

斜向腰椎椎间融合术治疗腰椎退行性疾病的临床疗效

郑晓青, 顾宏林, 梁国彦, 庄见雄, 尹 东, 刘 斌, 昌耘冰

(广东省人民医院骨科 510000 广州市)

【摘要】目的:探讨应用斜向腰椎椎间融合术治疗腰椎退行性疾病的临床疗效。**方法:**对 2015 年 10 月~2016 年 5 月应用斜向腰椎椎间融合术治疗的 24 例腰椎退行性疾病患者进行回顾性分析,男 8 例,女 16 例,年龄 44~88 岁,平均 62.3 ± 12.0 岁,手术节段 36 节。观察手术时间、出血量、术后并发症,比较术前、术后 1 周、末次随访时腰痛 JOA 评分、Oswestry 功能障碍指数 (ODI) 情况及 X 线片上手术节段椎间隙高度 (intervertebral disc height, IDH) 和椎间孔高度 (intervertebral foramen height, IFH) 变化。**结果:**平均手术时间 135 ± 21.0 min (100~170 min), 平均术中出血量 163.3 ± 54.9 ml (100~300 ml)。平均随访时间 15.8 ± 2.2 个月 (13~20 个月)。末次随访时 7 例患者发生融合器下沉,下沉节段 10 节,其中 2 例患者未行后路椎弓根螺钉固定,2 例患者术中有明确终板损伤;3 例出现一过性大腿前方疼痛,1 例出现下肢乏力,1 周后恢复正常。所有患者症状在随访过程中均逐渐改善,术前、术后 1 周及末次随访时平均腰痛 JOA 评分分别为 11.2 ± 1.9 、 19.4 ± 1.3 、 25.0 ± 0.72 , 术后 1 周与末次随访与术前比较均有统计学差异 ($P < 0.01$); 平均 ODI 分别为 $(68.5 \pm 5.9)\%$ 、 $(45.6 \pm 5.65)\%$ 、 $(12.2 \pm 5.1)\%$, 术后 1 周与末次随访与术前比较均有统计学差异 ($P < 0.01$); 平均椎间隙高度分别为 9.16 ± 2.7 mm、 12.7 ± 2.6 mm、 10.8 ± 3.0 mm, 术后 1 周与术前比较有统计学差异 ($P < 0.01$), 末次随访与术前比较无统计学差异 ($P > 0.05$); 平均椎间孔高度 16.9 ± 3.7 mm、 20.7 ± 3.7 mm、 18.1 ± 4.2 mm, 术后 1 周与术前比较有统计学差异 ($P < 0.01$), 末次随访与术前比较无统计学差异 ($P > 0.05$)。**结论:**斜向腰椎椎间融合术近期疗效好、安全性高,能有效治疗腰椎退行性疾病,远期疗效还需经过大样本长期的随访和研究。

【关键词】斜向腰椎椎间融合术;腰椎退行性疾病;临床疗效

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2017.09.09

中图分类号:R681.5 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2017)-09-0817-06

Clinical outcomes of oblique lumbar interbody fusion in lumbar degenerative disease/ZHENG Xiaoping, GU Honglin, LIANG Guoyan, et al/Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2017, 27(9): 817-822

【Abstract】Objectives: To analyze the clinical outcomes of oblique lumbar interbody fusion (OLIF) in treating lumbar degenerative disease. **Methods:** 24 cases were selected who had lumbar degenerative disease and treated with oblique lumbar interbody fusion between October 2015 and May 2016. The operations were performed in 36 segments of 8 males and 16 females, with an average age of 62.3 ± 12.0 (range, 44-88) years old. Lumbar function was evaluated according to Japanese Orthopaedic Association (JOA) score and Oswestry disability index (ODI). The intervertebral disc height (IDH) and intervertebral foramen height (IFH) were measured on lumbar plane X-ray before surgery, 1 week after surgery and at final follow-up after operation. The operation time, blood loss and postoperative complication were observed, and then the causes were analyzed. **Results:** The mean operation time was 135 ± 21.0 minutes (100-170 minutes); and the mean blood loss was 163.3 ± 54.9 ml (100-300 ml). The average follow-up time was 15.8 ± 2.2 months (13-20 months). 7 cases (10 segments) occurred cage subsidence, 2 of them were not placed posterior pedicle screw fixation, and 2 of them had intra-operative end plate damage. 3 cases experienced transient pain in the front of legs and 1 case lower limbs weakness, but recovered 1 week later. The clinical outcomes of all the patients improved during the

基金项目:广东省省级科技计划项目(编号:2014A020212402)

第一作者简介:男(1981-),主治医师,医学硕士,研究方向:脊柱外科

电话:(020)83827812-61010 E-mail:81686957@qq.com

通讯作者:昌耘冰 E-mail:espine@qq.com

follow-up. Before surgery, 1 week after surgery and at final follow-up, the mean JOA scores were 11.2 ± 1.9 , 19.4 ± 1.3 , 25.0 ± 0.72 , the mean ODI scores were $(68.5 \pm 5.9)\%$, $(45.6 \pm 5.65)\%$, $(12.2 \pm 5.1)\%$, respectively. All the clinical outcomes after surgery improved significantly comparing with those before surgery ($P < 0.01$). At the three time points, the mean IDH was 9.16 ± 2.7 mm, 12.7 ± 2.6 mm, 10.8 ± 3.0 mm, the mean IFH was 16.9 ± 3.7 mm, 20.7 ± 3.7 mm, 18.1 ± 4.2 mm. The radiographic outcomes at 1 week after surgery improved significantly comparing with those before surgery ($P < 0.01$), and the outcomes of final follow-up did not improved significantly comparing with those before surgery ($P > 0.05$). **Conclusions:** Oblique lumbar interbody fusion has satisfying and safe short-term outcomes in lumbar degenerative disease. Further follow-up and research is needed to access the long-term outcomes.

【Key words】 Oblique lumbar interbody fusion; Lumbar degenerative disease; Clinical outcome

【Author's address】 Division of Orthopedic Surgery, Guangdong General Hospital, Guangdong Academy of Medical Sciences, Guangzhou, 510080, China

腰椎退行性疾病是脊柱外科常见疾病,融合手术是常用且疗效相对确切的治疗手段,传统后路椎管减压椎间融合术对后方肌肉和韧带剥离、骨性结构破坏、硬膜囊和神经骚扰,造成后方骨-韧带结构复合体的破坏、椎旁肌缺血、失神经支配、硬膜外粘连,患者术后持续的或者反复发作的腰背部疼痛以及下肢根性疼痛症状在临床也并不多见^[1,2]。2012 年 Silvestre 第一个报告了斜向腰椎椎间融合术 (oblique lumbar interbody fusion, OLIF) 这种术式,他通过侧前方斜向的入路,在腰大肌和血管之间的间隙进行操作^[3],影像学 and 尸体解剖均已证明腰大肌前方与血管存在天然解剖间隙^[4,5],它避免了对脊柱后方结构的破坏、硬膜囊和神经的过度骚扰,它通过椎间融合器的撑开作用起到对椎管、神经根的间接减压,和传统腰椎融合手术比较,它具有创伤小、并发症少、融合效果确切等优点^[6],该减压融合方法在临床上也越来越流行,近年来已被广泛用于治疗各种腰椎疾患。本研究通过随访 OLIF 术式在治疗腰椎退行性疾病的临床指标,评估其临床疗效。

1 资料与方法

1.1 一般资料

2015 年 10 月~2016 年 5 月应用 OLIF 治疗腰椎退行性疾病患者 24 例;男 8 例,女 16 例,年龄 44~88 岁,平均 62.3 ± 12.0 岁。诊断腰椎管狭窄症 12 例,腰椎滑脱/不稳 7 例,相邻节段退变 2 例,成人退行性侧凸合并椎管狭窄/不稳 2 例,椎间盘源性腰痛 1 例。单节段 14 例, L3/4 节段 2 例, L4/5 节段 12 例;双节段 8 例, L2/3、L3/4 节段 2 例, L3/4、L4/5 节段 6 例;三节段 (L2/3、L3/4 及

L4/5) 2 例。纳入标准:(1)临床症状主要表现为腰痛伴或不伴下肢神经根放射痛;(2)经正规保守治疗 3 个月以上无效者;(3)腰椎滑脱 $< \text{II}$ 度;(4)影像学表现为黄韧带肥厚、皱褶、椎间盘膨出、椎间孔狭窄。排除标准:(1)既往有腹部/后腹膜手术史;(2)腰椎滑脱 $\geq \text{II}$ 度;(3)严重的小关节骨性退变增生;(4)巨大椎间盘突出、纤维环破裂、髓核脱出;(5)由于先天性椎管狭窄、后方终板骨赘、后纵韧带骨化等原因导致的骨性椎管狭窄;(6)需要直接椎管减压者;(7)严重骨质疏松。24 例患者中 22 例行后路经皮椎弓根内固定,2 例未行椎弓根内固定 (1 例因基础疾病较多、1 例因经济问题未行后路椎弓根固定)。

1.2 手术方法及围手术期处理

(1)OLIF 手术过程:采用气管插管全麻,右侧卧位 (有侧凸者采用凹侧卧位),左侧下肢屈膝屈髋,透视并标示目标手术节段,选择椎间隙中点前方约 6cm 处做约 6cm 长的纵向略向后倾斜的手术切口,依次切开皮肤、皮下脂肪,分别顺着腹外斜肌、腹内斜肌、腹横肌肌纤维走向钝性分开,用手指或者“大花生米”沿着髂翼在腹膜后钝性分离至腰大肌前缘,将腹膜和脏器向前方推开,显露腰大肌和血管的间隙,如果间隙不够可以向后紧贴椎体表面分离少许腰大肌,向前分离血管,C 型臂 X 线机透视确认目标手术节段,采用 synfrage 微创拉钩建立工作通道,固定椎体撑开钉,切开椎间盘纤维环,撑开并逐级刮除椎间盘及上、下终板,处理过程注意由斜向逐渐变化垂直方向,处理椎间盘需贯通至对侧,试模并确认融合器型号,将同种异体骨填入椎间融合器,将融合器由斜向逐渐变化为垂直方向置入椎间隙,透视下确认融合器

位置是否矢状位处于椎间隙中间, 冠状位是否贯通椎间隙。

(2) 后路经皮椎弓根钉棒内固定: 改俯卧位, C 型臂 X 线机透视并标示目标手术节段的穿刺点 (相邻椎体双侧椎弓根卵圆形影外缘连线与椎体横突中上 1/3 线的交点), 穿刺套管针穿刺, C 型臂 X 线机透视位置满意后穿入导针并退出穿刺套管, 沿导针上下做约 2cm 切口, 依次开路、攻丝, 沿导针置入经皮椎弓根螺钉, 取出穿刺针, 透视确认椎弓根螺钉位置良好, 置入预弯棒, 并确认位于椎弓根钉槽内, 拧入螺帽固定, 透视确认固定良好。

(3) 所有患者均无引流管, 术后肛门排气后给予进食, 术后第 1 天预防性静脉滴注抗生素, 术后第 1 天在软性腰围辅助下开始下地活动及功能锻炼。

1.3 评价方法

临床疗效观察指标: 记录手术时间、出血量、术后各种并发症, 记录术前、术后 1 周、末次随访时腰痛 JOA 评分和 Oswestry 功能障碍指数 (ODI) 情况。

影像学分析: 所有患者术前均拍摄腰椎正侧位+动力位 X 线片、腰椎 CT 及 MRI 平扫, 术后随访均拍摄腰椎正侧位+动力位 X 线片。使用 PACS 影像系统对腰椎侧位 X 线片进行测量 (图 1), 测量目标手术节段上位椎体下终板椎前后缘连线的中点与下位椎体上终板前后缘连线中点间的距离, 定义为椎间隙高度; 测量目标手术节段上位椎弓根和椎体连接的下缘与下位椎弓根和椎体连接

的上缘间的距离, 定义为椎间孔高度。由 1 名高年资的脊柱专业的放射科医生进行影像学阅读指导及 2 名高年资且有 OLIF 手术经验的脊柱外科医生进行测量, 取其平均值。

1.4 统计学方法

采用单因素方差分析 (One-way ANOVA) 考察 JOA、ODI、椎间隙高度、椎间孔高度在各时间点之间的差异, 当发现差异有统计学意义时进行事后检验, 即采用最小显著性差异法 (LSD 法) 进行各组两两配对比较。所有数据均采用 IBM SPSS 19.0 软件进行分析。P<0.05 为有显著性差异。

2 结果

所有患者均完成随访, 随访时间 13~20 个月, 平均 15.8 ± 2.2 个月。24 例患者中 22 例行后路经皮椎弓根内固定, 2 例未行椎弓根内固定。平均手术时间 135 ± 21.0 min (100~170min), 平均术中出血量 163.3 ± 54.9 ml (100~300ml)。末次随访时 7 例患者发生融合器下沉, 下沉节段共 10 节 (图 2), 其中 2 例患者未行后路椎弓根钉固定, 2 例患者术中有明确终板损伤; 3 例患者融合器位置欠佳, 2 例偏前, 1 例偏后 (图 3), 末次随访未见融合器移位。3 例患者出现一过性大腿前方疼痛, 均在术后 1 个月内消失。1 例出现下肢乏力, 1 周后恢复正常。所有患者均无血管、输尿管损伤、腹膜撕裂。所有患者症状在随访过程中均逐渐改善, 术后 1 周与末次随访平均腰痛 JOA 评分与术前比较均有统计学差异 ($P<0.01$, 表 1), 术后 1 周与末次随



图 1 a-c 椎间隙高度及椎间孔高度测量方法 (椎间隙高度, 测量目标手术节段上位椎体下终板椎前后缘连线的中点与下位椎体上终板前后缘连线中点间的距离; 椎间孔高度, 测量目标手术节段上位椎弓根和椎体连接的下缘与下位椎弓根和椎体连接的上缘间的距离) (a 术前; b 术后 1 周; c 术后 16 个月)

Figure 1 a-c The height of intervertebral space and the method of intervertebral pore height measurement. Intervertebral disc height (IDH) was measured as the distance between the midpoints of two lines, one line was connecting the anterior and posterior edge of the lower endplate of up-

per vertebra, another was connecting the anterior and posterior edge of the upper endplate or lower vertebra. Intervertebral foramen height (IFH) was measured as the distance between the lower connecting point of upper pedicle and the vertebra and the upper connecting point of lower pedicle and the vertebra (a Preoperation; b 1 week post-operation; c 16 months follow-up after the operation)

访平均 ODI 与术前比较均有统计学差异($P<0.01$, 表 1); 术后 1 周平均椎间隙高度与术前比较有统计学差异($P<0.01$, 表 1), 末次随访与术前比较无统计学差异($P>0.05$, 表 1), 术前平均椎间孔高度与术后 1 周比较有统计学差异($P<0.01$, 表 1), 末次随访与术前比较无统计学差异($P>0.05$, 表 1)。

3 讨论

3.1 OLIF 手术治疗腰椎退行性疾病的疗效

本组 24 例患者中 22 例行后路经皮椎弓根内固定, 2 例未行椎弓根内固定, 平均手术时间 $135\pm 21.0\text{min}$, 与文献报道的传统后路椎间融合术手术时间 $132\sim 153\text{min}$ ^[7] 相当; 平均术中出血量 $163.3\pm 54.9\text{ml}$, 低于传统后路融合术出血量 $125\sim 738\text{ml}$ ^[7]。本组所有患者均无引流管, 术后肛门排气后给予进食, 术后第 1 天在软性腰围辅助下开始下地活动及功能锻炼, 相比传统后路融合术患者恢复更快, 术后 1 周内可以出院, 住院时间更短, 同时相比传统后路手术, OLIF 所采用的融合

宽度、长度更大。Pimenta、Cappuccino 等研究发现, 单纯的侧方大体积融合器的生物力学稳定性明显优于传统后路的小体积融合器^[8,9]。在临床症状方面, 所有患者在随访过程中均逐渐改善, 术前、术后 1 周及末次随访时平均腰痛 JOA 评分分别为 11.2 ± 1.9 、 19.4 ± 1.3 、 25.0 ± 0.72 分, 平均 ODI 分别为 $(68.5\pm 5.9)\%$ 、 $(16.3\pm 5.8)\%$ 、 $(12.2\pm 5.1)\%$, 与术前比较均有统计学差异($P<0.01$); 末次随访时患者的临床症状较术前、术后 1 周都有明显的改善, 无因临床症状加重而再次手术, 这可能因为术后 1 周时间较短, 患者仍存在切口疼痛、心理因素等原因影响, 术后 1 周仍不能积极参加社会活动, 但总的临床疗效还待更长期的随访。

3.2 安全性和优势分析

目前, 临床上常用的间接减压融合术有极外侧入路腰椎椎间融合术 (extreme lumbar interbody fusion, XLIF) 和斜向椎间融合术 (oblique lumbar interbody fusion, OLIF)^[10-12], XLIF 是 2006 年 Ozgur 等^[13]提出的, 它是经过腰大肌到达椎间



图 2 融合器下沉病例 **a、b** 术前正侧位 X 线片示 L2/3、L3/4、L4/5 三节段病变 **c** 术后 1 周侧位 X 线片示椎间隙和椎间孔高度分别为 10.64mm 和 20.16mm **d** 术后 15 个月侧位 X 线片示融合器在 L2 终板有下沉, 椎间隙高度 (10.34mm) 和椎间孔高度 (17.35mm) 有丢失 **图 3** 融合器置入偏后病例 **a** 术前侧位 X 线片示 L4/5 节段病变 **b** 术后 1 周侧位 X 线片示融合器偏椎体后方 **c** 术后 15 个月, 侧位 X 线片示融合器位置无移位

Figure 2 The case of the cage subsidence **a, b** Pre-operative X-ray showed L2/3, L3/4, L4/5 trisection lesions **c** 1 week post-operative X-ray showed the intervertebral disc height (IDH) and the intervertebral foramen height (IFH) were 10.64mm and 20.16mm respectively **d** 15 months post-operative X-ray showed that the cage subsidence in L2/3, the IDH (10.34mm) and IFH (17.35mm) decreased compare with 1 week post-operation **Figure 3** The case of the location of cage posterior **a** Pre-operative X-ray showed L4/5 trisection lesions **b** 1 week post-operative X-ray showed the cage located after partial of the vertebra **c** 15 months post-operative X-ray showed the cage did not displaced

表 1 各指标测量结果

Table 1 Measurement results of each indicator

	术前 Pre-operation	术后 1 周 1 week post-operation	末次随访 Final follow-up
JOA 评分(分) JOA	11.2±1.9	19.4±1.3 ^①	25.0±0.72 ^①
ODI(%)	68.5±5.9	45.6±5.65 ^①	12.2±5.1 ^①
椎间隙高度 IDH(mm)	9.16±2.7	12.7±2.6 ^①	10.8±3.0 ^②
椎间孔高度 IFH(mm)	16.9±3.7	20.7±3.7 ^①	18.1±4.2 ^②

注:①与术前比较 $P<0.05$;②与术后 1 周比较 $P<0.05$ Note: ①Compared with pre-operation, $P<0.05$; ②Compared with 1 week post-operation, $P<0.05$

盘,手术入路决定它必然会损伤腰大肌,且容易损伤腰大肌内行走的腰丛神经,术后常出现大腿运动前方的疼痛、感觉减退、下肢乏力等并发症,文献报告发生率在 5%~69.1%^[14,15],所以行 XLIF 术式时,常规需要行神经电生理监护。OLIF 不经过腰大肌,而是通过腰大肌前方和血管的天然间隙对椎间隙进行操作,它不损伤腰大肌,对腰丛神经损伤和骚扰更小,无需神经电生理监测^[16]。Silvestre 等报告了 179 例行 OLIF 的患者,10.6% 出现一个并发症,只有一例患者出现两个并发症,而且最常见的是切口疼痛 (2.2%)^[3]。日本学者 Fujibayashi 等通过多中心、大样本的对比,也证实了相比 XLIF,OLIF 总体手术并发症更低,特别是大腿运动前方的疼痛、感觉减退、下肢乏力^[17]。在本组病例中,3 例患者出现一过性大腿前方疼痛,均在术后 1 个月内消失;1 例出现下肢乏力,该患者术中发现腰大肌和血管间隙较窄,所以对腰大肌的剥离可能较多,术中拉钩牵拉导致腰丛神经和腰大肌损伤可能,患者 1 周后下肢肌力恢复正常。所有患者均无血管、输尿管损伤、腹膜撕裂。另外,XLIF 由于无法行 L5/S1 的融合,甚至由于髂嵴的遮挡无法行 L4/5 手术,既往我们在影像学上测量发现髂嵴遮挡并不少见,30% 的患者髂嵴高于 L5 上终板中点,所以 XLIF 需要“折刀”体位来避免髂嵴的遮挡,而 OLIF 切口一般选择在腋前线偏前,其入路方向是斜向的,不需考虑髂嵴遮挡的问题^[4],它可以行 L5/S1 的融合。Davis 等在尸体解剖上证实 OLIF 在 L5/S1 融合的可行性^[5]。虽然本组病例未行 L5/S1 融合,但 Woods 等学者采用 OLIF 对 94 例进行治疗,获得良好的临床效果,且

安全性高^[18]。

3.3 影像学效果

Abe 等学者指出,OLIF 最常见的并发症是融合器的下沉/终板骨折,发生率为 18.7%^[6]。在本组病例中,末次随访 7 例患者出现融合器的下沉,是最常见的影像学上的并发症,下沉节段 10 节,我们分析,可能和后路未追加椎弓根钉固定(2 例)、术中有损伤终板(2 例)、骨质疏松、过早的负重等相关。所有患者在末次随访时,并未因融合器下沉而出现新的临床症状或者症状复发。生物力学研究显示,单纯椎间融合不能提供持久可靠的稳定效果^[19]。Tempel 等指出,骨密度越低术后发生融合器下沉的风险越高^[20]。另外本组病例有 3 例(12.5%)患者融合器位置欠佳,其中 2 例偏前,1 例偏后,末次随访未见融合器移位,这 3 例患者均发生在开展 OLIF 早期的患者,这可能和我们的学习曲线相关,早期我们在融合器打入时没有很好地由斜向变化为垂直方向,导致融合位置不良。Jin 等报道,相对 DLIF (direct lateral lumbar interbody fusion),OLIF 的融合器位置最常见位于中间 1/3,所以它在恢复椎间隙、椎间孔的高度更加具有优势^[21]。在本组病例中,术前、术后椎间隙高度和椎间孔高度的变化,分别为 9.16±2.7mm、12.7±2.6mm 和 16.9±3.7mm、20.7±3.7mm,椎间隙高度和椎间孔高度术前与术后 1 周比较有统计学差异($P<0.01$),说明 OLIF 能增加并在早期很好地维持椎间隙和椎间孔的高度。末次随访时椎间隙高度和椎间孔高度与术后 1 周比较有统计学差异($P<0.05$),说明在本组病例末次随访时,椎间隙高度和椎间孔高度有丢失,我们考虑可能和患者骨质疏松、过早负重、后方椎弓根螺钉均为万向螺钉不能长期维持良好的稳定支撑等相关,但末次随访时平均椎间隙高度和椎间孔高度仍较术前增加,虽然与术前比较无统计差异($P>0.05$)。另外,这些结果可能与本组病例样本量较小、造成统计学的偏差相关。但所有患者在末次随访时,并未出现新的临床症状或者症状复发,且腰痛 JOA 评分和 ODI 无明显减少,说明影像学上的改变,和临床症状和功能评分之间并不存在正性相关。

3.4 本研究的局限性

本研究为 OLIF 手术治疗腰椎退行性疾病的初步应用观察,结果证实:OLIF 可避免后方结构的破坏,具有创伤小、术后恢复快、症状改善明显

等优点,它避免了腰大肌的损伤,减少了对腰丛神经的骚扰,具有安全性高、增加椎间隙高度和椎间孔高度等优点,是腰椎退行性疾病治疗的良好选择。但本组病例样本量较少,随访时间较短,OLIF 手术的中远期疗效、适应证的选择及潜在的并发症仍需要更大样本量和更长期的临床观察。

4 参考文献

- Mukai Y, Takenaka S, Hosono N, et al. Intramuscular pressure of the multifidus muscle and low-back pain after posterior lumbar interbody fusion: comparison of mini-open and conventional approaches[J]. J Neurosurg Spine, 2013, 19(6): 651-657.
- Harper WL, Schmidt WK, Kubat NJ, et al. An open-label pilot study of pulsed electromagnetic field therapy in the treatment of failed back surgery syndrome pain [J]. Int Med Case Rep J, 2015, 8(default): 13-22.
- Silvestre C, Mac-Thiong JM, Hilmi R, et al. Complications and morbidities of mini-open anterior retroperitoneal lumbar interbody fusion: oblique lumbar interbody fusion in 179 patients[J]. Asian Spine J, 2012, 6(2): 89-97.
- 郑晓青, 顾宏林, 梁国彦, 等. 微创斜向腰椎椎体间融合手术入路的影像学相关研究[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2016, 26(8): 729-733.
- Davis TT, Hynes RA, Fung DA, et al. Retroperitoneal oblique corridor to the L2-S1 intervertebral discs in the lateral position: an anatomic study[J]. J Neurosurg Spine, 2014, 21(5): 785-793.
- Abe K, Orita S, Mannoji C, et al. Perioperative complications in 155 patients who underwent oblique lateral interbody fusion surgery: perspectives and indications from a retrospective, multicenter survey[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2017, 42(1): 55-62.
- Tian NF, Wu YS, Zhang XL, et al. Minimally invasive versus open transforaminal lumbar interbody fusion: a meta-analysis based on the current evidence[J]. Eur Spine J, 2013, 22(8): 1741-1749.
- Cappuccino A, Cornwall GB, Turner AW, et al. Biomechanical analysis and review of lateral lumbar fusion constructs [J]. Spine(Phila Pa 1976), 2010, 35(26 Suppl): S361-S367.
- Pimenta L, Turner AW, Dooley ZA, et al. Biomechanics of lateral interbody spacers: going wider for going stiffer[J]. Scientific World J, 2012, 2012: 381814.
- Anand N, Rosemann R, Khalsa B, et al. Mid-term to long-term clinical and functional outcomes of minimally invasive correction and fusion for adults with scoliosis [J]. Neurosurg Focus, 2010, 28(3): E6.
- Mundis GM, Akbarnia BA, Phillips FM. Adult deformity correction through minimally invasive lateral approach techniques[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2010, 35(26 Suppl): S312-S321.
- Phan K, Maharaj M, Assem Y, et al. Review of early clinical results and complications associated with oblique lumbar interbody fusion(OLIF)[J]. J Clin Neurosci, 2016, 31(): 23-29.
- Ozgur BM, Aryan HE, Pimenta L, et al. Extreme lateral interbody fusion(XLIF): a novel surgical technique for anterior lumbar interbody fusion[J]. Spine J, 2006, 6(4): 435-443.
- Moller DJ, Slimack NP, Acosta FJ, et al. Minimally invasive lateral lumbar interbody fusion and transpsoas approach-related morbidity[J]. Neurosurg Focus, 2011, 31(4): E4.
- Dakwar E, Vale FL, Uribe JS. Trajectory of the main sensory and motor branches of the lumbar plexus outside the psoas muscle related to the lateral retroperitoneal transpsoas approach[J]. J Neurosurg Spine, 2011, 14(2): 290-295.
- Ohtori S, Orita S, Yamauchi K, et al. Mini-open anterior retroperitoneal lumbar interbody fusion: oblique lateral interbody fusion for lumbar spinal degeneration disease[J]. Yonsei Med J, 2015, 56(4): 1051-1059.
- Fujibayashi S, Kawakami N, Asazuma T, et al. Complications associated with lateral interbody fusion: nationwide survey of 2998 cases during the first two years of its use in Japan[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2017, 42(19): 1478-1484.
- Woods KR, Billys JB, Hynes RA. Technical description of oblique lateral interbody fusion at L1-L5 (OLIF25) and at L5-S1 (OLIF51) and evaluation of complication and fusion rates[J]. Spine J, 2017, 17(4): 545-553.
- Laws CJ, Coughlin DG, Lotz JC, et al. Direct lateral approach to lumbar fusion is a biomechanically equivalent alternative to the anterior approach: an in vitro study[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2012, 37(10): 819-825.
- Tempel ZJ, Gandhoke GS, Okonkwo DO, et al. Impaired bone mineral density as a predictor of graft subsidence following minimally invasive transpsoas lateral lumbar interbody fusion[J]. Eur Spine J, 2015, 24(3): 414-419.
- Jin J, Ryu KS, Hur JW, et al. Comparative study of the difference of perioperative complication and radiologic results: MIS-DLIF(minimally invasive direct lateral lumbar interbody fusion) versus MIS-OLIF(minimally invasive oblique lateral lumbar interbody fusion)[J]. Clin Spine Surg, 2017, doi: 10.1097/BSD.0000000000000474. [Epub ahead of print].

(收稿日期:2017-06-20 修回日期 2017-08-13)

(英文编审 唐翔宇/贾丹彤)

(本文编辑 彭向峰)