠状面畸形矫正效果较好^[8],对其是否能够改善成人退变性脊柱侧弯的矢状面平衡,文献报道的结果并不一致。Dakwar等^[9]

报告应用侧方椎体间融合结合后路固定的方法治疗25例退变性脊柱侧弯患者,16例(64%)矢状面平衡明显改善。Acosta等^[10]发现,应用微创侧路椎体间融合术治疗成人退变性脊柱侧弯,固定节段的冠状面平衡和局部前凸明显改善,但LL和整体矢状面排列并无明显好转。本组患者中,在一期手术植入LLIF/OLIF融合器后,患者的PI-LL、SVA和PT都得到明显改善,这表明LLIF/OLIF可显著改善患者的矢状面平衡。

除了植入带前凸角融合器外,患者矢状面参数改善与融合器植入以后节段稳定、神经减压而导致患者的姿势的改善也有关系。有相当一部分成人退变性脊柱侧弯患者合并椎管狭窄和不稳定,在站立和行走时常需要保持躯干前倾^[11]。植入椎体间融合器后,可扩大椎间孔高度,牵伸纤维环和后纵韧带,减少黄韧带的皱褶,从而扩大椎管容积^[12];同时在植入椎体间融合器后,可改善椎体的排列,从而达到间接减压的目的^[13],患者的神经压迫症状获得缓解,躯干前倾也将获得一定程度的改善。同时,在侧方植入椎体间融合器后,节段稳定性得以恢复,可缓解患者由于节段不稳造成的腰痛等症状,进而改善患者的姿势和矢状面排列^[14]。

虽然LLIF/OLIF手术可改善成人退变性脊柱侧弯患者的矢状面平衡,但在术前我们无法精确地估算可获得多少矫正,因此我们对于所有患者均采用分期手术的方式^[15]。分期微创矫形手术可缩短每次手术的时间,降低麻醉风险;更重要的是有机会重新评估侧方入路矫形和间接减压的效果,从而进一步评估和

优化第二次手术的方案,以获得最佳的手术效果。当然,两次手术总的手术时间较长,这与微创手术的特点有关,相信随着手术技术的提高,计算机导航等技术的应用,将可进一步地缩短总的手术时间。

LLIF 经腰大肌植入椎体间融合器,有损伤腰丛神经的危险,因此在建立工作通道时必须在肌电监护下进行。最近几年,我们更多的采取腰大肌前方入路也就是 OLIF 入路植入椎体间融合器,以减少腰丛神经损伤的可能。然而 OLIF 手术可能增加髂血管、输尿管、交感神经链等结构损伤的机会^[16]。在本组患者中,无论是 LLIF 还是 OLIF,均未出现神经和血管损伤等严重并发症,只要技术掌握得当,LLIF 与 OLIF 一样安全。虽然 OLIF 未直接经过腰大肌,但是术中需要向后牵开腰大肌,术后腰大肌牵拉和刺激的症状的发生率并未显著低于 LLIF。

本研究表明,LLIF/OLIF 可显著改善成人退变性脊柱侧弯患者的冠状面和矢状面平衡,分期微创手术可以改善患者的疼痛和功能,其早期疗效满意。然而,本研究为回顾性研究,未设立开放手术作为对照组,且患者数量较少,平均随访时间仅有 2 年,这是本研究的局限性。腰椎微创手术治疗成人退变性脊柱侧弯的疗效仍有待于较大样本、长期随访研究确认。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] Wong E, Altaf F, Oh LJ, et al. Adult degenerative lumbar scoliosis[J]. *Orthopedics*, 2017, 40(6): e930-e939. DOI: 10.3928/01477447-20170606-02.
- [2] Blizzard DJ, Gallizzi MA, Sheets C, et al. Sagittal balance correction in lateral interbody fusion for degenerative scoliosis [J]. *Int J Spine Surg*, 2016,10:29. DOI: 10.14444/3029.
- [3] Silva FE, Lenke LG. Adult degenerative scoliosis: evaluation and management[J]. *Neurosurg Focus*, 2010, 28(3): E1. DOI: 10.3171/2010.1.FOCUS09271.
- [4] Mummaneni PV, Shaffrey CI, Lenke LG, et al. The minimally invasive spinal deformity surgery algorithm: a reproducible rational framework for decision making in minimally invasive spinal deformity surgery[J]. *Neurosurg Focus*, 2014, 36(5): E6. DOI: 10.3171/2014.3.FOCUS1413.
- [5] Chun SW, Lim CY, Kim K, et al. The relationships between low back pain and lumbar lordosis: a systematic review and meta-analysis[J]. *Spine J*, 2017, 17(8): 1180-1191. DOI: 10.1016/j.spinee.2017.04.034.
- [6] Daubs MD, Lenke LG, Bridwell KH, et al. Does correction of preoperative coronal imbalance make a difference in outcomes of adult patients with deformity? [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2013,38(6):476-483. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3182846eb3.
- [7] Schwab F, Ungar B, Blondel B, et al. Scoliosis Research Society-Schwab adult spinal deformity classification: a validation study[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2012, 37(12): 1077-1082. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31823e15e2.
- [8] Costanzo G, Zoccali C, Maykowski P, et al. The role of minimally invasive lateral lumbar interbody fusion in sagittal balance correction and spinal deformity[J]. *Eur Spine J*, 2014, 23 Suppl 6 : 699-704. DOI: 10.1007/s00586-014-3561-y.
- [9] Dakwar E, Cardona RF, Smith DA, et al. Early outcomes and safety of the minimally invasive, lateral retroperitoneal transpoas approach for adult degenerative scoliosis[J]. *Neurosurg Focus*, 2010, 28(3): E8. DOI: 10.3171 / 2010.1.FOCUS09282.
- [10] Acosta FL, Liu J, Slimack N, et al. Changes in coronal and sagittal plane alignment following minimally invasive direct lateral interbody fusion for the treatment of degenerative lumbar disease in adults: a radiographic study[J]. *J Neurosurg Spine*, 2011,15(1):92-96. DOI: 10.3171/2011.3.SPINE10425.
- [11] Takahashi K, Miyazaki T, Takino T, et al. Epidural pressure measurements. Relationship between epidural pressure and posture in patients with lumbar spinal stenosis[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1995,20(6):650-653.
- [12] Elowitz EH, Yanni DS, Chwajol M, et al. Evaluation of indirect decompression of the lumbar spinal canal following minimally invasive lateral transpoas interbody fusion: radiographic and outcome analysis[J]. *Minim Invasive Neurosurg*, 2011, 54(5-6):201-206. DOI: 10.1055/s-0031-1286334.
- [13] Johnson RD, Valore A, Villaminar A, et al. Pelvic parameters of sagittal balance in extreme lateral interbody fusion for degenerative lumbar disc disease[J]. *J Clin Neurosci*, 2013,20(4):576-581. DOI: 10.1016/j.jocn.2012.05.032.
- [14] Chaléat-Valayer E, Mac-Thiong JM, Paquet J, et al. Sagittal spino-pelvic alignment in chronic low back pain[J]. *Eur Spine J*, 2011, 20 Suppl 5:634-640. DOI: 10.1007/s00586-011-1931-2.
- [15] Anand N. How to Create sagittal balance in MIS correction of adult spinal deformity[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2017, 42 Suppl 7:S17-S18. DOI: 10.1097/BRS.0000000000002029.
- [16] Walker CT, Farber SH, Cole TS, et al. Complications for minimally invasive lateral interbody arthrodesis: a systematic review and meta-analysis comparing prepsoas and transpoas approaches[J]. *J Neurosurg Spine*, 2019: 1-15. DOI: 10.3171/2018.9.SPINE18800.

(收稿日期:2019-05-18)

(本文编辑:霍永丰)