

临床论著

微创经椎间孔腰椎椎体间融合术采用两种不同内固定方式的临床对照研究

徐 教, 毛克亚, 王 岩, 肖嵩华, 李 鹏, 毛克政, 肖 波, 王义国

(中国人民解放军总医院骨科 100853 北京市)

【摘要】 目的: 比较微创经椎间孔腰椎椎体间融合术 (minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion, MIS-TLIF) 采用单侧椎弓根螺钉结合对侧经椎板关节突螺钉混合内固定和双侧椎弓根螺钉内固定治疗单节段腰椎退行性疾病的疗效。**方法:** 2009 年 1 月~2012 年 1 月共收治 82 例单节段腰椎退行性疾病患者, 均采用 MIS-TLIF 手术治疗, 其中 37 例采用单侧切口完成双侧混合内固定(A 组), 45 例采用双侧切口完成双侧椎弓根螺钉内固定(B 组), 均于术前 1d、术后 1d、术后 3、6 及 12 个月采用疼痛视觉模拟量表 (visual analogue scale, VAS) 进行疼痛评分, 采用 Oswestry 腰椎功能障碍指数 (Oswestry disability index, ODI) 进行腰椎功能评分, 观察并比较两组的手术时间、术中出血量、切口长度、术后下地时间、住院时间、并发症发生情况、疼痛情况和融合情况等临床结果。**结果:** 两组患者在性别、年龄、病变节段、患病侧、随访时间和术前 VAS 及 ODI 评分均无统计学差异 ($P>0.05$)。A 组手术时间、术中出血量、切口长度、下地活动时间和住院日分别为 $110\pm 24\text{min}$ 、 $68\pm 19\text{ml}$ 、 $29\pm 3\text{mm}$ 、 $23\pm 7\text{h}$ 、 $2.9\pm 1.0\text{d}$; B 组分别为 $155\pm 35\text{min}$ 、 $96\pm 27\text{ml}$ 、 $59\pm 5\text{mm}$ 、 $27\pm 9\text{h}$ 、 $3.4\pm 1.2\text{d}$, 两组间比较 A 组均优于 B 组 ($P<0.05$)。两组术后 3、6 及 12 个月随访腰痛及腿痛 VAS 评分和 ODI 评分与术前相比均有显著改善 ($P<0.05$)。两组术后并发症发生情况、腿痛 VAS、ODI 评分及融合率无统计学差异 ($P>0.05$), 但术后 1d 腰痛 VAS 评分 A 组 (4.1 ± 0.8) 优于 B 组 (4.8 ± 1.0) ($P<0.05$)。**结论:** 采用单侧椎弓根螺钉结合对侧经椎板关节突螺钉双侧混合内固定和双侧椎弓根螺钉内固定完成 MIS-TLIF 手术均能达到良好的疗效, 但前者更加微创。

【关键词】 经椎间孔腰椎体间融合术; 外科手术; 微创; 混合内固定; 对照研究

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2013.09.07

中图分类号: R681.5, R687.3 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2013)-09-0798-06

Clinical outcomes of two internal fixation in minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion/XU Jiao, MAO Keya, WANG Yan, et al/Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2013, 23(9): 798-803

【Abstract】 Objectives: To compare the clinical outcomes between hybrid fixation by using pedicle screws plus translaminar screw and normal pedicle screw fixation in minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion (MIS-TLIF) for single-level lumbar disc disease. **Methods:** From January 2009 to January 2011, 82 patients with single-level disc disease and undergoing MIS-TLIF were divided into two groups: 37 cases in unilateral hybrid fixation group (group A) and 45 cases in bilateral pedicle screw fixation group (group B). Clinical outcomes were assessed in terms of back and leg pain visual analogue scale (VAS), Oswestry disability index (ODI) at 1 day before surgery and 1 day, 3 months, 6 months and 12 months after surgery. The outcomes of operation time, intraoperative blood loss, postoperative bedtime, hospitalization time and fusion rate were compared between two groups. **Results:** There were no significant differences with respect to age, gender, level of fusion, diseased region and follow-up time between group A and B ($P>0.05$). Operation time, intraoperative blood loss, length of incision, postoperative ambulation, hospitalization time in group A was ($110\pm 24\text{min}$, ($68\pm 19\text{ml}$, ($29\pm 3\text{mm}$, ($23\pm 7\text{h}$, ($2.9\pm 1.0\text{d}$) respectively, which in group B was ($155\pm 35\text{min}$, ($96\pm 27\text{ml}$, ($59\pm 5\text{mm}$, ($27\pm 9\text{h}$, ($3.4\pm 1.2\text{d}$) respectively. There were significant differences between group A and group

基金项目: 国家自然科学基金 (编号: 50830102); 国家 863 计划 (编号: 2009AA02Z405); 军队十二五课题 (编号: CWS11J110)

第一作者简介: 男 (1987-), 解放军医学院在读硕士, 研究方向: 脊柱外科

电话: (010) 66938402 E-mail: xujiao2070@163.com

通讯作者: 毛克亚 E-mail: maokeya@sina.com

B($P<0.05$). The postoperative VAS and ODI scores at 3, 6 and 12 months of two groups were better than the preoperative outcomes($P<0.05$). No difference existed as for the incidence of complications, postoperative leg pain VAS and ODI scores at the same time-point and lumbar fusion between two groups ($P>0.05$). But the back pain VAS score of group A at postoperative 1 day was lower than that of group B ($P<0.05$). **Conclusions:** Both unilateral hybrid fixation by using pedicle screws and translaminar screw and bilateral pedicle screw fixation have comparable good clinical outcomes for MIS-TLIF.

[Key words] Transforaminal lumbar interbody fusion; Surgical procedures; Minimally invasive; Hybrid fixation; Control study

[Author's address] Department of Orthopedics, the General Hospital of PLA, Beijing, 100853, China

近十年来,随着微创理念的普及、相关应用解剖学研究的深入以及手术辅助器械的改进,多种微创技术应用于临床。Foley 等^[1]于 2003 年首次描述了微创经椎间孔腰椎椎体间融合术(minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion, MIS-TLIF), 该技术是通过分离多裂肌和最长肌间的天然肌间隙入路,具有创伤小、恢复快、术后并发症少等优势^[2,3],逐渐在临床广泛应用。但该术式采用双侧椎弓根螺钉内固定手术时间长、内固定费用高,并且健侧置钉必将造成肌肉软组织的损伤^[4]。为了减少医源性创伤,达到更加微创的目的,毛克亚等^[5]首次报道了经单侧切口 MIS-TLIF 手术完成椎弓根螺钉结合经椎板关节突螺钉的双侧混合内固定,并取得了良好的疗效。但 MIS-TLIF 下完成这种双侧混合内固定与经典的双侧椎弓根螺钉内固定临床疗效的比较目前尚未见文献报道。为此,我们回顾分析了 2009 年 1 月~2012 年 1 月采用 MIS-TLIF 分别完成双侧混合内固定及椎弓根螺钉内固定治疗的单节段腰椎退行性病变患者的临床资料,比较两种技术的疗效,报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

2009 年 1 月~2012 年 1 月共纳入 82 例行 MIS-TLIF 手术患者,其中男性 48 例,女性 34 例,年龄平均(44 ± 17)岁。纳入条件:单节段腰椎退行性病变伴有严重腰痛和单侧下肢神经根症状,经严格保守治疗 3 个月无效或者反复发作;影像学表现为单节段腰椎间盘严重退变、单侧突出以及伴腰椎不稳,并与症状体征一致;相关临床及影像资料齐全且随访 1 年以上。排除多节段腰椎间盘病变、严重腰椎管狭窄伴双侧症状、腰椎滑脱和峡部裂,以及有腰椎骨折、肿瘤、感染等病史患者。

A 组 37 例仅需单侧减压的患者采用单侧切口行 MIS-TLIF 手术完成双侧混合内固定;B 组 45 例需要双侧减压的患者采用双侧切口完成双侧椎弓根螺钉内固定。两组患者术前资料经均衡性检验,组间差异无统计学意义($P>0.05$)(表 1)。

1.2 手术方法

手术均由同一医生主刀完成,按照毛克亚等方法^[5]:(1)双侧椎弓根螺钉固定术方法。患者全麻后取俯卧位,腹部垫空,取双侧旁正中切口,C 型臂 X 线机辅助确定手术间隙和切口位置。依次置入 METRx X-tube(枢法模)扩张套管和工作通道,纵向撑开后清理局部残留软组织。首先在健侧置入普通椎弓根螺钉和钛棒,适当撑开后临时固定,患侧钉道攻丝后骨蜡封堵备用。直视下完成患侧减压和椎间植骨融合,患侧置入椎弓根螺钉,双侧钛棒加压固定,C 型臂 X 线机透视确定内固定位置良好后,冲洗并关闭切口。(2)混合内固定术方法。术先在影像学资料上测量经椎板关节突螺钉的内倾角度和尾倾角度。术中取患侧旁正中切口完成患侧 MIS-TLIF,取局部切除的自体骨粉碎后填充 1 枚合适高度的椎间融合器行椎间植骨融合,完成患侧椎弓根螺钉加压固定后,适当调整工作套管及光源的位置和角度。确定进针点后,根据术前测量的内倾角和尾倾角钻孔,球探探查,透视确定位置正确,攻丝后置入经椎板关节突螺钉,C 型臂 X 线机透视再次确定螺钉位置正确后关闭切口。

1.3 术前、术后处理

两组术前准备相同,术后按照规定常规预防性应用抗生素,均不需放置引流管。术后在腰围保护下下床活动并复查 X 线片,佩带腰围 3 个月并于术后 3、6、12 个月及往后每年定期门诊随访。

1.4 观察指标

记录所有患者手术时间、术中出血量、切口长

度(双侧切口以双侧切口长度之和计算)、术后下地时间、住院时间、并发症发生情况和疼痛情况等,分别在术前和术后定期随访,采用疼痛视觉模拟量表 (visual analogue scale,VAS) 进行腰痛 (back pain,BP)和腿痛 (leg pain,LP)情况评分,采用 Oswestry disability index (ODI)功能障碍指数进行功能评分,并于随访时复查 X 线片,根据 Bridwell 椎间融合评价标准^[9]对术后 1 年腰椎 X 线片进行评价。术后 1 年随访查 CT 平扫+三维重建观察椎间植骨融合情况。

1.5 统计学方法

应用 SPSS 13.0 统计软件(SPSS 公司,美国)对数据进行统计学分析,计量资料采用 $\bar{x}\pm s$ 表示,定量数据间比较采用 *t* 检验,定性数据的比较采用卡方检验,以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般情况

所有患者均顺利完成手术,伤口均 I 期愈合,随访时间为 12~28 个月,平均 17.6±4.8 个月。两组患者在年龄、性别、手术节段分布及随访时间等一般资料上没有统计学差异($P>0.05$)(表 1)。

2.2 围手术期结果

两组患者平均手术时间和术中出血量等见表 2。A 组平均手术时间、术中出血量、切口长度、下地活动时间和住院日均明显少于 B 组($P<0.05$)。

2.3 疼痛与功能恢复情况

患者术前及随访的腰痛 (BP) 和腿痛 (LP) VAS 评分及 ODI 评分见表 3。术前两组 VAS 评

表 1 两组一般情况比较

Table 1 Comparisons of general conditions between the two groups

一般情况 General conditions	A组 Group A	B组 Group B
年龄(岁) Age(Y)	41±15	46±19 ^①
性别(男/女) Gender(M/F)	17/20	31/14 ^①
病变节段(L4/5 / L5/S1) Level of fusion(L4/5 / L5/S1)	16/21	20/25 ^①
患侧(左/右) Diseased site(Left/Right)	25/12	20/25 ^①
随访时间(月) Follow-up(m)	16.6±4.1	18.4±5.4 ^①

注:①与 A 组比较 $P>0.05$

Note: Compared with group A, $P>0.05$

表 2 两组围手术期指标比较

Table 2 Comparisons of clinical parameters between the two groups

指标 Index	A组 Group A	B组 Group B
手术时间(min) Operation time	110±24	155±35 ^①
术中出血量(ml) Intraoperative blood loss	68±19	96±27 ^①
切口长度(mm) Length of incision	29±3	59±5 ^①
术后下地时间(h) Postoperative ambulation	23±7	27±9 ^①
术后住院时间(d) Postoperative hospitalization	2.9±1.0	3.4±1.2 ^①

注:①与 A 组相比 $P<0.05$

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

表 3 疼痛 VAS 评分和功能 ODI 评分比较

Table 3 Comparisons of VAS and ODI scores

时间 Time	腰痛 VAS Back pain of VAS		腿痛 VAS Leg pain of VAS		ODI评分 ODI scores	
	A组 Group A	B组 Group B	A组 Group A	B组 Group B	A组 Group A	B组 Group B
术前 Preoperative	4.8±1.0	5.0±1.2	7.6±1.2	7.4±0.8	52.3±5.8	51.8±5.1
术后 1d One day after operation	4.1±0.8 ^①	4.8±1.0*	3.0±1.3 ^①	2.9±1.0 ^①	—	—
术后 3 个月 Three months after operation	2.4±0.8 ^{①②}	2.6±0.9 ^{①②}	1.7±1.1 ^{①②}	1.5±0.9 ^{①②}	21.4±3.4 ^①	22.1±6.1 ^①
术后 6 个月 Six months after operation	1.5±0.7 ^{①②③}	1.7±0.7 ^{①②③}	1.1±0.8 ^{①②③}	1.1±0.7 ^{①②③}	16.8±4.4 ^{①③}	18.4±6.7 ^{①③}
术后 1 年 One year after operation	1.1±0.6 ^{①②③④}	1.2±0.5 ^{①②③④}	0.4±0.4 ^{①②③④}	0.5±0.5 ^{①②③④}	13.5±4.3 ^{①③④}	13.3±4.8 ^{①③④}

注:①与同组术前相比 $P<0.05$;②与同组术后 1d 相比 $P<0.05$;③与同组术后 3 个月相比 $P<0.05$;④与同组术后 3 个月相比 $P<0.05$; * 表示与 A 组同时间点比 $P<0.05$

Note: ①Compared with preoperative value, $P<0.05$; ②Compared with the value at one day after surgery, $P<0.05$; ③Compared with the value at three months after surgery, $P<0.05$; ④Compared with the value at six months after surgery, $P<0.05$; *Compared with the value of group A at the same time-point, $P<0.05$

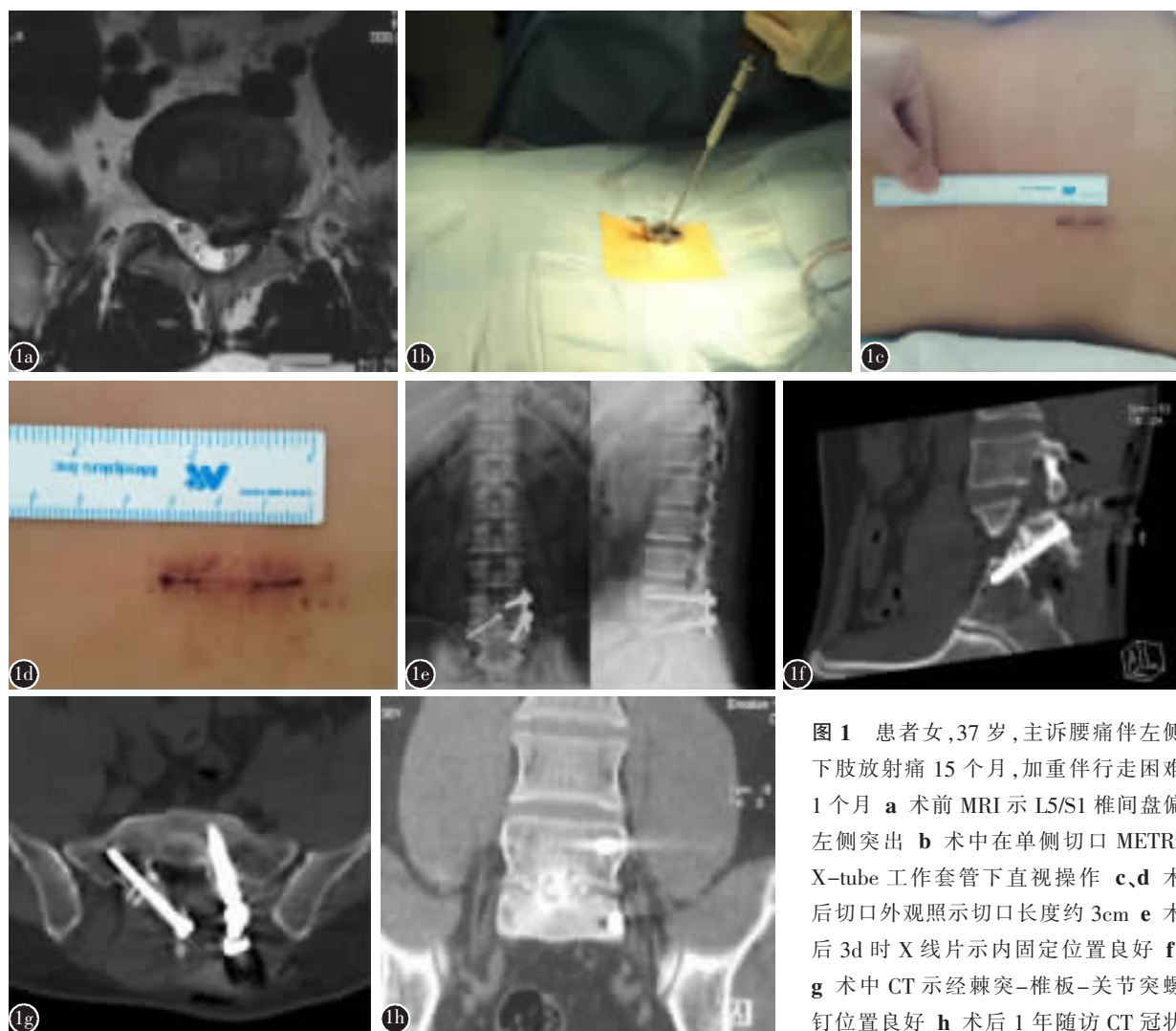


图1 患者女,37岁,主诉腰痛伴左侧下肢放射痛15个月,加重伴行走困难1个月 a 术前MRI示L5/S1椎间盘偏左侧突出 b 术中在单侧切口METRx X-tube工作套管下直视操作 c、d 术后切口外观照示切口长度约3cm e 术后3d时X线片示内固定位置良好 f、g 术中CT示经棘突-椎板-关节突螺钉位置良好 h 术后1年随访CT冠状面重建结果显示椎体间骨性融合良好

Figure 1 Female, 37 years old, low back pain with left lower extremities scitica for 15 months, accompanied by difficulty in walking a MRI showed that lumbar disc herniation at L5/S1 b Operation was performed by using METRx X-tube c, d Appearance of skin incision showed length of incision was 3cm e 3 days postoperative X-ray showed internal fixation in good position f, g Interoperative CT showed good position of translaminal facet screw h One year after operation, CT scans showed solid bony fusion

分及 ODI 评分无统计学差异 ($P>0.05$), 术后两组症状均较术前显著改善 ($P<0.05$), 腿痛 VAS 评分及 ODI 评分两组间比较无统计学差异 ($P>0.05$), 而术后 1d 腰痛 VAS 评分 A 组优于 B 组 ($P<0.05$), 随着随访时间延长, 至术后 3 个月这种差异逐渐无统计学意义 ($P>0.05$)。

2.4 影像学复查结果

两组术后影像学资料可见内固定位置良好, 根据 Bridwell 椎间融合评价标准, 术后 1 年时 A 组 37 例患者中 I 级 21 例 (56.8%), II 级 16 例 (43.2%); B 组 45 例患者中 I 级 26 例 (57.8%),

II 级 19 例 (42.2%), 均无患者为 III 级和 IV 级。两组融合结果比较无统计学差异 ($\chi^2=0.0172, P>0.05$)。

2.5 并发症发生情况

两组共有 6 例 (7.3%) 出现不同并发症: A 组 2 例 (5.4%), 1 例 (2.7%) 术中硬膜撕裂, 术中以纤维蛋白胶和明胶海绵覆盖, 没有出现脑脊液漏; 1 例 (2.7%) 术后出现切口脂肪液化, 积极处理后愈合良好。B 组 4 例 (8.9%), 2 例 (4.5%) 术中硬膜撕裂, 经处理后没有出现脑脊液漏; 1 例 (2.2%) 术后浅表感染, 给与抗炎及清创换药后愈合良好, 1 例



图2 患者男,41岁,腰痛4年加重伴右侧下肢放射痛3个月 a 术中在双侧切口 METRx X-tube 工作套管下直视操作 b 术后切口外观照见两侧切口硬币大小 c 术后3d正侧位X线片示内固定位置良好 d、e 术中CT示椎弓根螺钉位置良好 f 术后1年随访CT冠状面重建结果示椎体间骨性融合良好

Figure 2 Male, 41 years old, low back pain for 4 years, accompanied by right lower extremities sciatica for 3 months **a** Operation was performed by using METRx X-tube, and two tubular retractors were placed **b** Length of incision was equal to the coin **c** 3 days postoperative X-ray showed internal fixation in good position **d**, **e** Intraoperative CT showed good position of pedicle screws **f** One year after operation, CT scans showed good interbody bony fusion

(2.2%)术后暂时性神经根损伤,考虑为术中神经根牵拉所致,术后经脱水、抗炎及营养神经对症治疗,1周后症状消失。两组间并发症发生情况差异无统计学意义($\chi^2=0.0312, P>0.05$)。

3 讨论

微创腰椎融合术是将传统腰椎融合手术与微创技术结合,在尽量保持腰椎正常解剖结构完整性和生物力学特性的基础上,达到减少手术创伤,减轻患者伤痛,缩短卧床和住院时间,加快患者术后功能康复。自2003年Foley等^[1]首次报道MIS-TLIF以来,该技术因具有创伤小、软组织损伤少、出血少、恢复快等众多优势逐渐在临床广泛应用,并取得了良好的疗效^[3,7]。

MIS-TLIF需切除一侧关节突及摘除椎间盘,

而三关节复合体的破坏可能会直接影响到腰椎稳定性^[8],因此手术需辅以内固定维持即刻稳定性,提高椎间植骨融合率。自椎弓根螺钉内固定系统应用于腰椎手术后,因固定可靠,融合率高,逐渐成为融合内固定的金标准。目前临床上MIS-TLIF采用的内固定方式主要有两种:一种是传统的双侧椎弓根螺钉内固定椎间融合,此方式又包括双侧切口可扩张工作通道下置入普通椎弓根螺钉固定^[4]以及借助Sextant等系统行双侧经皮椎弓根螺钉固定^[9];另一种是单侧椎弓根螺钉内固定椎间融合^[10]。

Slucky等^[11]通过生物力学研究表明,单侧椎弓根螺钉固定的强度只有双侧椎弓根螺钉内固定及混合内固定的一半,而且作为不对称固定,其抗旋转力较差,容易出现应力集中,同时单侧内固定

有造成侧凸及内固定失效的风险^[4,12]。而双侧椎弓根螺钉内固定很大程度上改变了腰椎节段的生物力学特征,手术时间长、内固定费用高,并且健侧置钉必将造成肌肉软组织的损伤^[4]。为了克服上述弊端,毛克亚等^[5]通过对 MIS-TLIF 及内固定方式的改进和创新,首次报道了经单侧切口 MIS-TLIF 手术完成椎弓根螺钉结合经椎板关节突螺钉的双侧混合内固定,并取得了良好的疗效。这一新手术技术的应用,使得通过单侧小切口即可完成双侧内固定,而且这种双侧混合内固定与双侧椎弓根螺钉内固定具有相同稳定性^[11,13]。

据 Jang 等^[14]和 Sethi 等^[15]的临床研究报道,在传统开放 TLIF 手术中,上述双侧混合内固定术优于传统的双侧椎弓根螺钉固定术,软组织损伤和术中出血量明显减少,费用更低。曾忠友等^[16]报道了后正中入路单侧暴露 TLIF 手术完成单侧椎弓根螺钉联合对侧经椎板关节突螺钉固定治疗下腰椎病变 30 例,认为单侧椎弓根螺钉联合对侧经椎板关节突螺钉固定具有操作简单、创伤小、稳定性好、融合率高及并发症少等优点。然而,在 MIS-TLIF 手术中,以上两种双侧内固定方式临床疗效的比较目前尚未见文献报道,因此,本研究比较了 MIS-TLIF 结合这两种内固定技术的疗效。研究表明,采用单侧椎弓根螺钉结合对侧经椎板关节突螺钉双侧混合内固定和双侧椎弓根螺钉内固定完成 MIS-TLIF 手术均能达到良好的疗效,但与双侧椎弓根螺钉固定相比,双侧混合内固定仅单一切口,避免了对侧置钉造成的创伤,保留了对侧结构的完整性,明显减少了术中出血,有效减轻了术后短期腰背疼痛,患者能够早期佩戴腰围下床进行功能锻炼,恢复更快。

这一新技术将双侧混合内固定与 MIS-TLIF 完美结合在一起,使得在单侧切口内完成双侧内固定成为可能,进一步减小了创伤,更加微创。但是本研究样本量少,随访时间短,均为单节段及单侧症状病例,需增加病例数量和随访时间,此外,这一技术应用于双节段病变、双侧症状病例及翻修手术尚需进一步研究。

4 参考文献

- Foley KT, Holly LT, Schwender JD. Minimally invasive lumbar fusion[J]. Spine, 2003, 28(15 Suppl): S26-S35.
- Wiltse LL, Bateman JG, Hutchinson RH, et al. The paraspinous sacrospinous-splitting approach to the lumbar spine [J]. J Bone Joint Surg Am, 1968, 50(5): 919-926.
- 毛克亚, 王岩, 肖嵩华, 等. 微创手术治疗单节段腰椎管狭窄症的疗效评价[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2011, 21(2): 113-117.
- 毛克亚, 王岩, 肖嵩华, 等. 直视下微创与切开进行单节段经椎间孔腰椎融合术的临床效果比较 [J]. 中国矫形外科杂志, 2012, 20(9): 769-773.
- 毛克亚, 王岩, 肖嵩华, 等. 单侧微创经椎间孔腰椎体间融合术采用椎弓根螺钉结合经椎板关节突螺钉混合内固定可行性研究[J]. 中华外科杂志, 2011, 49(12): 1067-1070.
- Bridwell KH, Lenke LG, McEnery KW, et al. Anterior fresh frozen allografts in the thoracic and lumbar spine: do they work if combined with posterior fusion and instrumentation in adult patients with kyphosis or anterior column defects [J]. Spine, 1995, 20(12): 1410-1418.
- Fan SW, Zhao X, Zhao FD, et al. Minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion for the treatment of degenerative lumbar disease[J]. Spine, 2010, 35(17): 1615-1620.
- Natarajan RN, Williams JR, Andersson GB. Modeling changes in intervertebral disc mechanics with degeneration[J]. J Bone Joint Surg Am, 2006, 88(Suppl 2): 36-40.
- Schwender JD, Holly LT, Rouben DP, et al. Minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion (TLIF): technical feasibility and initial results[J]. J Spinal Disord Tech, 2005, 18(Suppl): S1-6.
- Deutsch H, Musacchio MJ. Minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion with unilateral pedicle screw fixation [J]. Neurosurg Focus, 2006, 20(3): E10.
- 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, 6(1): 78-85.
- Kasai Y, Lnaba T, Kato T, et al. Biomechanical study of the lumbar spine using a unilateral pedicle screw fixation system[J]. J Clin Neurosci, 2010, 17(3): 364-367.
- Schleicher P, Beth P, Ottenbacher A, et al. Biomechanical evaluation of different asymmetrical posterior stabilization methods for minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion[J]. J Neurosurg Spine, 2008, 9(4): 363-371.
- Jang JS, Lee SH. Minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion with ipsilateral pedicle screw and contralateral facet screw fixation[J]. J Neurosurg Spine, 2005, 3(3): 218-233.
- Sethi A, Lee S, Vaidya R. Translaminar lumbar interbody fusion using unilateral pedicle screws and a translaminar screw[J]. Eur Spine J, 2009, 18(3): 430-434.
- 曾忠友, 严卫锋, 陈国军, 等. 单侧椎弓根螺钉联合对侧经椎板关节突螺钉固定治疗下腰椎病变的临床观察[J]. 中华骨科杂志, 2011, 31(8): 834-839.

(收稿日期:2013-04-02 修回日期:2013-07-03)

(英文编审 蒋欣/贾丹彤)

(本文编辑 彭向峰)