

临床论著

微创与开放经椎间孔椎体间融合术治疗
腰椎单节段退行性疾病的临床疗效比较

郑 扬, 李危石, 陈仲强, 齐 强, 郭昭庆, 曾 岩, 孙垂国, 韦 峰, 刘忠军

(北京大学第三医院骨科 100191 北京市)

【摘要】目的：对比微创经椎间孔椎体间融合术(minimal invasive posterior transformal lumbar interbody fusion, MIS-TLIF)与开放经椎间孔椎体间融合术(open transforaminal lumbar interbody fusion, open TLIF)治疗单节段腰椎退行性疾病的椎间融合率及临床疗效,评价 MIS-TLIF 治疗腰椎退行性疾病的安全性及有效性。方法：回顾性研究单节段腰椎退行性疾病患者 48 例,22 例采用 MIS-TLIF 治疗,其中男 7 例,女 15 例,手术时年龄 26~65 岁,平均 49.4 ± 12.1 岁;26 例采用 open TLIF 治疗,其中男 11 例,女 15 例,手术时年龄 27~70 岁,平均 50.7 ± 11.8 岁。比较两组的手术时间、术中出血量、术后引流量,分别采用 visual analogue scores(VAS)、Oswestry disability index(ODI)、Japanese Orthopedic Association scores(JOA)评价两组治疗效果,并采用 X 线及 CT 三维重建比较两组椎间植骨融合率。结果：两组患者年龄、性别、吸烟史、BMI、手术节段均无显著差异。术前 MIS-TLIF 组 VAS 腰痛评分、VAS 腿痛评分、ODI 评分、JOA 评分分别为 4.9 ± 2.5 分、 6.6 ± 2.4 分、 23.3 ± 10.2 分和 14.7 ± 5.8 分;open TLIF 组分别为 5.4 ± 2.2 分、 6.0 ± 2.8 分、 23.8 ± 9.0 分和 3.6 ± 4.8 分,组间比较无显著差异($P > 0.05$)。MIS-TLIF 组手术时间、术中出血量、术后引流量分别为 235.8 ± 46.3 min、 198.6 ± 81.6 ml 和 115.7 ± 74.5 ml;open TLIF 组分别为 127.8 ± 45.8 min、 350.0 ± 143.6 ml 和 494.7 ± 243.9 ml。MIS-TLIF 组手术时间长于 open TLIF 组($P < 0.05$),而术中出血量及术后引流量 MIS-TLIF 组均明显低于 open TLIF 组($P < 0.05$)。平均随访时间 1 年(6 个月~2 年),术后 3 个月内腰痛 VAS 评分 MIS-TLIF 组改善较明显,3 个月以后 VAS 评分两组相比无显著差异($P > 0.05$)。术后 3 个月、6 个月及末次随访两组 ODI、JOA 评分相比无显著差异($P > 0.05$)。末次随访时,行 CT 三维重建判定椎间融合率,MIS-TLIF 组椎间融合率 81.8%(18/22),open TLIF 组椎间融合率为 92.3%(24/26),两组间无统计学差异($P > 0.05$)。均无神经损伤、脑脊液漏、感染等并发症发生。结论：MIS-TLIF 治疗单节段腰椎退行性病变,可获得与 open TLIF 相同的临床疗效及植骨融合率,并且出血量、引流量较少,具有较高的安全性。

【关键词】腰椎退行性疾病;微创;经椎间孔椎体间融合术;椎间融合

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2014.12.03

中图分类号:R681.5 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2014)-12-1064-08

The minimal invasive posterior transformal lumbar interbody fusion versus open transforaminal lumbar interbody fusion in the treatment of single level lumbar spine degenerative diseases/ZHENG Yang, LI Weishi, CHEN Zhongqiang, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2014, 24(12): 1064-1071

【Abstract】 Objectives: To compare the fusion rate between minimal invasive posterior transformal lumbar interbody fusion(minimal invasive posterior transforaminal lumbar interbody fusion, MIS-TLIF) and open transforaminal lumbar interbody fusion(open transforaminal lumbar interbody fusion, open TLIF), and to evaluate the safety and reliability of MIS-TLIF for single level lumbar spine degenerative diseases. Methods: 48 patients with single level lumbar degenerative diseases were followed up. Among them, 22 cases received MIS-TLIF, there were 7 males and 15 females, with a mean age of 49.4 ± 12.1 years(range from 26 to 65 years). 26 cases received open TLIF: 11 males, 15 females, with a mean age of 50.7 ± 11.8 years (range from 27 to 70 years). The operation time, intraoperative blood loss and postoperative drainage were compared between two

第一作者简介:男(1989-),博士研究生在读,研究方向:脊柱外科

电话:(010)82267368 E-mail: yangzheng@hsc.pku.edu.cn

通讯作者:李危石 E-mail: liweishi@medmail.com.cn

groups. Clinical outcomes in terms of back pain VAS score, leg pain VAS score, ODI score and JOA score were performed before surgery and during follow-up. Furthermore, X-ray and three-dimensional computed tomography were used to evaluate the fusion status. **Results:** There were no significant differences between two groups in age, sex, smoking history, BMI and surgery levels ($P>0.05$). The preoperative back pain VAS score, leg pain VAS score, ODI score and JOA score in MIS-TLIF group were 4.9 ± 2.5 , 6.6 ± 2.4 , 23.3 ± 10.2 , 14.7 ± 5.8 respectively; and 5.4 ± 2.2 , 6.0 ± 2.8 , 23.8 ± 9.0 , 13.6 ± 4.8 respectively in open TLIF group. Operation time, intraoperative blood loss, postoperative drainage in MIS-TLIF group were 235.8 ± 46.3 min, 198.6 ± 81.6 ml, 115.7 ± 74.5 ml respectively; and 127.8 ± 45.8 min, 350.0 ± 143.6 ml, 494.7 ± 243.9 ml respectively in open TLIF group. Although the operation time of MIS-TLIF group was longer than that of open TLIF group ($P<0.05$), the blood loss and the postoperative drainage of MIS-TLIF group were less than those of open TLIF group ($P<0.05$). After a mean follow-up of 12 months, the VAS score of back pain in MIS-TLIF group was lower than that of open TLIF group within 3 months after operation ($P<0.05$), and there was no difference between two groups regarding to VAS score after 3 months of postoperation. X-ray and three-dimensional computed tomography were performed at the final follow-up. Lumbar fusion rate assessed by three-dimensional computed tomography in MIS-TLIF group was 81.8% (18/22), and 92.3% (24/26) in open TLIF group. The lumbar spine fusion rate in MIS-TLIF group was lower than that in open TLIF group, but no significant difference ($P>0.05$) was noted. There were no complications in two groups. **Conclusions:** For single level lumbar spine degenerative diseases, MIS-TLIF can achieve similar result and similar fusion rate with the open TLIF. MIS-TLIF is of high reliability because of lower bleeding and drainage.

[Key words] Lumbar degenerative diseases; Minimal invasive surgery; Transforaminal lumbar interbody fusion; Interbody fusion

[Author's address] Department of Orthopedics, the Third Hospital of Peking University, Beijing, 100191, China

开放经椎间孔椎体间融合术 (open transforaminal lumbar interbody fusion, open TLIF) 最早由 Harms 等^[1]于 1982 年报道, 具有椎板切除少, 神经根牵拉小等优点, 但存在软组织损伤大、术中出血多等不足。为了弥补上述不足, 2003 年 Foley 等^[2]报道了微创经椎间孔椎体间融合术 (minimal invasive posterior transforamen lumbar interbody fusion, MIS-TLIF) 治疗腰椎退行性疾病, 并被广泛用于治疗脊柱疾病^[3]。椎间植骨融合对临床疗效起重要作用^[4]。临床中大多采用 X 线片评估椎间植骨融合, 但该方法评估椎间融合的准确度较低, CT 平扫加三维重建可更加清晰地观察到椎间骨小梁, 提高评估椎间融合的准确性^[5]。关于 CT 三维重建评估 MIS-TLIF 椎间融合的报道较少。我们通过 CT 三维重建及伸屈位 X 线对比分析 MIS-TLIF 与 open TLIF 两组患者椎间融合率, 并比较其临床疗效。

1 资料与方法

1.1 临床资料

选取 2011 年 4 月~2013 年 9 月北京大学第三医院收治的腰椎退行性疾病患者, 满足以下条

件纳入本研究。其中 MIS-TLIF 组的患者入选条件: (1) 有严重腰腿痛或间歇性跛行症状; (2) 经过严格保守治疗 3 个月无效; (3) 影像学表现单节段单纯腰椎管狭窄、腰椎管狭窄合并腰椎间盘突出或腰椎管狭窄合并滑脱不稳患者, 其中合并滑脱为 I 度滑脱。排除条件: (1) 影像学表现为病变邻近节段严重退变; (2) 有腰部骨折、肿瘤、畸形、感染等疾患或手术史。open TLIF 组患者入选在上述条件下还包括: (1) 手术时间点与微创组患者相差 ± 1 周, 若无合适患者入选, 时间窗可扩至 ± 2 周; (2) 同一时间点的手术患者性别相同, 年龄相差 ± 5 岁; (3) 手术均由同一组高年资主任医师完成; (4) 若同时满足条件 (1)、(2) 有两例或多例患者时, 可选取手术时间点、年龄更接近微创组对应病例纳入研究; 存在满足条件完全相同病例 ≥ 2 例时, 则抛硬币随机决定。满足上述条件的 62 例患者纳入本研究, 微创组 31 例, 开放组 31 例。

实际获访患者 48 例。MIS-TLIF 组获访 22 例, 男 7 例, 女 15 例, 手术时年龄 26~65 岁, 平均 49.4 ± 12.1 岁, 病变位于 L4/5 节段 11 例, L5/S1 节段 11 例。open TLIF 组获访 26 例, 男 11 例, 女 15 例, 手术时年龄 27~70 岁, 平均 50.7 ± 11.8 岁, 病

变位于 L3/4 节段 1 例, L4/5 节段 15 例, L5/S1 节段 10 例。

1.2 手术方式

MIS-TLIF 术式:全麻下患者俯卧位,透视确定病变椎体边界在体表投影并标记。腰部一侧多裂肌外侧纵切口,透视下经皮穿刺拧入 2 枚椎弓根螺钉。减压侧多裂肌外侧纵切口,安装工作通道,通道下显露减压节段椎板、关节突。切除上下关节突及部分椎板,显露硬膜囊及神经根,保护神经,切除椎间盘,环状刮匙切除上下椎体软骨板。将切除的自体骨质剪碎后植于椎间,取 1 枚合适大小的 PEEK 材质的 cage,装入自体碎骨后置于椎间。取出工作通道,同法拧入同侧的椎弓根螺钉。安装固定棒,螺钉间纵向加压后拧紧螺钉钉帽。

open TLIF 术式:全麻下患者取俯卧位,后正中入路,显露手术节段椎板及关节突,先拧入 4 枚椎弓根螺钉。切除手术节段的上下部分椎板及一侧小关节突,显露硬膜囊及神经根,保护神经,切除椎间盘,环状刮匙切除上下椎体软骨板。将切除的自体骨质剪碎后植于椎间,取 1 枚合适大小的 PEEK 材质的 cage,装入自体骨后置于椎间。安装固定棒,螺钉间纵向加压后拧紧螺钉钉帽。

1.3 观察指标及疗效评估标准

两组患者围手术期指标包括:患者吸烟史、体重指数(BMI)、手术时间、术中出血量、术后引流量。分别在入院当天、术后 2 周、术后 1 个月、术后 3 个月、术后 6 个月、末次随访时采用 visual analogue scores (VAS) 评分、Osestry disability index (ODI) 评分^[6]及 Japanese Orthopedic Association scores (JOA 29 评分)进行腰痛和下肢痛评分及腰椎功能评价。

伸屈位 X 线片判断植骨融合情况采用 Suk^[7]标准:(1)若植骨与椎体间有连续的骨小梁,伸屈侧位椎体活动度 $<4^{\circ}$,则认为植骨已融合;(2)若植骨与椎体间连续骨小梁观察不清,而伸屈侧位椎体活动度 $<4^{\circ}$,则认为植骨可能融合;(3)若未见连续骨小梁,融合区有间隙或骨小梁观察不清,伸屈侧位椎体活动度 $>4^{\circ}$,则认为未融合。

CT 三维重建(重建层厚 1~5mm)判定椎体间骨性融合的标准是根据 BSF 分级^[8]:BSF-1,出现椎体间隙塌陷和吸收、植骨下沉、内固定松动、透光、囊性变、椎体滑脱等现象,即影像学假关节;

BSF-2,通过椎间融合器并连接上下终板的骨小梁,在融合器内见完全横断的透亮带,即影像学锁定假关节(radiographical locked pseudarthrosis);BSF-3,在 CT 重建矢状位或冠状位均观察到融合器内或融合器外出现连接椎体上、下终板的完全连续的骨小梁,水平位观察到周围也出现广泛的成骨现象,即影像学融合。由 2 位专业骨科医师,采用双盲法阅片,评估椎间骨性融合情况。

1.4 统计学处理

数据以均数 $\pm$ 标准差的方式表示,采用 SPSS 17.0 统计软件(SPSS 公司,美国)进行统计学分析。两组间的 VAS、ODI、术中出血量、手术时间等计量资料组间采用独立样本 t 检验,组内采用配对 t 检验,率的比较采用 χ^2 检验, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 术前资料

MIS-TLIF、open TLIF 两组患者在年龄结构、性别比例、吸烟史、体重指数、手术节段构成比均无显著性差异($P>0.05$,表 1)。术前影像学检查:MIS-TLIF 组单纯腰椎管狭窄 10 例,腰椎管狭窄合并腰椎间盘突出 12 例;open TLIF 组单纯腰椎管狭窄 14 例,腰椎管狭窄合并腰椎间盘突出 9 例,腰椎管狭窄合并滑脱不稳 5 例。两组患者均顺利完成手术,伤口一期愈合,无神经损伤、脑脊液漏、感染等并发症。

MIS-TLIF 组与 open TLIF 组术前腰腿痛 VAS 评分、ODI、JOA 评分见表 2、表 3,两组术前

表 1 术前 MIS-TLIF 组与 open TLIF 组患者基本特点
Table 1 General data of the patient in the MIS-TLIF and open TLIF group

	MIS-TLIF 组 MIS-TLIF group	开放 TLIF 组 open TLIF group
<i>n</i>	22	26
男/女 Male/female	7/15	11/15
年龄 Age (years)	49.4 $\pm$ 12.1	50.7 $\pm$ 11.8
体重指数(BMI) Body mass index	27.0 $\pm$ 4.6	25.6 $\pm$ 3.0
吸烟 Smoking	1/22	4/26
节段 Level	L3/4	0
	L4/5	11
	L5/S1	11

的腰腿痛 VAS 评分、ODI、JOA 评分无明显差异 ($P>0.05$)。

2.2 围手术期参数

MIS-TLIF 组的平均手术时间 235.8 ± 46.3 min, 平均术中出血量 198.6 ± 81.6 ml, 平均术后引流量 115.7 ± 74.5 ml。open TLIF 组的平均手术时间 127.8 ± 45.8 min, 平均术中出血量 350.0 ± 143.6 ml, 平均术后引流量 494.7 ± 243.9 ml。与 open TLIF 组相比, MIS-TLIF 组的手术时间长、术中出血量少、术后引流量少 ($P<0.05$)。

2.3 疗效评估

两组患者均采用门诊预约进行随访, 术后 2 周的 VAS 腿痛评分两组间无差异 ($P<0.05$)。术后

2 周 VAS 腰痛评分, 术后 1 个月、3 个月 VAS 腰腿痛评分 MIS-TLIF 组均优于 open TLIF 组 ($P<0.05$), 3 个月以后 VAS 腰腿痛评分组间比较无显著差异 ($P>0.05$, 表 2)。术后 3 个月、6 个月及末次随访 ODI 评分与术前比较均有显著性差异 ($P<0.05$), 但两组间无统计学差异 ($P>0.05$, 表 3)。术后各个时间点 JOA 29 评分与术前比较有显著性差异 ($P<0.05$), 但两组间无统计学差异 ($P>0.05$, 表 3)。

2.4 骨性融合

两组平均摄片时间均为 1 年 (6 个月~2 年), 两组间无显著差异 ($P>0.05$)。正侧伸屈位 X 线片示 MIS-TLIF 组有 9 例达到椎间植骨融合; 11 例

表 2 MIS-TLIF 组及 open TLIF 组的腰腿痛 VAS 评分

Table 2 The VAS score of low back pain and legs pain between 2 groups

时间 Time	腰痛 VAS 评分 VAS score of LBP		腿痛 VAS 评分 VAS of legs pain	
	MIS-TLIF 组 MIS-TLIF group	开放 TLIF 组 open TLIF group	MIS-TLIF 组 MIS-TLIF group	开放 TLIF 组 open TLIF group
术前 Preoperation	4.9±2.5	5.4±2.2	6.6±2.4	6.0±2.8
术后 2 周 Postoperative two weeks	1.8±0.9 ^①	4.0±0.8	1.7±1.0	2.0±0.8
术后 1 个月 Postoperative one month	2.0±1.8 ^①	3.2±1.1	1.1±0.5 ^①	3.0±1.4
术后 3 个月 Postoperative three months	2.0±1.1 ^①	3.0±1.3	1.1±0.4 ^①	2.5±1.4
术后 6 个月 Postoperative six months	3.1±2.3	3.2±1.5	1.9±1.4	2.5±1.8
末次随访 Final follow-up	2.7±1.9	2.3±2.1	1.6±1.5	2.4±2.4

注: ①与 open TLIF 组同时间点比较 $P<0.05$

Note: ①Compared with open TLIF group, $P<0.05$

表 3 MIS-TLIF 组与 open TLIF 组的 ODI、JOA 评分

Table 3 The ODI scale and JOA score between 2 groups

时间 Time	ODI 功能障碍评分 ODI scale		JOA 评分 JOA score	
	MIS-TLIF 组 MIS-TLIF group	开放 TLIF 组 open TLIF group	MIS-TLIF 组 MIS-TLIF group	开放 TLIF 组 open TLIF group
术前 Preoperation	23.3±10.2	23.8±9.0	14.7±5.8	13.9±4.8
术后 2 周 Postoperative two weeks	26.8±6.4	26.0±8.4	17.2±3.1 ^①	16.9±4.7 ^①
术后 1 个月 Postoperative one month	23.9±6.4	23.7±7.5	20.5±3.1 ^①	21.5±3.9 ^①
术后 3 个月 Postoperative three months	8.8±4.6 ^①	10.6±4.7 ^①	22.9±3.4 ^①	22.4±3.1 ^①
术后 6 个月 Postoperative six months	9.5±6.3 ^①	9.6±5.7 ^①	22.7±2.8 ^①	22.6±3.5 ^①
末次随访 Final follow-up	7.1±6.0 ^①	7.9±7.9 ^①	23.8±3.1 ^①	23.3±4.5 ^①

注: ①与同组术前比较 $P<0.05$

Note: ①Compared with preoperation, $P<0.05$

判定为可能融合;2 例判定为未融合,植骨融合率 40.9%。X 线片显示 open TLIF 组 18 例达到椎间植骨融合;6 例为可能融合;2 例为未融合,植骨融合率 69.2%(18/26)(图 1)。其中 MIS-TLIF 组和 TLIF 组均有 5 例固定节段位于 L5/S1,髂骨遮挡难以观察到植骨融合情况,测量伸曲位椎体活动度 $<4^{\circ}$,认为可能融合(图 1c)。正侧伸屈位 X 线判定 open TLIF 组椎间融合率高于 MIS-TLIF 组,有统计学差异($P<0.05$)。

腰椎 CT 三维重建显示 MIS-TLIF 组有 18 例达到 BSF-3 级:其中有 1 例 CT 冠状位骨小梁周围虽然存在少量透光线,但上下终板间有连续性骨小梁,判定其达到 BSF-3 级(图 2b);另有 2 例 CT 矢状位观察到上下终板间存在连续性骨小梁,CT 冠状位观察到 cage 内存在锁定假关节现象,但 cage 外存在连接上下终板的连续性骨小梁,判定其达到 BSF-3 级。4 例达到 BSF-1 级,其中有 1 例 CT 冠状位显示骨小梁连接上终板处有囊性变(图 2c)。CT 判断 MIS-TLIF 组椎骨性融合率

81.8%(18/22)。腰椎 CT 三维重建显示 open TLIF 组有 24 例达到 BSF-3,1 例达到 BSF-2 级(图 2f),1 例达到 BSF-1 级(图 2e)。CT 判断 open TLIF 组椎间骨性融合率 92.3%(24/26)。CT 判定结果 TLIF 组融合率高于 MIS-TLIF 组,但两组融合率无统计学差异($P>0.05$)。两组 CT 判定椎间融合率均明显高于 X 线判定的结果,且有统计学差异($P<0.05$)。

3 讨论

3.1 椎间植骨融合判定

腰椎后路椎体间融合术 (posterior lumbar interbody fusion, PLIF) 的椎间融合率高,但硬膜囊、神经根受牵拉力大, L2/3 以上节段手术时神经损伤几率增加,而且硬膜外瘢痕愈合,增加翻修风险^[9]。TLIF 术可避免神经过度牵拉,减少神经损伤^[9],且较多文献报道 open TLIF 椎间融合率大于 90%^[10-13]。MIS-TLIF 与 open TLIF 相比,具有软组织损伤小、出血少等优势,但在通道下进行,植骨

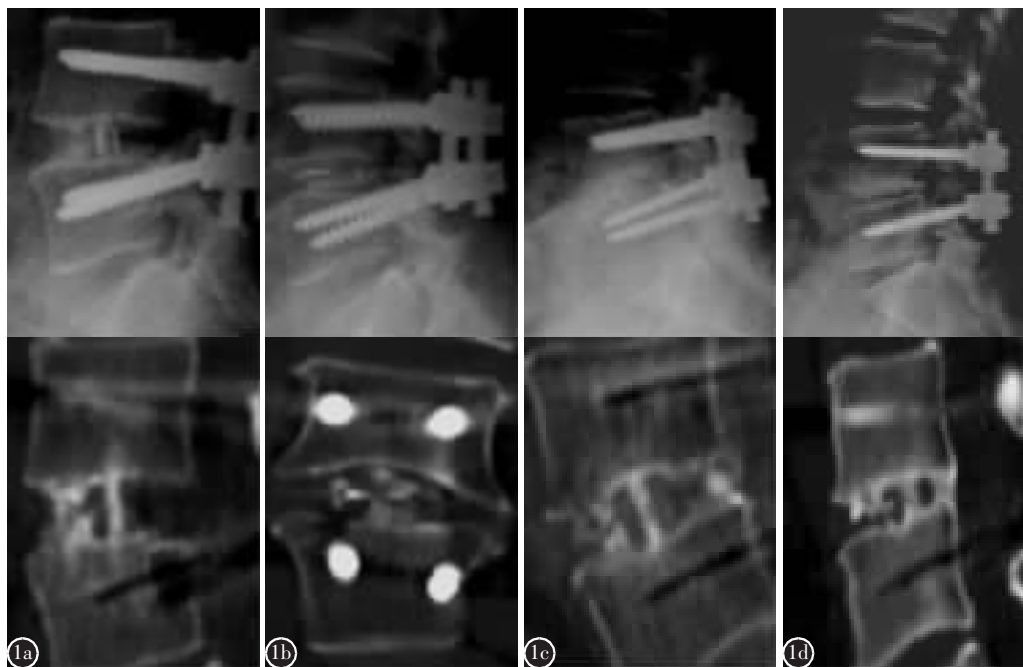


图 1 4 例患者的 X 线片与 CT 三维重建评估椎间植骨融合 a X 线片及 CT 均判定植骨融合 b X 线判定为可能融合, CT 判定其未融合 c 因髂骨遮挡融合椎体, X 线片难以观察到椎体间植骨融合情况, 椎体伸屈位活动角度小于 4° , 判定为可能融合, CT 判定其已融合 d X 线判定未融合, 但 CT 判定其已融合

Figure 1 The radiograph and CT reconstruction for fusion assessment. **a** Both CT scan and radiograph showed successful arthrodesis presenting with demonstration of bridging bone **b** Radiograph showed the possibility of union, while CT scan showed an obvious nonunion, evidenced by the absence of continuous bridging bone in the coronal views **c** Radiograph showed the possibility of union, but flexion-extension radiograph showed less than 4 ROM, which verified a successful fusion **d** The flexion-extension radiograph showed nonunion, while CT scan showed a successful fusion

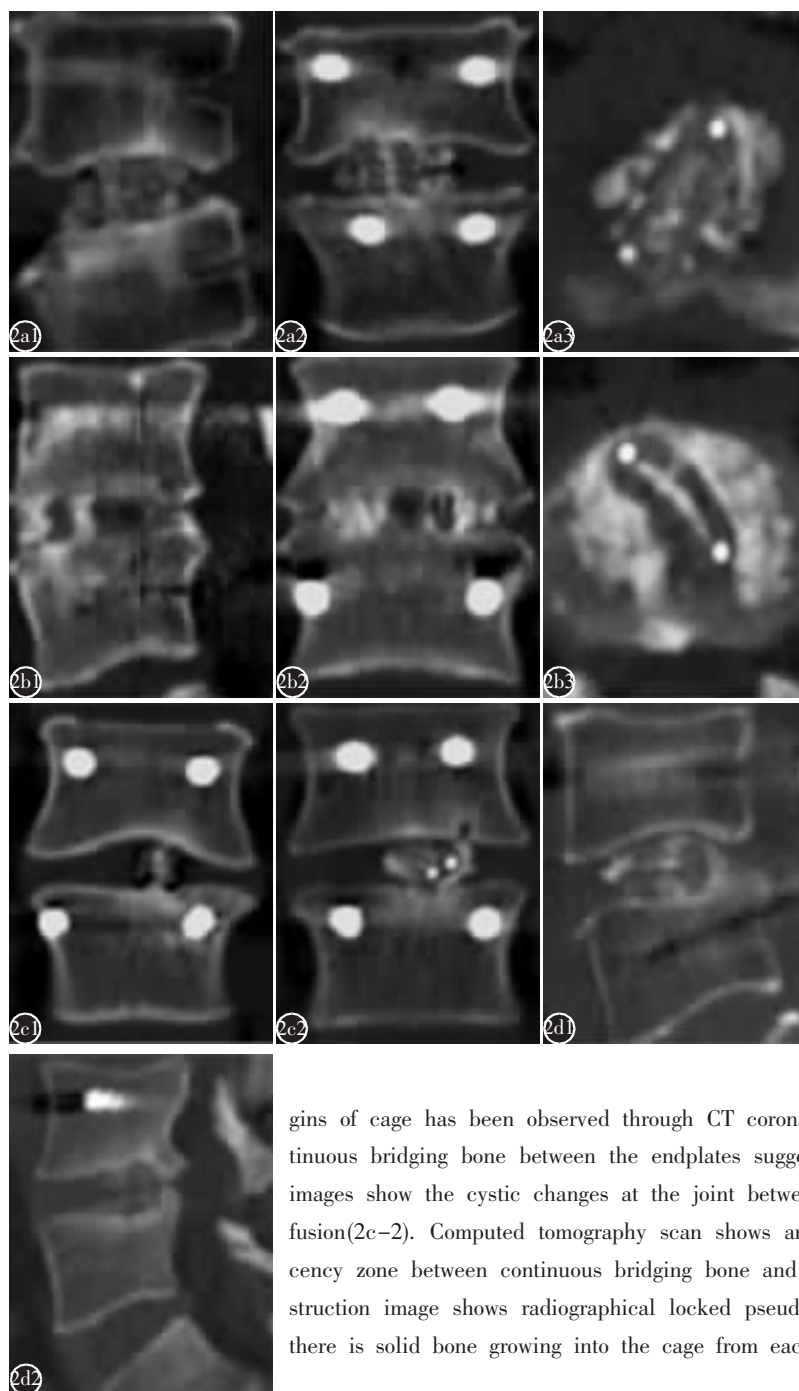


图 2 观察 CT 三维重建评估 MIS-TLIF 组 (2a、2c) 与 open TLIF 组 (2b、2d) 椎间植骨融合情况。其中 2a-1、2a-2、2a-3 与 2b-1、2b-2、2b-3 分别为 MIS-TLIF 组和 open TLIF 组 1 例患者的 CT 矢状位、冠状位、水平位椎体间植骨融合情况。2a-1 和 2b-1 为 CT 矢状位判定植骨融合, 2a-2 和 2b-2 为 CT 冠状位判定植骨融合, 2a-3 和 2b-3 均示 cage 周围有广泛成骨现象。2c-1 示 CT 冠状位虽然观察到骨小梁周围有透亮带, 但椎体间有连续的骨小梁通过, 已达到植骨融合。2c-2 示 CT 冠状位骨小梁与终板连接处有囊性变, 未达到植骨融合。2d-1 示 CT 矢状位骨小梁与上终板之间存在透亮带, 假关节现象。2d-2 示 CT 矢状位椎体间锁定假关节现象。

Figure 2 Evaluate the status of fusion in MIS-TLIF (2a, 2c) and open TLIF (2b, 2d) by computed tomography three-dimensional reconstruction. (2a-1, 2a-2, 2a-3) and (2b-1, 2b-2, 2b-3) show the successful arthrodesis with demonstration of bridging bone on coronal (2a-1, 2b-1), sagittal (2a-2, 2b-2) reconstructions and cross section view (2a-3, 2b-3) respectively.

Though lucency zone around the margins of cage has been observed through CT coronal reconstruction images, presence of continuous bridging bone between the endplates suggests fusion (2c-1). CT coronal reconstruction images show the cystic changes at the joint between endplates and implant, suggesting failed fusion (2c-2). Computed tomography scan shows an obvious nonunion, since there exists lucency zone between continuous bridging bone and vertebral endplate (2d-1). CT sagittal reconstruction image shows radiographical locked pseudarthrosis in the middle of the cages where there is solid bone growing into the cage from each vertebral endplate (2d-2).

床处理受限, 植骨量少, 可能影响椎间植骨融合, 其椎间融合率存在争议^[19-21]。其中一个重要原因是评估的方法不同, 学者多采用 X 线片评估椎间融合, 其评估的假阴性率^[5]和假阳性率^[14]均较高。若以 CT 作为评价的标准, 本研究发现 MIS-TLIF 组 X 线评估融合率时的假阳性率为 25% (1/4), 假阴性率为 55.6% (10/18)。本组发现 X 线评估的融合率明显低于 CT, 主要原因是 X 线较难清楚地观察到骨小梁, 在 L5/S1 节段由于髂骨遮挡就

更难以观察到椎间植骨融合情况, 只能根据伸屈位椎体角度变化辅助判定融合情况。本研究中两组的部分患者手术节段在 L5/S1, 髂骨遮挡可能是影响 X 线评估融合率的因素之一。因此, CT 平扫加三维重建是判定椎间植骨融合较为理想的方法。

3.2 open TLIF 与 MIS-TLIF 术式的椎间融合率

Xiao 等^[15]报道 open TLIF 术后平均随访 18 个月通过 X 线及 CT 判定椎间融合率达 96.6%

(56/58), 虽然其处理植骨方法与我们相似, 但是其先通过 X 线片判定椎间植骨未融合后, 再行 CT 判定是否融合, 而 X 线的假阳性率较高。我们的病例均行 CT 及 X 线判定椎间融合。Kuklo 等^[16]报道 CT 三维重建判定 open TLIF 的椎间融合率 97.4% (38/39), 为了提高融合率其椎间融合器中混有 rhBMP-2, 并置入双枚椎间融合器, 这可能是 open TLIF 融合率高的原因。本研究 open TLIF 组中有 1 例患者的骨小梁与椎体的上下终板完全连接, 在 cage 内见完全横断的线性透光影。因为横断透亮线存在于 cage 内, 骨小梁与终板连接及 cage 连接牢靠, 形成稳定结构, 称为锁定的假关节现象 (Radiographical locked pseudarthrosis)。有文献报道^[17], 这一现象与骨的爬行替代速度和血供重建后局部骨吸收的不协调有关, 最终随访时多数患者可以达到完全骨性连接。

本研究发现 CT 判定椎间骨性融合率 MIS-TLIF 术式较 open TLIF 术式低, 但无统计学意义。Kasliwal 等^[18]报道 CT 判定 MIS-TLIF 椎间融合率 67.5%, 虽然其植骨方法与我们相似, 只取局部碎骨植骨; 但其通过特殊装置重新收集的碎骨包括高速磨钻产生热量致损的骨细胞和较难剔除软骨或软组织的碎骨, 这可能影响其植骨融合。Rouben 等^[19]报道 CT 判定 MIS-TLIF 融合率为 96%, 但其在植骨部位添加 rhBMP-2, 可能是促进植骨融合的原因。Wu 等^[20]对 16 篇 open TLIF 及 8 篇 MIS-TLIF 椎间融合文献进行 Meta 分析, 发现 open TLIF 椎间融合率 90.9%, MIS-TLIF 椎间融合率 94.8%, 其中 MIS-TLIF 有 50% 椎间植骨添加 rhBMP-2。由于本研究随访时间较短, 平均只有 1 年, 而且样本量较少, 这可能是本组病例椎间融合率低的一个原因。Seng 等^[20]发现随着随访时间延长椎间融合率不断升高, 术后 2 年 open TLIF 和 MIS-TLIF 的椎间融合率分别为 90.0%、87.5%, 术后 5 年均增加至 97.5%。

虽然 Lamberg^[21]、Wetzel^[22]、Fischgrund^[23]等报道腰椎手术后的临床疗效与骨性融合无明显相关性, 但是长期随访发现椎体间未达到骨性融合会引起脊柱不稳, 导致椎体退变, 增加再次手术的风险^[24, 25]。分析 MIS-TLIF 手术椎间融合率低可能的原因: 早期手术的病例尚处于学习曲线阶段, 处理植骨床不够充分, 影响植骨融合; 切除椎板少, 植骨量小; 随访时间短; 手术在通道下操作, 椎体活

动范围小, 较难判断选择 cage 大小是否合适, cage 较小会增加腰椎的不稳定性^[27], 可影响椎间椎骨融合。因此, 术中要认真处理植骨床, 植骨量要足够, 可取髂骨植骨或异体植骨, 选择合适大小的 cage, 从而提高椎体间植骨融合率。

3.3 open TLIF 与 MIS-TLIF 术后临床疗效评估

国外学者 Rouben 等^[19]、Fujibayashi 等^[28]及国内学者金大地^[29]、毛克亚^[30]等均报道 MIS-TLIF 可达到与开放手术同样的减压、固定和融合效果, 并且有创伤小、出血少等优点, 本研究也得到相同的结果。术后 3 个月内 MIS-TLIF 组腰痛缓解较 open TLIF 组明显, 这可能与 MIS-TLIF 组患者术中组织剥离少, 肌肉损伤小有关。在术后 6 个月两组患者疼痛缓解程度无明显差异, 其具体原因需待进一步研究。两组 3 个月内的腰痛 VAS 评分不同, MIS-TLIF 组生活质量应好于 open TLIF 组, 但两组病例术后各时间段 ODI 评分及 JOA 评分无统计学差异, 其原因可能与患者术后 3 个月内不敢做增加腰椎负荷的动作有关, 影响了评分结果。

综上所述, 我们认为 MIS-TLIF 可获得良好的治疗效果, 同时获得较高椎间融合率。尽管如此, MIS-TLIF 工作通道狭窄, 我们应该更加重视椎间融合技术, 提高其椎间融合率。此外 CT 为判定椎间植骨融合可靠方法, 单纯 X 线片判定椎间融合存在明显不足。

4 参考文献

1. 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.
2. Foley KT, Holly LT, Schwender JD. Minimally invasive lumbar fusion[J]. Spine, 2003, 28(15 Suppl): S26-35.
3. Mobbs RJ, Sivabalan P, Li J. Technique, challenges and indications for percutaneous pedicle screw fixation[J]. J Clin Neurosci, 2011, 18(6): 741-749.
4. Swan J, Hurwitz E, Malek F, et al. Surgical treatment for unstable low-grade isthmic spondylolisthesis in adults: a prospective controlled study of posterior instrumented fusion compared with combined anterior-posterior fusion[J]. Spine J, 2006, 6(6): 606-614.
5. Shah RR, Mohammed S, Saifuddin A, et al. Comparison of plain radiographs with CT scan to evaluate interbody fusion following the use of titanium interbody cages and transpedicular instrumentation[J]. Eur Spine J, 2003, 12(4): 378-385.

6. Fairbank J. Use of Oswestry Disability Index(ODI)[J]. *Spine*, 1995, 20(13): 1535-1537.
7. Suk SII, 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*, 1997, 22(2): 210-219.
8. Fogel GR, Toohey JS, Neidre A, et al. Fusion assessment of posterior lumbar interbody fusion using radiolucent cages: X-ray films and helical computed tomography scans compared with surgical exploration of fusion[J]. *Spine J*, 2008, 8(4): 570-577.
9. Humphreys SC, Hodges SD, Patwardhan AG, et al. Comparison of posterior and transforaminal approaches to lumbar interbody fusion[J]. *Spine*, 2001, 26(5): 567-571.
10. Cutler AR, Siddiqui S, Mohan AL, et al. Comparison of polyetheretherketone cages with femoral cortical bone allograft as a single-piece interbody spacer in transforaminal lumbar interbody fusion[J]. *J Neurosurg Spine*, 2006, 5(6): 534-539.
11. Houten JK, Post NH, Dryer JW, et al. Clinical and radiographically/neuroimaging documented outcome in transforaminal lumbar interbody fusion[J]. *Neurosurg Focus*, 2006, 20(3): E8.
12. Salehi SA, Tawk R, Ganju A, et al. Transforaminal lumbar interbody fusion: surgical technique and results in 24 patients[J]. *Neurosurgery*, 2004, 54(2): 368-374.
13. Lauber S, Schulte TL, Liljenqvist U, et al. Clinical and radiologic 2-4-year results of transforaminal lumbar interbody fusion in degenerative and isthmic spondylolisthesis grades 1 and 2[J]. *Spine*, 2006, 31(15): 1693-1698.
14. Brodsky AE, Kovalsky ES, Khalil MA. Correlation of radiologic assessment of lumbar spine fusions with surgical exploration[J]. *Spine*, 1991, 16(6 suppl): S261-S265.
15. Xiao Y, Li F, Chen Q. Transforaminal lumbar interbody fusion with one cage and excised local bone [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2010, 130(5): 591-597.
16. Kuklo T R, Rosner M K, Polly Jr D W. Computerized tomography evaluation of a resorbable implant after transforaminal lumbar interbody fusion[J]. *Neurosurg Focus*, 2004, 16(3): E10.
17. 方向前, 范顺武, 张峭巍. 螺旋 CT 扫描重建在评估腰椎椎间融合术后骨性融合中的价值[J]. *中华骨科杂志*, 2007, 27(10): 753-756.
18. Kasliwal MK, Deutsch H. Clinical and radiographic outcomes using local bone shavings as autograft in minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion [J]. *World Neurosurg*, 2012, 78(1-2): 185-190.
19. Rouben D, Casnellie M, Ferguson M. Long-term durability of minimal invasive posterior transforaminal lumbar interbody fusion: a clinical and radiographic follow-up [J]. *J Spinal Disord Tech*, 2011, 24(5): 288-296.
20. Wu RH, Fraser JF, Härtl R. Minimal access versus open transforaminal lumbar interbody fusion: meta-analysis of fusion rates[J]. *Spine*, 2010, 35(26): 2273-2281.
21. Lamberg TS, Remes VM, Helenius IJ, et al. Long-term clinical, functional and radiological outcome 21 years after posterior or posterolateral fusion in childhood and adolescence isthmic spondylolisthesis[J]. *Eur Spine J*, 2005, 14(7): 639-644.
22. Wetzel FT, LaRocca H. The failed posterior lumbar interbody fusion[J]. *Spine*, 1991, 16(7): 839-845.
23. Fischgrund JS, Mackay M, Herkowitz HN, et al. 1997 Volvo Award winner in clinical studies. Degenerative lumbar spondylolisthesis with spinal stenosis: a prospective, randomized study comparing decompressive laminectomy and arthrodesis with and without spinal instrumentation[J]. *Spine*, 1997, 22(24): 2807-2812.
24. Kornblum MB, Fischgrund JS, Herkowitz HN, et al. Degenerative lumbar spondylolisthesis with spinal stenosis: a prospective long-term study comparing fusion and pseudarthrosis[J]. *Spine*, 2004, 29(7): 726-734.
25. Videbaek TS, Christensen FB, Soegaard R, et al. Circumferential fusion improves outcome in comparison with instrumented posterolateral fusion: long-term results of a randomized clinical trial[J]. *Spine*, 2006, 31(25): 2875-2880.
26. Seng C, Siddiqui MA, Wong KPL, et al. Five-year outcomes of minimally invasive versus open transforaminal lumbar interbody fusion: a matched-pair comparison study[J]. *Spine*, 2013, 38(23): 2049-2055.
27. Goh JCH, Wong H, Thambyah A, et al. Influence of PLIF cage size on lumbar spine stability[J]. *Spine*, 2000, 25(1): 35-39.
28. Fujibayashi S, Neo M, Takemoto M, et al. Paraspinal-approach transforaminal lumbar interbody fusion for the treatment of lumbar foraminal stenosis [J]. *J Neurosurg Spine*, 2010, 13(4): 500-508.
29. 黎庆初, 尹刚辉, 张忠民, 等. 微创 Wiltse 入路与传统后正中入路手术治疗双节段腰椎管狭窄症的疗效比较[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2012, 22(9): 812-817.
30. 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.

(收稿日期:2014-07-02 修回日期:2014-09-22)

(英文编审 蒋欣/贾丹彤)

(本文编辑 彭向峰)