

· 脊柱专题 ·

单侧与双侧椎弓根螺钉固定结合 TLIF 治疗老年退行性腰椎疾患的临床研究

李华 杨维杰 田建平 张凯 赵鑫 赵长清 赵杰

【摘要】 目的 探讨单侧与双侧椎弓根螺钉固定结合经椎间孔椎体间植骨融合术(TLIF)治疗老年腰椎退行性疾病的临床疗效及手术安全性。**方法** 回顾性分析2012年1月至2013年5月上海交通大学第九人民医院收治的采用单侧或双侧椎弓根螺钉固定结合TLIF治疗的31例腰椎退行性疾病患者的临床资料。根据手术方式,将患者分为单侧固定组($n=19$)和双侧固定组($n=12$)。比较分析两组患者术前和术后疼痛视觉模拟评分(VAS)及Oswestry功能障碍指数(ODI)、手术时间、术中出血量、术后并发症、椎间隙高度变化、椎间融合率。**结果** 所有病例均获成功随访,随访时间为24~36个月,平均(29 ± 3)个月。单侧固定组和双侧固定组患者的VAS评分($F=55.992, P<0.01$)、ODI($F=42.755, P<0.05$)和椎间隙高度变化($F=13.632, P<0.05$)等术后6个月及24个月较术前均有明显改善,但组间比较差异均无统计学意义。单侧固定组的手术时间、术中出血量明显优于双侧组,差异具有统计学意义($t=2.412, P<0.05$; $t=2.235, P<0.05$)。末次随访时两组间融合节段沉降率比较差异无统计学意义。单侧组并发症患者5例(26.3%),双侧组3例(25.0%),两组各有1例未达到骨性融合。**结论** 与双侧固定相比,单侧椎弓根螺钉固定结合TLIF治疗老年腰椎退行性疾病的临床疗效相当,但具有手术创伤小、手术时间短、术中出血量少等优点。

【关键词】 老年人; 腰椎; 脊柱融合术; 内固定器

Clinical efficiency of unilateral vs bilateral pedicle screws system combined with TLIF for lumbar degenerative disease in elderly patients Li Hua, Yang Weijie, Tian Jianping, Zhang Kai, Zhao Xin, Zhao Changqing, Zhao Jie. Department of Orthopedics, Shanghai Ninth People's Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 200011, China

Corresponding author: Zhao Jie, Email: prof_zhao@189.cn

【Abstract】 Objective To investigate the clinical outcomes and safety between unilateral and bilateral pedicle screw system with transforaminal lumbar interbody fusion (TLIF) for lumbar degenerative disease in elderly patients. **Methods** Retrospectively analysis were performed in the clinical data of 31 patients with lumbar degenerative disease treated with pedicle screw fixation and TLIF in Shanghai Ninth People's Hospital from January 2012 to May 2013. There were 16 males (51.6%) and 15 females (48.4%), the average age was 72 ± 5 years (range, 65-86 years). Patients were divided into unilateral group ($n=19$) and bilateral group ($n=12$) according to the different fixation. Comparison of the preoperative and postoperative visual analogue scale (VAS) scores of back pain and Oswestry disability index (ODI), operation time, intraoperative blood loss, complication, height of the intervertebral space and fusion rate were done between two groups. **Results** All patients received an average of 29 ± 3 month of follow-up (range, 24-36 m). Both group achieved significant improvements on VAS ($F=55.992, P<0.01$), ODI ($F=42.755, P<0.05$) and the height of intervertebral space ($F=13.632, P<0.05$) in postoperative 6 month and 24 month compare to the initial data, but parallel comparison between two groups showed no statistical difference. The operation time, intraoperative blood loss in unilateral group were superior than the bilateral group with satatistical significance ($t=2.412, P<0.05$; $t=2.235, P<0.05$). No difference of the postoperative subsidence rate was observed between two groups

DOI: 10.3877/cma.j.issn.2096-0263.2016.04.003

基金项目:上海市卫生系统重要疾病联合攻关项目(2013ZYJB0502)

作者单位:200011 上海交通大学医学院附属第九人民医院骨科

通讯作者:赵杰,Email:prof_zhao@189.cn

($F=0.673$, $P=0.523$). Five cases (26.3%) associated with complications in unilateral group and 3 cases (25.0%) in bilateral group, and one non-union in each group. **Conclusions** Comparable good clinical and radiographic outcomes can be achieved using TLIF combined with unilateral and bilateral pedicle screw fixation for the treatment of elderly lumbar degenerative diseases. But the unilateral pedicle screw fixation sustain more advantages, less surgical trauma, operation time and intraoperative blood loss.

【Key words】 Aged; Lumbar vertebrae; Spinal fusion; Internal fixators

随着人口老龄化趋势日益加剧,与年龄相关的疾患如腰椎退行性疾病的发病率及相应的手术也随之增加。老年患者多伴有各种慢性病,其术后并发症发生率较高^[1-2],手术效果也不尽理想^[3],因此,手术指征的把握和手术方法的选择显得尤为重要。1982年,由 Harms 等^[4]提出的经椎间孔椎体间植骨融合术(transforaminal lumbar interbody fusion, TLIF)是对后路椎体间椎骨融合术(posterior lumbar interbody fusion, PLIF)进行的改良版,它在恢复椎间隙高度、腰椎生理弧度和前柱负荷的同时,减少了肌肉韧带组织的损伤、术中出血、硬膜囊和神经根的牵拉等^[5],提高了固定强度和融合率^[6-7],但内固定强度过高可能引起固定节段骨质疏松及邻近节段的退变^[8-9],因此有学者建议行单侧椎弓根螺钉固定以减少固定区域的刚性。

近年来已有多篇关于应用单侧固定治疗腰椎退行性疾病取得满意临床疗效的报道^[10-11]。但关于单侧与双侧椎弓根螺钉固定结合 TLIF 治疗老年腰椎退行性疾病的临床研究非常少。本文回顾性分析2012年1月至2013年5月采用单侧或双侧椎弓根螺钉固定结合 TLIF 治疗的31例腰椎退行性疾病患者的临床资料,目的在于探讨单侧或双侧椎弓根螺钉固定结合 TLIF 治疗老年腰椎退行性疾病的临床效果。

资料与方法

一、纳入与排除标准

纳入标准:(1)年龄 ≥ 65 岁;(2)单节段腰椎管狭窄或腰椎间盘突出伴有腰椎不稳;(3)Ⅰ度腰椎退行性滑脱;(4)正规保守治疗3个月以上无效;(5)随访满2年。

排除标准:(1)多节段腰椎退行性疾病;(2)Ⅱ度以上腰椎退行性滑脱或峡部裂型滑脱;(3)有腰部手术、骨折、肿瘤或感染病史;(4)严重骨质疏松(T 值 < -2.5)。

二、一般资料

回顾性分析2012年1月至2013年5月上海交通大学医学院附属第九人民医院骨科采用单侧或双侧椎弓根螺钉固定结合 TLIF 治疗腰椎退行性疾病且符合纳入及排除标准的患者共31例。其中男性16例(51.6%),女性15例(48.4%),年龄65~86岁,平均年龄(72 ± 5)岁。依据术式分为单侧固定组($n=19$)和双侧固定组($n=12$)。所有患者均行腰椎正、侧位及动力位X线片、CT和MRI检查,明确诊断及判断腰椎稳定程度。

两组患者的一般资料包括年龄、性别、体重指数、手术节段、融合情况、疾病种类等比较,差异均无统计学意义($P>0.05$),见表1。

本研究已获得本院医学伦理委员会批准及所有入选患者的知情同意。

表1 两组患者的一般情况比较

组别	例数	性别[例(%)]		年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	BMI (kg/m^2 , $\bar{x} \pm s$)
		男	女		
单侧固定组	19	11(57.9)	8(42.1)	72 ± 6	23 ± 4
双侧固定组	12	5(41.7)	7(58.3)	69 ± 5	23 ± 4
统计值		$\chi^2=0.776$		$t=-2.146$	$t=2.671$
P值		>0.05		>0.05	>0.05

组别	例数	手术节段[例(%)]			融合情况[例(%)]		疾病种类[例(%)]		
		L _{3/4}	L _{4/5}	L _{5/S₁}	融合	未融合	腰椎间盘突出症	腰椎管狭窄症	腰椎滑脱症
单侧固定组	19	2(10.5)	11(57.9)	6(31.6)	18(94.7)	1(5.3)	7(36.8)	9(47.4)	3(15.8)
双侧固定组	12	1(8.3)	7(58.3)	4(33.3)	11(91.7)	1(8.3)	2(16.7)	4(33.3)	6(50.0)
统计值		$\chi^2=0.044$			$\chi^2=0.735$		$\chi^2=4.342$		
P值		>0.05			>0.05		>0.05		

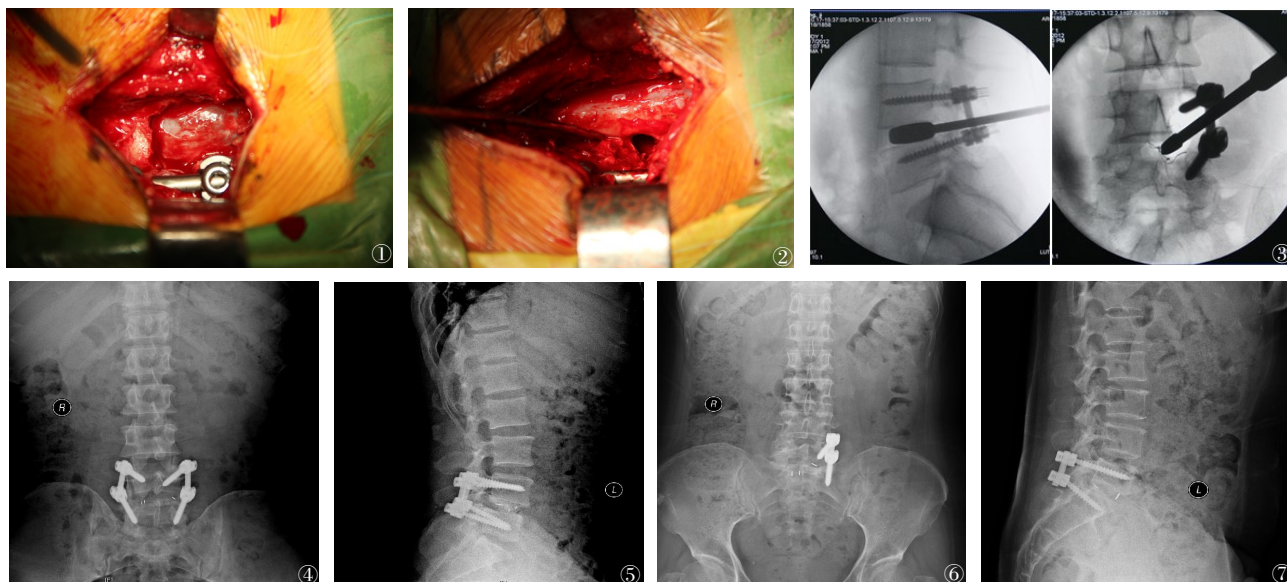


图1 男性,67岁,腰椎间盘突出症,单侧竖脊肌剥离,行半椎板减压结合单侧椎弓根螺钉固定,清晰显示减压范围 图2 男性,75岁,腰椎管狭窄症,单侧竖脊肌剥离,行全椎板减压结合单侧椎弓根螺钉固定,清晰显示整个硬膜囊 图3 女性,65岁,腰椎间盘突出症,术中X线显示应用插入、旋转、撑开维持技术处理椎体间隙 图4~7 术后随访X片 图4,5 女性,68岁, L₄~₅腰椎退行性滑脱,双侧椎弓根螺钉固定结合TLIF,术后X线显示滑脱复位良好 图6,7 男性,67岁, L₅~S₁腰椎间盘突出合并腰椎不稳,左侧椎弓根螺钉固定结合TLIF,术后X线显示滑脱复位良好

三、手术方法

所有手术均由同一组医师完成,麻醉方式皆选用全身麻醉。所有患者取俯卧位,后正中切口。

单侧固定组:于患侧剥离竖脊肌直到显露小关节和横突根部,行患侧万向椎弓根螺钉置入。依据标准的TLIF技术,切除患侧部分关节突和椎板后显露减压区域(图1)。如需对侧减压,根据减压的范围,可采取自棘突根部凿断,拉向对侧后减压对侧椎板或潜行减压(图2)。椎间隙高度的恢复是采用逐渐增大的椎间撑开器插入后并旋转,同侧椎弓根螺钉拧紧维持撑开高度(图3)。用髓核钳和刮匙行椎间内容物清除和终板准备。采用自体骨充填的聚醚醚酮(polyetheretherketone, PEEK)材料融合器斜向打入。结合术前测量和术中的判断选择融合器高度,调整融合器,要求斜向、靠前、超过中线以维持对侧间隙高度。

双侧固定组:具体手术方法同上,但对侧需要置钉,采取对侧肌间隙入路打入螺钉(图4~7)。

四、术后处理

所有患者术后预防性应用抗生素3 d,并予以神经营养和脱水药物。术后48 h内拔除引流管,术后2 d即可开始腰背肌和直腿抬高功能锻炼,术后3 d腰围保护下下床活动,术后3个月内避免腰椎屈伸和旋转活动。

五、疗效评估和随访

记录患者手术时间、术中出血量和围手术期并发

症。分别于术前、术后6个月和24个月对患者行疼痛视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS)、Oswestry功能障碍指数(Oswestry disability index, ODI)评价。并于术前、术后即刻(术后3~5 d)和术后2年随访时对融合间隙的高度进行了测量。由于X线存在放大误差,我们采用CT测量。以正中矢状位图像为测量部位,取椎体前后缘的平均高度为椎间隙高度。如术后第二次测量存在椎间高度的丢失,可定义为影像学沉降,计算出相应沉降率。

手术节段的融合采用Suk等^[12]描述的X线测量方法,当有连续骨小梁通过手术间隙或动力位片角位移 $<4^\circ$ 可判断为融合,当手术区域两端有透亮影,动力位摄片角位移 $>4^\circ$ 或有水平移位时,判断为未融合,薄层CT加重建有助于融合的判断(图8)。

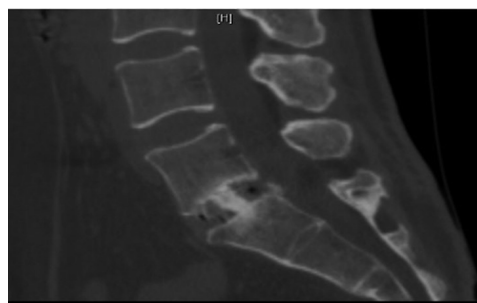


图8 女性,65岁,腰椎间盘突出症,行后路单侧椎弓根螺钉固定结合TLIF治疗,随访CT矢状位重建,可以清晰见到连续骨桥连接上下椎体,提示骨性融合

六、统计学分析

采用 SPSS 19.0 (SPSS 公司, 美国) 统计软件进行统计学分析。两组间性别、手术节段、融合率的比较采用 χ^2 检验, 组间如手术时间、出血量比较采用独立样本 t 检验, 组内比较采用配对 t 检验, 两组间不同时间点的 ODI、VAS 评分、融合节段椎间高度和沉降率比较采用重复测量设计的方差分析, 以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 检验水准 α 值取双侧 0.05。

结 果

一、一般结果

31 例患者均获得 24~36 个月的随访, 平均 (29 \pm 3) 个月, 随访率 100%。单侧组有 5 例 (26.3%) 患者出现术后并发症, 包括贫血 1 例, 谵妄 1 例, 尿路感染 1 例, 肠麻痹 2 例。双侧组有 3 例 (25.0%) 患者出现术后并发症, 包括贫血 2 例, 肠麻痹 1 例, 并发症总发生率为 25.8%。依照 Suk^[12] 方法进行测量, 两组各有

表2 两组患者术后不同时间的 VAS 评分 ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	术前	术后		F 值	P 值
			6 个月	24 个月		
单侧固定组	19	5.9 \pm 1.4	3.0 \pm 0.8	0.5 \pm 0.7	55.992	<0.01
双侧固定组	12	6.3 \pm 1.3	3.0 \pm 1.0	1.0 \pm 0.2		
F 值			0.343			
P 值			0.643			

注: VAS 为疼痛视觉模拟评分

表3 两组患者术后不同时间的 ODI 评分 ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	术前	术后		F 值	P 值
			6 个月	24 个月		
单侧固定组	19	57 \pm 13	39 \pm 5	16 \pm 4	42.755	<0.05
双侧固定组	12	56 \pm 15	42 \pm 5	17 \pm 4		
F 值			0.021			
P 值			>0.05			

注: ODI 为 Oswestry 功能障碍指数

1 例未实现骨性融合, 但患者临床症状明显改善, 仍持续随访观察。

二、两组手术时间及出血量比较

单侧组手术时间和出血量分别为 (107 \pm 11) min 和 (295 \pm 69) ml, 双侧组为 (140 \pm 16) min、(509 \pm 93) ml, 两组差异有统计学意义 ($t=2.412$, $P<0.05$; $t=2.235$, $P<0.05$)。

三、VAS 评分和 ODI 比较

两组的术前、术后 6 个月和术后 24 个月 VAS 评分经重复测量的方差分析显示, 不同时间点差异有统计学意义 ($F=55.992$, $P<0.01$), 不同组别间差异无统计学意义 ($F=0.343$, $P=0.643$), 组别与时间点无交互作用 ($F=0.010$, $P>0.05$, 表 2)。两组 ODI 比较, 不同时间点的差异有统计学意义 ($F=42.755$, $P<0.05$), 不同组别差异无统计学意义 ($F=0.021$, $P>0.05$), 组别与时间点无交互作用 ($F=0.017$, $P>0.05$, 表 3)。

四、椎间隙高度测定和沉降率

经重复测量设计的方差分析, 不同组别间差异无统计学意义 ($F=2.579$, $P>0.05$), 不同时间点间差异有统计学意义 ($F=13.632$, $P<0.05$), 组别与时间点间有交互作用 ($F=1.472$, $P<0.01$)。进一步分析单独效应, 与术后 24 个月相比, 单侧组 ($P<0.05$) 和双侧组 ($P<0.01$) 术后即刻的固定节段高度更高, 差异具有统计学意义。末次随访时, 两组患者的融合节段沉降率比较差异无统计学意义 ($P>0.05$, 表 4)。

讨 论

一、老年腰椎手术的特点

文献报道老年腰椎手术存在以下特点: (1) 手术风险大, 这和老年患者合并慢性病多、骨质量差、手术耐受性差有关; (2) 手术并发症发生率高^[1-2, 13]; (3) 手术治疗效果存在一定争议^[3, 14-16]。但手术毕竟是治疗腰椎退行性疾病的一种方法, 随着社会老龄

表4 受试者术后不同时间的椎间隙高度变化和沉降率测定 ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	融合节段椎间高度 (mm)			F 值	P 值	融合节段沉降率 (%)
		术前	术后即刻	术后 24 个月			
单侧固定组	19	7.8 \pm 2.2	10.7 \pm 1.0*	8.3 \pm 1.6	6.113	0.009	15.7 \pm 3.9
双侧固定组	12	8.6 \pm 1.9	11.6 \pm 1.6 *	9.9 \pm 2.1	4.416	0.028	15.0 \pm 1.8
F 值		0.443	1.501	2.468			0.673
P 值		>0.05	>0.05	>0.05			>0.05

注: *表示与术后 24 个月相比 $P<0.05$

化趋势加剧,腰椎手术量还会上升,如何提高手术疗效、降低手术风险仍需进一步深入研究。Wu等^[14]运用微创经椎间孔椎体间植骨融合术(minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion, MIS TLIF)治疗退行性腰椎间盘疾病的临床疗效,发现MIS TLIF可有效治疗老年退行性腰椎间盘疾病。本研究中两组患者术后第6个月和24个月的ODI和VAS评分较术前明显改善($P<0.05$),手术区域骨性融合率也达到了91.67%以上,所以合理的手术治疗方案可有效改善患者的临床症状及功能。

二、单侧与双侧椎弓根螺钉固定治疗老年退行性腰椎疾患的疗效比较

Xie等^[17]对108例腰椎退行性疾病患者进行后路腰椎椎体融合术(posterior lumbar interbody fusion, PLIF),将其随机分成单侧固定和双侧固定组,结果显示两组患者术后日本骨科协会评分(Japanese Orthopaedic Association Scores, JOA)、健康状况调查问卷(SF-36)评分均明显改善,两组间改善程度无显著差异,但单侧组失血量(410 ml)明显少于双侧组(558 ml),单侧组手术时间(129 min)明显少于双侧组(168 min)。本研究中,患者术后ODI和VAS评分较术前明显改善,但两组间没有明显差异,这与上述研究结果相似,因此对于腰椎退行性疾病,单侧固定结合TLIF可取得和双侧固定结合TLIF相当的临床疗效。同时,单侧组失血量和手术时间明显少于双侧组($P<0.05$)。

双侧椎弓根螺钉结合TLIF是治疗腰椎退行性疾病常用的手术方法之一。多项生物力学研究显示,双侧椎弓根螺钉较单侧稳定,尤其是在轴向旋转和侧屈方面^[7,18-19]。但也有研究认为过度的固定可能引起植骨区的应力遮挡,导致椎体出现骨质疏松和移植骨吸收,从而影响融合^[8-9],还会加速邻近节段的退变^[20-21]。为避免上述情况发生,有学者提出应减少固定强度^[22],单侧椎弓根螺钉固定就是一种较好的方法。Goel等^[23]研究发现单侧固定能减少应力遮挡和应力峰值在融合节段上方和下方出现。近年来,越来越多的数据显示单侧椎弓根螺钉结合TLIF是一项有效的治疗方法^[24-25],但单侧和双侧固定的争议仍持续发酵。Slucky等^[7]分别对人尸体腰椎标本行单节段TLIF联合单侧内固定和双侧固定,结果显示单侧组手术节段屈伸和侧弯活动度约为双侧组的2倍,旋转活动度约为双侧组的1.4倍。双侧固定的强度要高于单侧固定,而单侧固定的低生物力学稳定性可能对椎间融合率有影

响,因此对于腰椎严重不稳的患者,有必要行双侧固定。

三、脊柱融合术后椎间隙高度的变化

手术间隙高度的下降意味着椎间融合器可能发生了沉降。脊柱融合术中椎间融合器的下沉是较为常见的现象,从某种程度上讲,融合器的下沉源于骨在应力负荷下的重塑^[26]。一般界面愈合后沉降即终止,术后1年沉降多不再进展^[27]。如果融合器下沉严重,前柱的支撑必然受到影响,可能引起骨不融合、假关节形成、椎间高度丢失、矢状位失衡,甚至椎间隙狭窄引起硬膜、神经根受压等^[28]。

沉降的发生与许多因素有关,如骨密度、年龄、身高体重指数、融合器形状、终板准备等。老年人骨密度低,融合器易发生沉降,Fukuta等^[29]的研究表明65岁以上患者的融合器下沉程度大于65岁以下患者,该研究不建议老年患者行腰椎椎间融合器置入。Corniola等^[30]指出单侧固定可能是融合器沉降的危险因素。结合本次的研究结果推测,增加术后椎间隙高可纠正椎间隙退变性狭窄。无论单侧或双侧固定,术后均可发生沉降,因此笔者更赞同Kim等^[26]的观点,即融合器置入后,在应力作用下骨会发生重塑,一定范围内的沉降对临床疗效无明显影响。尽管双侧组沉降率低于单侧组,但两组总体沉降均不大,差异无统计学意义($P>0.05$),而且单侧与双侧的椎间隙高度也无统计学差异($P>0.05$),说明单侧固定仍能有效的控制融合器过度沉降。

四、本研究的局限性与展望

本研究存在以下不足之处:(1)由于严格了纳入排除标准,导致样本量较小,代表性较差;(2)本研究为回顾性研究,难免存在回忆偏倚,影响结果的准确性;(3)随访时间较短,下一步我们将增大样本量,进行大规模前瞻性随机对照研究。

参 考 文 献

- 1 Carreon LY, Puno RM, Dimar JR, et al. Perioperative complications of posterior lumbar decompression and arthrodesis in older adults [J]. J Bone Joint Surg Am, 2003, 85-A(11): 2089-2092.
- 2 Daubs MD, Lenke LG, Cheh G, et al. Adult spinal deformity surgery: complications and outcomes in patients over age 60 [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2007, 32(20): 2238-2244.
- 3 Carragee EJ. The increasing morbidity of elective spinal stenosis surgery: is it necessary? [J]. JAMA, 2010, 303(13): 1309-1310.
- 4 Harms J, Rolinger H. A one-stager procedure in operative treatment of spondylolistheses: dorsal traction-reposition and anterior fusion (author's transl) [J]. Z Orthop ihre Grenzgeb, 1982, 120(3): 343-347.
- 5 Humphreys SC, Hodges SD, Patwardhan AG, et al. Comparison of

- posterior and transforaminal approaches to lumbar interbody fusion [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2001, 26(5): 567-571.
- 6 Bridwell KH, Sedgewick TA, O'Brien MF, et al. The role of fusion and instrumentation in the treatment of degenerative spondylolisthesis with spinal stenosis [J]. J Spinal Disord, 1993, 6(6): 461-472.
- 7 Slucky AV, Brodke DS, Bachus KN, et al. Less invasive posterior fixation method following transforaminal lumbar interbody fusion: a biomechanical analysis [J]. Spine J, 2006, 16(1): 78-85.
- 8 Kim TH, Lee BH, Moon SH, et al. Comparison of adjacent segment degeneration after successful posterolateral fusion with unilateral or bilateral pedicle screw instrumentation: a minimum 10-year follow-up [J]. Spine J, 2013, 23(10): 1208-1216.
- 9 Lee JC, Kim Y, Soh JW, et al. Risk factors of adjacent segment disease requiring surgery after lumbar spinal fusion: comparison of posterior lumbar interbody fusion and posterolateral fusion [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2014, 39(5): E339-E345.
- 10 Fernández- Faires M, Sala P, Ramírez H, et al. A prospective randomized study of unilateral versus bilateral instrumented posterolateral lumbar fusion in degenerative spondylolisthesis [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2007, 32(4): 395-401.
- 11 Zhao J, Zhang F, Chen X, et al. Posterior interbody fusion using a diagonal cage with unilateral transpedicular screw fixation for lumbar stenosis [J]. J Clin Neurosci, 2011, 18(3): 324-328.
- 12 Suk SI, Lee CK, Kim WJ, et al. Adding posterior lumbar interbody fusion to pedicle screw fixation and posterolateral fusion after decompression in spondylolytic spondylolisthesis [J]. Spine (Phila Pa 1976), 1997, 22(2): 210-219; discussion 219-20.
- 13 Karikari IO, Grossi PM, Nimjee SM, et al. Minimally invasive lumbar interbody fusion in patients older than 70 years of age: analysis of peri- and postoperative complications [J]. Neurosurgery, 2011, 68(4): 897-902; discussion 902.
- 14 Wu WJ, Liang Y, Zhang XK, et al. Complications and clinical outcomes of minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion for the treatment of one- or two- level degenerative disc diseases of the lumbar spine in patients older than 65 years [J]. Chin Med J (Engl), 2012, 125(14): 2505-2510.
- 15 Lee P, Fessler RG. Perioperative and postoperative complications of single-level minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion in elderly adults [J]. J Clin Neurosci, 2012, 19(1): 111-114.
- 16 Okuda S, Oda T, Miyauchi A, et al. Surgical outcomes of posterior lumbar interbody fusion in elderly patients [J]. J Bone Joint Surg Am, 2006, 88(12): 2714-2720.
- 17 Xie Y, Ma H, Li H, et al. Comparative study of unilateral and bilateral pedicle screw fixation in posterior lumbar interbody fusion [J]. Orthopedics, 2012, 35(10): e1517-e1523.
- 18 Harris BM, Hilibrand AS, Savas PE, et al. Transforaminal lumbar interbody fusion: the effect of various instrumentation techniques on the flexibility of the lumbar spine [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2004, 29(4): E65-E70.
- 19 Sethi A, Muzumdar AM, Ingallhalikar A, et al. Biomechanical analysis of a novel posterior construct in a transforaminal lumbar interbody fusion model an in vitro study [J]. Spine J, 2011, 21(9): 863-869.
- 20 Nagata H, Schendel MJ, Transfeldt EE, et al. The effects of immobilization of long segments of the spine on the adjacent and distal facet force and lumbosacral motion [J]. Spine (Phila Pa 1976), 1993, 18(16): 2471-2479.
- 21 Ha KY, Schendel MJ, Lewis JL, et al. Effect of immobilization and configuration on lumbar adjacent-segment biomechanics [J]. J Spinal Disord, 1993, 6(2): 99-105.
- 22 Korovessis P, Papazisis Z, Koureas G, et al. Rigid, semirigid versus dynamic instrumentation for degenerative lumbar spinal stenosis: a correlative radiological and clinical analysis of short-term results [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2004, 29(7): 735-742.
- 23 Goel VK, Lim TH, Gwon J, et al. Effects of rigidity of an internal fixation device [J]. A comprehensive biomechanical investigation [J]. Spine (Phila Pa 1976), 1991, 16(3 suppl): S116-S155.
- 24 Wang L, Wang Y, Li Z, et al. Unilateral versus bilateral pedicle screw fixation in lumbar interbody fusion(MIS- TLIF): a meta-analysis of complication and fusion rate [J]. Clin Neurol Neurosurg, 2014, 14: 87.
- 25 Dahdaleh NS, Nixon AT, Lawton CD, et al. Outcome following unilateral versus bilateral instrumentation in patients undergoing minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion: a single- center randomized prospective study [J]. Neurosurg Focus, 2013, 35(2): E13.
- 26 Kim MC, Chung HT, Cho JL, et al. Subsidence of polyetheretherketone cage after minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion [J]. J Spinal Disord Tech, 2013, 26(2): 87-92.
- 27 Beutler WJ, Peppelman WC Jr. Anterior lumbar fusion with paired BAK standard and paired BAK Proximity cages: subsidence incidence, subsidence factors, and clinical outcome [J]. Spine J, 2003, 13(4): 289-293.
- 28 Abbushi A, Cabraja M, Thomale UW, et al. The influence of cage positioning and cage type on cage migration and fusion rates in patients with monosegmental posterior lumbar interbody fusion and posterior fixation [J]. Eur Spine J, 2009, 18(11): 1621-1628.
- 29 Fukuta S, Miyamoto K, Hosoe H, et al. Kidney-type intervertebral spacers should be located anteriorly in cantilever transforaminal lumbar interbody fusion: analyses of risk factors for spacer subsidence for a minimum of 2 years [J]. J Spinal Disord Tech, 2011, 24(3): 189-195.
- 30 Corniola MV, Jägersberg M, Stienen MN, et al. Complete cage migration/subsidence into the adjacent vertebral body after posterior lumbar interbody fusion [J]. J Clin Neurosci, 2015, 22(3): 597-598.

(收稿日期:2015-10-09)

(本文编辑: 宇文培之)

李华, 杨维杰, 田建平, 等. 单侧与双侧椎弓根螺钉固定结合 TLIF 治疗老年退行性腰椎疾患的临床研究 [J/CD]. 中华老年骨科与康复电子杂志, 2016, 2(4): 205-210.