

微创斜向腰椎椎体间融合术手术入路的影像学相关研究

郑晓青, 顾宏林, 梁国彦, 李梦远, 梁昌详, 尹东, 肖丹, 昌耘冰

(广东省人民医院 广东省医学科学院骨科 510080 广州市)

【摘要】目的:分析 L1/2~L4/5 各椎间隙之间血管和腰大肌关系,了解微创斜向腰椎椎体间融合术手术入路的影像学特点。**方法:**选取 2013 年 11 月~2015 年 9 月收治的 113 例腰椎疾病患者,12 例因 MRI、X 线片技术上问题造成的影像显示不清或者腰椎/腹膜后手术史影响正常解剖被排除,最后对 101 例患者的 MRI 及 X 线片进行数据测量,男 46 例,女 55 例,年龄 51~68 岁,平均 59.0 ± 4.4 岁。在 MRI 上测量 L1/2~L4/5 各椎间隙平面血管和腰大肌间的距离;在侧位 X 线片上测量 L5 上终板中点与左侧髂棘的垂直距离,高于髂棘为正值,低于髂棘为负值。**结果:**L1/2~L4/5 椎间隙平面血管和腰大肌间的平均距离左侧分别为 $20.7 \pm 5.63\text{mm}$ 、 $20.1 \pm 6.97\text{mm}$ 、 $19.5 \pm 6.20\text{mm}$ 、 $15.7 \pm 7.86\text{mm}$,右侧分别为 $15.3 \pm 6.29\text{mm}$ 、 $8.8 \pm 4.32\text{mm}$ 、 $7.1 \pm 4.34\text{mm}$ 、 $4.8 \pm 3.69\text{mm}$;左侧均大于右侧,差异有统计学意义($P < 0.01$),由 L1/2~L4/5 血管和腰大肌间的平均距离呈下降趋势;左侧 L4/5 椎间隙平面血管和腰大肌平均距离小于其他节段平均距离,差异有统计学意义($P < 0.01$),其中有 9 例血管与腰大肌间隙距离小于 5mm,2 例血管与腰大肌之间无间隙;在 X 线片上 L5 上终板中点与左侧髂棘的垂直距离为 $-33 \sim -19.6\text{mm}$,平均 $-7.0 \pm 14.2\text{mm}$,其中 30%髂嵴高于 L5 上终板中点。**结论:**MRI 可作为微创斜向腰椎椎体间融合术手术入路的术前评估手段,节段越高,血管与腰大肌间隙距离越大,而且左侧血管肌肉间隙大于右侧,适合采用微创斜向腰椎椎体间融合术。

【关键词】微创斜向腰椎椎体间融合术;影像学;血管;腰大肌

doi:10.3969/j.issn.1004-406X.2016.08.10

中图分类号:R681.5 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2016)-08-0729-05

Radiographic study of operative approach in minimally invasive oblique lumbar interbody fusion/ZHENG Xiaoqing, GU Honglin, LIANG Guoyan, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2016, 26(8): 729-733

【Abstract】Objectives: To analyze the relationship between the vessel and psoas major of L1/2~L4/5 levels, and to investigate the radiographic characteristics of the operative approach in minimally invasive oblique lumbar interbody fusion. **Methods:** 113 cases were selected from the inpatients who had the lumbar MRI and anteroposterior(AP) lumbar film between November 2013 and September 2015. 12 cases were excluded due to the unclear imaging or other abdominal surgery history. Finally 101 cases were chosen, among whom there were 46 males and 55 females, aging from 51 to 68 years(average, 59.0 ± 4.4 years). The distances between the vessel and psoas major of L1/2~L4/5 levels were measured on MRI, and the vertical distances between the upper end plate midpoint of L5 and left iliac crest were measured in the anteroposterior(AP) lumbar film. **Results:** The distances between the vessel and psoas major of L1/2~L4/5 levels were $20.7 \pm 5.63\text{mm}$, $20.1 \pm 6.97\text{mm}$, $19.5 \pm 6.20\text{mm}$, $15.7 \pm 7.86\text{mm}$ respectively on the left side, and $15.3 \pm 6.29\text{mm}$, $8.8 \pm 4.32\text{mm}$, $7.1 \pm 4.34\text{mm}$, $4.8 \pm 3.69\text{mm}$ respectively on the right side. The distance of left side at each level was significantly longer than that of right side($P < 0.01$), respectively. The distance decreased from level L1/2 to L4/5. The distance of L4/5 level was significantly shorter than that of other levels on left side($P < 0.01$), there were 9 subjects less than 5mm, and 2 of them had no gap between the vessel and psoas major. The vertical distances

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:cspine@qq.com

between the upper end plate midpoint of L5 and left iliac crest ranged from -33 to 19.6mm (average, -7.0 ± 14.2 mm), 30% of which had higher iliac crest than the upper end plate midpoint of L5. **Conclusions:** MRI is an effective way to access the operative approach in the minimally invasive oblique lumbar interbody fusion preoperatively. There may be more benefit from the higher lever by using the minimally invasive oblique lumbar interbody fusion. The distance between the left vessel and psoas major is longer than the right side, as a result, the left side is recommended as the surgical approach.

【Key words】 Minimally invasive oblique lumbar interbody fusion; Radiography; Vessel; Psoas major

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

近年来,随着手术技术的进步和器械的发展,脊柱微创手术迅速发展,与传统开放手术比较,它具有软组织损伤小、出血少、恢复快等优点。目前,临床上比较常用的微创腰椎椎间融合术包括侧方椎间融合术(lateral lumbar interbody fusion, LLIF)和斜向椎间融合术(oblique lumbar interbody fusion, OLIF)^[1-4]。2006 年 Ozgur 等报道了直视下极外侧入路腰椎椎间融合术(extreme lumbar interbody fusion, XLIF),又被称为 LLIF 技术^[5],并在临床上广泛开展,但 LLIF 手术经腰大肌到达椎间盘,损伤了腰大肌,且可能损伤腰丛神经,手术并发症不低。2012 年 Silvestre 等报告了 OLIF 术式,它不经腰大肌,而是通过血管和腰大肌的天然解剖间隙进行椎间隙的操作^[6]。我们拟通过分析微创斜向腰椎椎体间融合术手术入路的影像学特点,评估该手术的安全性。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2013 年 11 月~2015 年 9 月的 113 例患

者 MRI 及 X 线片进行数据测量,男 49 例,女 64 例,平均年龄 59.5 ± 4.38 岁。

入组标准:年龄 45~75 岁;诊断为腰椎管狭窄症、腰椎间盘突出症、退行性腰椎侧凸($10^\circ < \text{Cobb 角} < 30^\circ$)。

排除标准:MRI、X 线片技术上问题造成的影像显示不清;腰椎/腹膜后手术史影响正常解剖被排除;侧凸 Cobb 角 $> 30^\circ$;滑脱 $> \text{II 度}$;感染;脊柱严重外伤。

1.2 影像采集方法

采用德国西门子公司 1.5T MRI (MAGNETOM Espree A Tim System) 对 113 例入组患者行二维快速自旋回波稳态采集成像(2D TSE)序列扫描,扫描参数:Slices=11、Dist factor=10%、Phase oversampling=70%、FoV read=300mm、FoV phase=100.0%、Slice thickness=1.2mm、TR=4000ms、TE=112ms、Averages=2、Concatenations=1,获取 L1 至 L5 椎体 2D TSE 序列连续图像;X 线片采用西门子 AXIOM Artis CR 进行扫描,扫描参数:kV=80、mAs=20.00、ms=500、HU0% A=80,获取矢状面

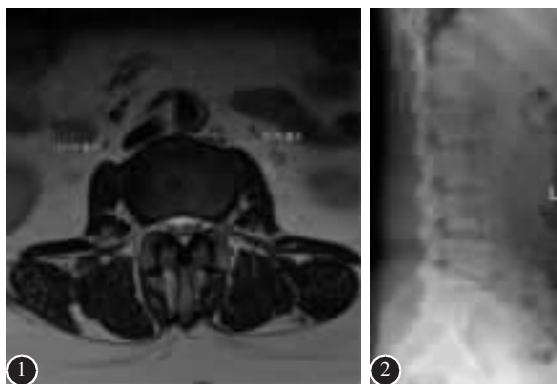


图 1 L2/3 椎间隙平面血管与腰大肌距离测量:在腰椎 MRI 横断面图像上,选取椎间隙中间平面,测量腰大肌与血管间天然间隙的距离,即腰大肌在椎体附着的腹侧最高点至椎体上和血管(距离腰大肌最近的腹主动静脉/髂总动静脉)最短距离点之间的距离 **图 2** L5 上终板中点与左侧髂棘的垂直距离测量:在侧位 X 线片上测量 L5 上终板中点与左侧髂棘的垂直距离,高于髂棘为正值,低于髂棘为负值

Figure 1 Example of measuring the distance between the vessel and the psoas major at L2/3 level. Select the intervertebral segment on lumbar MRI horizontal view, and measure the distance between the vessel and the psoas major,

that is, the shortest distance between the ventral side of psoas major and the nearest abdominal active or common iliac arteriovenous vein **Figure 2** Example of measuring the perpendicular distance between the middle of superior end plate of L5 and spina iliace. The measurement was conducted on lateral view of lumbar X ray. It is considered positive value when the superior end plate is located on the cephalad side of iliac crest

图像。将图像导入美国瑞科公司 PACS/RIS(Picture Archiving and Communication Systems) 系统,分别测量 MRI 及 X 线片上的相关数据。

1.3 影像学分析

使用 PACS 影像系统对腰椎 MRI 及 X 线片进行测量(图 1、2),选取椎间隙中间平面的 MRI 轴位片,测量腰大肌与血管间自然间隙的距离,即腰大肌在椎体附着的腹侧最高点至椎体上和血管(距离腰大肌最近的腹主动静脉/髂总动静脉)最短距离点之间的距离,定义为椎间隙平面血管和腰大肌间的距离;正位 X 线片协助确定左侧髂棘,测量侧位 X 线片 L5 上终板中点与左侧髂棘的垂直距离,高于髂棘为正值,低于髂棘为负值。由 2 名高年资、脊柱专业疾病诊断的放射科医生进行影像学阅读指导及 2 名高年资、有 OLIF 及 XLIF 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

采用配对 *t* 检验分别比较各节段水平左右两侧腰大肌与血管距离的差异。采用 One-way ANOVA 分析同侧各节段腰大肌与血管距离之间的差异,并采用 SNK 法进行两两比较。所有数据均采用 IBM SPSS 19.0 软件进行分析, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

12 例患者因 MRI、X 线片技术上问题造成的影像显示不清或者腰椎/腹膜后手术史影响正常解剖被排除,最后测量患者为 101 例,男 46 例,女 55 例。

L1/2~L4/5 左侧椎间隙平面血管和腰大肌间的平均距离大于右侧,差异有统计学意义 ($P<0.01$,表 1);男女间各节段平均距离对比无统计学差异 ($P>0.05$,表 2);两侧血管和腰大肌间的平均距离由 L1/2 至 L4/5 成下降趋势,多组间整体比较发现,左侧各组椎间隙之间平面血管和腰大肌平均距离存在差异 ($P<0.01$,表 1),进一步组间两两比较发现左侧 L4/5 椎间隙平面的距离小于同侧其他节段距离 ($P<0.01$),而 L1/2、L2/3、L3/4 距离之间的差异没有统计学意义(表 1);在左侧 L4/5 平面,有 9 例血管与腰大肌间隙距离 $<5\text{mm}$,其中 2 例血管与腰大肌之间无显示间隙。测量髂嵴与 L5 上终板中点距离显示,距离范围 $-33.0\sim$

19.6mm (平均 $-7.0\pm 14.2\text{mm}$)。其中 30%髂嵴高于 L5 上终板中点。

3 讨论

腰椎退行性疾病是临床脊柱骨科常见疾病,好发于中老年人^[7],融合术是经典的外科治疗手段。OLIF 和 LLIF 是经腹膜后的微创腰椎椎间融合术,与前路椎间融合术(anterior lumbar interbody fusion, ALIF) 和后路椎间融合术(posterior lumbar interbody fusion, PLIF)相比,它们的并发症更少,如大血管、内脏损伤、男性逆行射精、脊柱后柱结构破坏,神经根骚扰及继发脊柱失稳等并发症^[8]。

不同厂家因器械的不同,将 LLIF 命名 DLIF(direct lateral lumbar interbody fusion)/XLIF(extreme lumbar interbody fusion)^[9],它从侧后方切口向前推开腹膜,通过导针经腰大肌至目标椎间隙,经扩展导管分开腰大肌纤维,建立工作通道。所以,腰大肌是 LLIF 必经通路,损伤是不可避免的。它常见的术后特殊并发症是一过性的大腿运动、感觉减退,这可能与腰大肌的损伤相关^[10,11],Sharma 等报告了 43 例行 XLIF 患者,25%术后出

表 1 不同节段大血管与双侧腰大肌距离

Table 1 the distance of different level between the vessel and the psoas major

	左侧 Left side	右侧 Right side
L1/2	20.71±5.64	15.35±6.29 ^①
L2/3	20.03±6.72	8.84±4.32 ^①
L3/4	20.51±5.9	7.22±4.34 ^①
L4/5	15.66±7.86 ^②	4.83±3.69 ^②

注:①与同一节段左侧比较 $P<0.05$;②与同侧其他节段比较 $P<0.001$

Note: ①Compared with left side in the same level, $P<0.05$; ②Compared with other level of same side, $P<0.001$

表 2 不同性别之间大血管与腰大肌距离的比较($\bar{x}\pm s$, mm)

Table 2 The comparison between the vessel and the psoas major in different sex

节段 水平 Segment	左侧 Left side		右侧 Right side	
	男 Male	女 Female	男 Male	女 Female
L1/2	21.48±6.25	19.98±4.68	16.46±6.78	14.31±5.39
L2/3	20.69±7.42	19.40±5.73	8.73±4.83	8.95±3.63
L3/4	20.52±6.54	20.50±5.06	6.02±4.42	8.36±3.82
L4/5	14.03±8.23	17.29±6.90	4.15±2.72	5.52±4.27

现大腿运动、感觉异常^[12];Lykissas 等报告了 494 例行 LLIF 患者,38.5%术后出现即刻的大腿感觉和运动障碍,出现概率分别为 38.0%和 23.9%^[13];且随着融合节段的增加,出现下肢运动感觉异常的及概率也逐步上升^[14]。同时,它存在腰丛神经损伤的风险,这可能与经腰大肌手术入路相关,影像学及解剖研究显示:L1/2~L4/5 间隙,腰丛神经逐渐向腹侧移行,L4/5 移至椎体中线之前,行 XLIF 术式时,L4/5 更加容易损伤腰丛神经^[15-19]。所以,行 XLIF 术式时,常规需要神经电生理监护,有可能降低神经损伤几率,然而,Houten 报告了 2 例术中使用神经电生理监测,但术后仍出现 L4 神经根损伤的病例^[20]。Kelley 等在尸体解剖研究指出,DLIF 术式没有安全区域,即使位于腰大肌前 1/3,腰丛神经也易损伤,分离应尽量在腰大肌前方的间隙进行^[21]。而 OLIF 术式,它在腰大肌前方、通过与血管的天然解剖间隙进行操作,无需损伤腰大肌,术后出现大腿运动、感觉异常明显小于 LLIF,Silvestre 等报告了 179 例行 OLIF 患者,1.7%出现大腿运动、感觉异常,明显低于 LLIF 的发生率^[6]。Ohtori 等对比了 OLIF 与 XLIF,认为 OLIF 术式具有对腰大肌损伤更小,在 L4/5 节段腰丛神经损伤概率更小,无需神经电生理监测等优点^[22]。

腰椎退行性疾病好发于中老年人,所以本组主要研究 45~75 岁间的患者,由于严重畸形、滑脱等容易导致解剖变异严重,故本研究将其排除,本研究显示:L1/2~L4/5 椎间隙平面血管和腰大肌间存在天然的间隙,两者间存在一定距离,且男女间各节段平均距离对比无统计学差异。在解剖上,腰大肌起自腰椎两旁,为一长梭形肌肉,与髂肌共同终点于股骨小转子,在椎体附着处的腰大肌由上至下增粗^[14,23],与本研究在 MRI 上血管与腰大肌间隙距离由 L1/2~L4/5 呈下降趋势的结果吻合,这说明节段越高,可操作的空间越大,血管损伤和腰大肌损伤的几率越小,安全性更高。对比两侧各椎间隙平面间的血管和腰大肌平均距离,左侧大于右侧,与解剖上血管偏右侧相符合,且在解剖上腹主动脉在静脉左侧,动脉较静脉更不容易损伤,所以我们建议采用左侧手术入路。

在左侧 L4/5 平面,MRI 上测量显示,L4/5 椎间隙平面血管和腰大肌平均距离小于同侧其他节段平均距离,差异有统计学意义($P<0.01$),可操作

空间最小,相比其他节段它更加容易损伤血管,在血管腰大肌间隙较小的患者可能需要进行部分腰大肌的剥离,这样术后出现一过性大腿疼痛和感觉异常的几率就增加^[6],在一些特殊的病例,如本研究中 9 例患者血管与腰大肌间隙距离 $<5\text{mm}$,其中有 2 例患者在 MRI 上血管与腰大肌之间无显示间隙,那么我们考虑这类型患者可能不适合进行 OLIF 术式,尽管目前未见有文献报告血管与腰大肌间隙距离多少适合 OLIF 术式,但对于间隙比较小甚至没有间隙的应在术前有充分的了解,避免损伤血管等重要结构,做好个体化手术准备,所以术前 MRI 检查对 OLIF 术式是必要的。

Timothy 等在尸体解剖上测量左侧 L4/5 血管与腰大肌平均距离为 15.0mm,明显小于其他节段,与本研究平均距离 15.7mm 且明显小于其他节段的结论一致,他同时测量了在 L4/5 节段进行血管和腰大肌之间的牵开,发现其间隙平均值可达到 24.5mm,与其他节段平均距离基本一致^[14],这说明虽然 MRI 上血管与腰大肌平均距离与实际操作的可操作距离是有差别的,这可能因为 MRI 检查是平卧位,而手术时是采用侧卧位,这样重力因素会导致距离增加,同时,手术中我们还会使用牵开器进行牵开,增加间隙的距离^[24]。但实际上牵开器能增加多大距离,未见报道。

LLIF 手术切口一般选择在腋中线病变椎间盘的中心点^[9],手术入路是垂直的,高髂棘会遮挡正常的穿刺或工作通道的建立,所以髂棘的高度是这个术式必须考虑的,特别是在 L4/5。在本研究有 30%的患者髂棘高于 L5 上终板中点,说明高髂棘在临床上是不少见的。当然,LLIF 手术采用的体位是“折刀”样的侧卧位,这样可以部分减少髂棘的遮挡,但 O'Brien 等研究显示,手术台曲度越大,股神经的张力越大,损伤几率越大^[25]。而 OLIF 手术切口一般选择在腋前线偏前,其入路方向是斜向的,不需考虑髂棘遮挡的问题,所以 OLIF 手术时,患者侧卧位时无需“折刀”体位,那么也不会发生因体位造成的股神经损伤。

虽然本研究不足之处在于样本量偏小,且实际手术操作中采用侧卧体位、血管与腰大肌之间可以牵开,与 MRI 上所测得的距离有偏差,但 MRI 可让我们术前明确血管与腰大肌间隙大小,避免损伤血管等重要结构,对于间隙较小或无间隙的患者做好个体化手术准备。所以,术前 MRI

检查对 OLIF 术式是必要的。我们下一步的工作是希望进行手术中实际操作距离的测量, 对比 MRI 距离, 明确 MRI 至少多大距离才能满足 OLIF 术式操作, 这样对临床的指导意义更大; 还将进一步研究 L5/S1, 因为 L5/S1 采用 OLIF 术式报告并不多, 且该位置血管分叉、血管分支丰富, 影像学观察比较困难, 本组并未进行研究。

4 参考文献

- 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.
- Le TV, Uribe JS. Spine surgery[M]. Croatia: In Tech, 2012. 79-96.
- Mundis GM, Akbarnia BA, Phillips FM. Adult deformity correction through minimally invasive lateral approach techniques [J]. Spine, 2010, 35(26 Suppl): S312-S321.
- Shen FH, Samartzis D, Khanna AJ, et al. Minimally invasive techniques for lumbar interbody fusions[J]. Orthop Clin North Am, 2007, 38: 373-386.
- 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.
- 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.
- Kreiner DS, Shaffer WO, Baisden JL, et al. An evidence-based clinical guideline for the diagnosis and treatment of degenerative lumbar spinal stenosis (update)[J]. Spine J, 2013, 13(7): 734-743.
- 曹立颖, 赖瑞敏, 王建民, 等. 极外侧椎间融合术的研究进展[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2012, 22(11): 1043-1045.
- Arnold PM, Anderson, RA McGuire. The lateral transpsoas approach to the lumbar and thoracic spine: a review [J]. Surg Neurol Int, 2012, 3(3 Suppl 3): S198-S215.
- Vaccaro AR, Kepler CK, Rihn JA, et al. Anatomical relationships of the anterior blood vessels to the lower lumbar intervertebral discs: analysis based on magnetic resonance imaging of patients in the prone position [J]. J Bone Joint Surg Am, 2012, 94(12): 1088-1094.
- Rodgers WB, Gerber EJ, Patterson J. Intraoperative and early postoperative complications in extreme lateral interbody fusion [J]. Spine, 2011, 36(1): 26-32.
- Sharma AK, Kepler CK, Girardi FP, et al. Lateral lumbar interbody fusion: Clinical and radiographic outcomes at 1 year: a preliminary report[J]. J Spinal Disord Tech, 2011, 24(4): 242-250.
- Lykissas MG, Aichmair A, Hughes AP, et al. Nerve injury after lateral lumbar interbody fusion: a review of 919 treated levels with identification of risk factors[J]. Spine J, 2014, 14(5): 749-758.
- Timothy T, Richard A, Daniel A, 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.
- Benglis DM, Vanni S, Levi AD. An anatomical study of the lumbosacral plexus as related to the minimally invasive transpsoas approach to the lumbar spine [J]. J Neurosurg Spine, 2009, 10(2): 139-144.
- Dakwar E, Cardona RF, Smith DA, et al. An safety of the minimally invasive, lateral retroperitoneal transpsoas approach for adult degenerative scoliosis[J]. Neurosurg Focus, 2010, 28(3): E8.
- 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.
- 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.
- Regev GJ, Chen L, Dhawan M, et al. Morphometric analysis of the ventral nerve roots and retroperitoneal vessels with respect to the minimally invasive lateral approach in normal and deformed spines[J]. Spine, 2009, 34(12): 1330-1335.
- Houten JK, Alexandre LC, Nasser R, et al. Nerve injury during the transpsoas approach for lumbar fusion [J]. J Neurosurg Spine, 2011, 15(3): 280-284.
- Kelley B, Daniel G, Kornelis P, et al. Anatomic mapping of lumbar nerve roots during a direct lateral transpsoas approach to the spine[J]. Spine, 2011, 36(11): 59-60.
- 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.
- 韦以宗, 谢冰, 谭树生, 等. 腰大肌作用力与脊柱伸展应力关系的生物力学实验研究[J]. 中国临床解剖学杂志, 2008, 26(5): 543-546.
- Fung DA, Molinares DM, Davis TT. Retroperitoneal oblique corridor to the L2-S1 intervertebral discs: an MRI study[J]. Spine J, 2014, 14(11): 10-11.
- O'Brien J, Haines C, Dooley ZA, et al. Femoral nerve strain at L4-L5 is minimized by hip flexion and increased by table break when performing lateral interbody fusion [J]. Spine, 2014, 39(1): 33-38.

(收稿日期: 2016-03-07 修回日期: 2016-07-12)

(英文编审 蒋欣/贾丹彤)

(本文编辑 彭向峰)