

经中线皮质骨螺钉固定椎间融合术治疗 腰椎退行性疾病的中期疗效分析

杨万忠¹, 王志强¹, 吴 鹏², 马 荣², 梁思敏², 张建群², 刘晓印², 戈朝晖²

(1 宁夏医科大学 750004 银川市; 2 宁夏医科大学总医院骨科 750001 银川市)

【摘要】目的:对比分析经中线皮质骨螺钉固定椎间融合术(midline lumbar interbody fusion, MIDLIF)和传统后路椎弓根螺钉固定椎间融合术(posterior lumbar interbody fusion, PLIF)治疗腰椎退行性疾病患者的中期疗效。**方法:**回顾性分析 2017 年 2 月~2018 年 4 月我院行腰椎后路植骨融合内固定术治疗并随访的 93 例腰椎退行性疾病患者的临床资料,其中采用皮质骨螺钉(cortical bone trajectory, CBT)固定 45 例(CBT 组),传统椎弓根螺钉(pedicle screw, PS)固定 48 例(PS 组)。术后 1 个月及末次随访时应用视觉模拟评分法(visual analogue scale, VAS)、Oswestry 功能障碍指数(Oswestry disability index, ODI)及日本骨科学会(Japanese Orthopaedic Association, JOA)腰痛评分进行疗效评价;通过腰椎正侧位 X 线片及 CT 扫描评估椎间融合情况,测量手术前后及末次随访时融合节段椎间高度、椎间孔高度、椎间孔面积及前凸角,采用改良 MacNab 量表评估最终疗效,通过患者主观感受评价满意度。**结果:**CBT 组平均随访 52.56±4.52 个月,PS 组平均随访 52.08±3.92 个月。两组患者在年龄、性别比例、疾病类别组成、手术节段构成比、术前腰腿痛 VAS 评分、ODI 及 JOA 评分均无统计学差异($P>0.05$)。两组患者术前手术节段椎间高度、椎间孔高度、椎间孔面积及节段前凸角无显著性差异($P>0.05$)。两组患者术后 1 个月、末次随访腰痛和下肢痛 VAS 评分、ODI 及 JOA 评分与术前比较差异均具有统计学意义($P<0.05$);术后 1 个月、末次随访时手术节段椎间高度、椎间孔高度、椎间孔面积及节段前凸角较术前增加($P<0.05$);术后 1 个月、末次随访时两组间相应随访时间点各指标对比均无统计学意义($P>0.05$)。末次随访时患者均达到骨性融合;93 例患者共出现 9 例并发症;CBT 组 3 例(6.7%),其中螺钉松动并融合装置移位 1 例;下位椎弓峡部骨折 1 例;1 例出现邻近节段退变,无翻修病例;PS 组 6 例(12.5%),其中伤口感染不愈合 1 例,螺钉松动 2 例,3 例出现邻近节段退变,1 例为症状性 ASD 行翻修手术;两组无椎弓根骨折、关节突干扰等其他并发症;两组总体并发症发生率无统计学差异($P>0.05$)。末次随访时,两组 MacNab 优良率分别为 82.22%和 79.17%($P>0.05$);患者满意度分别为 95.6%和 93.8%($P>0.05$)。**结论:**在腰椎退行性疾病的外科治疗中,采用 MIDLIF 技术能够获得与 PLIF 技术一致的临床疗效且中期随访结果满意。

【关键词】腰椎退行性疾病;经中线腰椎融合术;皮质骨螺钉;疗效;适应证

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2022.10.06

中图分类号:R681.5, R687.3 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2022)-10-0901-10

Mid-term efficacy of midline lumbar interbody fusion in the treatment of lumbar degenerative diseases/YANG Wanzhong, WANG Zhiqiang, WU Peng, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2022, 32(10): 901-910

【Abstract】 Objectives: To compare and analyze the medium outcomes of midline lumbar interbody fusion (MIDLIF) with cortical bone trajectory (CBT) screw and posterior lumbar interbody fusion (PLIF) with pedicle screw (PS) in treating patients with lumbar degenerative diseases. **Methods:** 93 patients with lumbar degenerative diseases who underwent posterior lumbar decompression fusion surgery between February 2017 and April 2018 and finished time-point follow-up were reviewed. There were 45 cases in CBT group and 48 cases in PS group. The clinical outcomes were evaluated by visual analogue scale (VAS), Oswestry disability index (ODI),

基金项目:2020 宁夏重点研发计划项目(编号:2020BEG03034)

第一作者简介:男(1997-),硕士研究生,研究方向:脊柱外科

电话:(0951)6746129 E-mail:2518867893@qq.com

共同第一作者:王志强 E-mail:732457883@qq.com

通讯作者:戈朝晖 E-mail:myovid@126.com

and Japanese Orthopaedic Association(JOA) Scores at 1 month after surgery and final follow-up. Antero-posterior and lateral X-rays and CT scans were performed to estimate the interbody fusion conditions, and the disc height, foraminal height, foraminal area and segmental lordosis of operated segments were measured before operation and at final follow-up. The modified MacNab scale was used for evaluating the ultimate outcomes, and the patient satisfaction was assessed through subjective feelings. **Results:** CBT group and PS group were followed up for 52.56 ± 4.52 months and 52.08 ± 3.92 months respectively. There were no statistically significant differences in age, sex, surgical level, preoperative VAS score of low back pain and leg pain, the ODI and JOA score between the two groups($P>0.05$). The disc height, foraminal height, foraminal area and segmental lordosis of operated segment before surgery of the two groups were not significantly different from each other($P>0.05$). Compared with pre-operation, the postoperative 1 month and final follow-up VAS scores of low back and leg pain, ODI, and JOA scores of both groups were statistically different($P<0.05$); the postoperative 1 month and final follow-up disc height, foraminal height, foraminal area, and segmental lordosis of operated segments all increased($P<0.05$); there was no statistical difference in corresponding indicators at postoperative 1 month and final follow-up between the two groups($P>0.05$). All patients achieved bony fusion. 9 cases out of 93 occurred complications, including: 3 cases(6.7%) in CBT group, with 1 case of screw loosening and fusion cage dislocation, 1 case of isthmus fracture of the inferior pedicle, and 1 case of adjacent segment degeneration, none underwent re-operation; 6 cases in PS group, with 1 case of wound infection, 2 cases of screw loosening, 3 cases of adjacent segment degeneration, and 1 case of symptomatic ASD underwent re-operation. The overall complication rates between groups were not statistically different($P>0.05$). The excellent-good rate of MacNab was 82.22%, and the satisfaction rate was 95.6% in CBT group at final follow-up; the excellent-good rate and satisfaction rate were 79.17% and 93.8% in PS group, and no statistically different between two groups($P>0.05$). **Conclusions:** Comparing with PLIF with PS, MIDLIF can obtain consistently clinical outcomes in the treatment of lumbar degenerative diseases, with satisfactory medium results.

【Key words】 Lumbar degenerative disease; Midline lumbar interbody fusion; Cortical bone trajectory; Outcomes; Indications

【Author's address】 Ningxia Medical University, General Hospital of Ningxia Medical University, Yinchuan, 750004, China

腰椎退变性疾病是多种综合因素作用于脊柱结构导致的老化及退变,产生腰背部疼痛及下肢放射痛;包括腰椎间盘突出症、腰椎管狭窄症、腰椎滑脱及退变性侧凸等^[1]。通常保守治疗效果不佳或失败的患者需手术干预。经典后路椎间融合术(posterior lumbar interbody fusion, PLIF)治疗腰椎退变性疾病神经减压彻底、显著恢复脊柱三维稳定性、融合率高、疗效满意而沿用至今;然而, PLIF 术式常需较长的手术切口、广泛的椎旁软组织剥离和脊柱-韧带复合体的切除,创伤相对较大,出血量多,还有损伤小关节和多裂肌的风险,导致术后顽固性腰背部疼痛发生率增加^[2-4];而且对于骨质疏松患者,螺钉松动是其主要的并发症之一,增加了翻修率,严重影响生活质量^[5]。2009 年 Santoni 等^[6]提出皮质骨螺钉技术(cortical bone trajectory, CBT),由内下向外上的进钉轨迹,可避免椎旁肌肉过多剥离、韧带复合体的破坏及关节突关节的干扰,克服了传统后路椎间融合术的缺

点;可最大程度增加螺钉与皮质骨的接触,增强了螺钉的把持力,提供牢靠固定,尤其适用于骨质疏松及肥胖患者。随着脊柱微创观念的深入,经中线皮质骨螺钉固定腰椎融合术^[7](midline lumbar interbody fusion with cortical bone trajectory, MIDLIF-CBT)应运而生,其主要的优势在于减压、融合及置钉均可在一微创小切口完成,结合 CBT 置钉操作自峡部斜向外上、操作空间要求小,减少椎旁肌剥离和显露范围,减少了入路相关的并发症。本研究回顾性分析我院自 2017 年 2 月~2018 年 4 月行后路腰椎融合固定术治疗腰椎退行性病变的病例资料,对比传统椎弓根螺钉(pedicle screw, PS)和 CBT 螺钉固定的中期临床疗效,总结报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

2017 年 2 月~2018 年 4 月我院行后路腰椎

融合内固定术治疗腰椎退变性疾病患者 93 例,其中 CBT 组男 17 例,女 28 例;年龄 31~78 岁,平均 59.84 ± 12.09 岁。PS 组男 25 例,女 23 例。年龄 39~82 岁,平均 62.27 ± 11.26 岁。CBT 固定组平均随访 52.56 ± 4.52 个月,PS 固定组平均随访 52.08 ± 3.92 个月。两组患者在年龄结构、性别比例、手术节段构成比均无统计学差异 ($P > 0.05$, 表 1)。

纳入标准:(1)结合症状、体征和影像学(包括 X 线、CT 及 MRI)诊断,符合腰椎退行性疾病如腰椎管狭窄症、腰椎滑脱症、邻椎病及退变性脊柱侧凸等诊断标准;(2)保守治疗 6 个月无效;(3)随访时间 ≥ 4 年;(4)有完整的术前、术后及末次随访临床及影像学资料;(5)骨密度测定 T 值 $\leq -2.5SD$ 为骨质疏松,体质指数 $BMI \geq 28 \text{ kg/m}^2$ 为肥胖。排除标准:(1)随访资料不完整;(2)重度脊柱侧凸畸形、腰椎滑脱;(3)腰椎骨折脱位、骶髂关节炎、脊柱感染和肿瘤以及严重全身性疾病等。该研究通过本院医学伦理委员会批准(No.2019-038)。

1.2 手术方法

CBT 组:常规全身麻醉,C 型臂 X 线机常规透视定位手术节段,术野常规消毒铺巾。腰椎后中

切口 3~5cm,骨膜下剥离椎旁肌,显露至关节突关节内侧缘及椎板峡部,保留近端关节囊。参照 Matsukawa 等^[9]置钉方法,由 L1~L5 入点距离椎弓峡部外侧缘的距离依次增加,约 1~5mm;骶骨的人钉点位于 L5/S1 关节突关节至第一骶骨孔之间的中线位置;使用高速磨钻在横断面上以外倾 $8^\circ \sim 9^\circ$,矢状面头倾 $25^\circ \sim 30^\circ$ 方向开路置入直径 2mm 克氏针,正侧位透视定位见克氏针分别通过椎弓根外侧缘及椎体后上缘,根据椎弓峡部发育的大小选择直径 4.5~5.5mm 皮质骨攻丝,进入钉道深度为 30~40mm,攻丝直径与选用皮质骨螺钉直径一致。此法完成责任节段的皮质骨钉道准备,减压侧暂不置钉。显露需减压侧的椎板间隙及下关节突,切除下关节突,使用咬骨钳咬除上关节突内缘至侧隐窝,去除黄韧带,保护好硬膜囊,随后经一侧切除椎间盘,行椎间植骨,融合器置入,完成椎间融合。最后,置入 CBT 螺钉,再次透视确定置入的皮质骨轨迹螺钉长度及融合器位置满意后选取合适长度钛棒预弯成节段正常生理弧度,安放并螺帽固定,完成该节段固定融合。放置引流管一根,逐层缝合关闭切口。

传统 PS 组:取后正中入路切口,逐层显露皮肤皮下组织,剥离椎旁肌暴露双侧责任节段关节突关节,Weinstein 法定位双侧责任节段椎弓根入口,以人字嵴顶点或横突中线与上关节突关节外侧交点为进针点,分别置入椎弓根螺钉,其余手术过程同皮质骨螺钉固定组。

1.3 术后处理

术后 24h 常规应用抗生素预防感染、脱水消肿、补液止痛等治疗,术后常规伤口换药,视伤口引流情况拔出引流管;术后第 3 天拍摄腰椎正侧位 X 线片及腰椎 CT 平扫及重建,以确认融合器及内固定位置,并在腰围保护下床活动;术后 3~6 个月内佩戴腰围,禁止腰部扭转和弯曲活动。

1.4 评估指标

所有患者术前、术后 1 个月及末次随访时应用视觉模拟评分 (visual analogue scale, VAS)、Oswestry 功能障碍指数 (Oswestry disability index, ODI) 及日本骨科学会 (Japanese Orthopaedic Association, JOA) 评分进行疗效评价;通过腰椎正侧位 X 线片及 CT 扫描评估椎间融合情况,测量融合节段椎间高度、椎间孔高度、椎间孔面积及前凸角。同时提取骨质疏松症及肥胖患者的测量资

表 1 两组患者一般资料

Table 1 The general data of patients in both groups

诊断 Diagnosis	皮质骨螺钉组 (CBT group) (n=45)	传统螺钉组 (PS group) (n=48)	P 值 P value
性别 Sex (男, Male/女, Female)	17/28	25/23	0.60
年龄 (岁) Age(years)			0.27
≥ 60	25	33	
< 60	20	15	
既往史 Medical history			
骨质疏松症 Osteoporosis	32	30	0.38
肥胖症 Obesity	23	28	0.48
随访时间 (月) Follow-up time(month)	52.56 ± 4.52	52.08 ± 3.92	0.28
诊断 Diagnosis			0.56
腰椎间盘突出症 Lumbar disc herniation	14	13	
腰椎管狭窄症 Lumbar spinal stenosis	9	15	
腰椎滑脱症 Lumbar spondylolisthesis	8	11	
邻椎病 Adjacent segment disease	14	9	
融合节段 Fusion level			0.17
1 节段 1-level	42	40	
2 节段 2-level	3	8	

料进行两组间比较。影像学评估均在本院 PACS (picture archiving and communication system) 系统测量。根据 Bridwell^[9]椎间融合分级标准,必要时辅助 CT 骨融合判断植骨融合情况。Bridwell 椎间融合: I 级,植骨块塑性完整,存在连续骨小梁; II 级,植骨块完整但重塑不完全,无透亮区; III 级,植骨块完整,但骨块上或下存在透亮区; IV 级,骨块塌陷、吸收、不愈合;其中 I、II 级判定为植骨融合。如果 X 线片显示不清,则通过腰椎 CT 平扫及三维重建评估,椎间隙有连续骨小梁通过达到骨性融合。采用 UCLA^[10](University of California at Los Angeles, UCLA) 系统评价影像学相邻节段退变情况;症状学相邻节段退变定义为有临床症状并经影像学证实的相邻节段退变。采用改良 MacNab 量表评估最终疗效:优,症状完全消失,恢复原来的工作和生活;良,有轻微症状,活动轻度受限,对工作生活无影响;可,症状减轻,活动受限,影响正常工作和生活;差,治疗前后无差别,甚至加重。患者满意度是患者对于手术的主观感受,包括三个等级:满意并接受、不满意并接受、不满意并不接受。

1.5 统计方法

应用 SPSS 24.0 软件进行统计分析。计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示,组内采用配对样本 t 检验,组间对比独立样本 t 检验;计数资料以百分率(%)表示,采用 χ^2 或 Fisher 精确检验, $P < 0.05$ 表示差异

有统计学意义。

2 结果

2.1 临床疗效及影像学评估

两组患者术后 1 个月、末次随访腰痛和下肢痛 VAS 评分、ODI 明显较术前降低,JOA 评分较术前显著增加,差异均具有统计学意义($P < 0.05$);术后 1 个月、末次随访手术节段椎间高度、椎间孔高度、椎间孔面积及节段前凸角较术前增加($P < 0.05$);术前、术后 1 个月及末次随访时两组间相应随访时间点各指标对比均无统计学意义($P > 0.05$,表 2)。

2.2 骨质疏松症及肥胖患者疗效

骨质疏松症和肥胖患者中,两组患者术前腰腿痛 VAS 评分、ODI 及 JOA 评分均无统计学差异($P > 0.05$)。术后 1 个月 CBT 组腰腿痛 VAS 评分、ODI 及 JOA 评分改善优于 PS 组($P < 0.05$);末次随访时与 PS 组相比,CBT 组疗效维持较好,但无显著性差异($P > 0.05$,表 3)。

2.3 融合率及 MacNab 评分

末次随访时,两组患者均达到骨性融合(图 1、2),其中 I 级融合 86 节、II 级融合 18 节。末次随访时两组 MacNab 优良率分别为 82.22% 和 79.17%($P > 0.05$),表示两组总体效果均满意(表 4)。两组患者满意度分别为 95.6% 和 93.8%($P > 0.05$)。CBT 组满意并接受 43 例,不满意并接受 2

表 2 不同时间点临床和影像学指标测量结果

Table 2 The clinical and radiological outcomes of patients at different time points

	CBT组 CBT group			PS组 PS group		
	术前 Preoperation	术后 1 个月 Post-op 1 month	末次随访 Final follow up	术前 Preoperation	术后 1 个月 Post-op 1 month	末次随访 Final follow up
腰痛 VAS 评分(分) Low back pain VAS score(point)	7.40±1.50	4.64±1.65 ^①	1.29±1.04 ^①	7.38±1.47	5.02±1.31 ^①	1.40±1.11 ^①
下肢痛 VAS 评分(分) Leg pain VAS score(point)	6.38±1.30	4.24±1.73 ^①	1.22±0.88 ^①	6.44±1.29	4.85±1.41 ^①	1.33±0.95 ^①
ODI (%)	64.82±11.75	39.89±10.53 ^①	13.68±6.02 ^①	64.81±11.68	42.65±9.11 ^①	13.82±5.96 ^①
JOA 评分(分) JOA score(point)	12.04±2.58	16.67±2.47 ^①	24.73±2.73 ^①	12.00±2.58	15.92±2.20 ^①	24.77±2.68 ^①
椎间隙高度(mm) Disc height	7.40±1.80	11.35±1.13 ^①	11.19±0.84 ^①	7.21±1.76	11.21±1.15 ^①	11.07±0.87 ^①
椎间孔高度(mm) Foraminal height	15.59±1.27	20.72±1.61 ^①	20.56±1.56 ^①	15.54±1.23	20.70±1.66 ^①	20.49±1.61 ^①
椎间孔面积(mm ²) Foraminal area	107.19±14.56	161.09±19.59 ^①	160.25±18.28 ^①	106.40±13.64	161.18±18.23 ^①	160.44±17.06 ^①
节段前凸角(°) Segmental lordosis	4.25±1.83	11.86±2.79 ^①	11.75±1.54 ^①	4.14±1.75	11.09±2.45 ^①	11.49±1.73 ^①

注:①与术前比较 $P < 0.05$

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

例;PS 组满意并接受 45 例,不满意并接受 3 例。

2.4 并发症

93 例患者随访期间出现 9 例并发症。CBT 组与 PS 组并发症率分别为 6.7% 和 12.5% ($P=0.48$);CBT 组螺钉松动并融合装置移位 1 例,系骨质疏松合并肥胖症,未出现特殊不适,动态观察;下位椎弓峡部骨折 1 例,术后早期无腰围固定下腰部剧烈活动,取出皮质骨螺钉,植入传统椎弓根螺钉,随访期间恢复满意;1 例出现融合节段近端邻近节段退变,椎间隙 UCLA 分级由 I 级增加 II 级。PS 固定组伤口感染不愈合 1 例,经反复清创换药后伤口愈合;螺钉松动 2 例,患者未出现不适,保守治疗;3 例出现融合节段近端邻近节段退变,椎间隙 UCLA 分级由 I 级增加 III 级,其中 1 例出现邻椎病,行翻修手术;无椎弓根骨折、螺钉及棒断裂等其他并发症。

3 讨论

经中线皮质骨螺钉固定椎间融合术是一种综合的、沿关节突方向避开肌肉与神经血管置钉且行减压和融合的微创融合技术;由于皮质骨螺钉

独特的置钉轨迹,可减少医源性损伤及手术相关并发症^[6,7]。研究表明,MIDLIF 能够有效改善患者疼痛并提高生活质量,可以达到满意的临床及影像学改善^[7,11~15]。最近的荟萃分析^[16~19]发现,与治疗腰椎退变性疾病的金标准 PLIF 相比,MIDLIF 在手术切口、手术时间、术中出血量、住院时间及早期下地锻炼方面更优,临床症状及功能改善方面,二者无显著差别。本研究中通过回顾性对比 CBT 螺钉固定和传统 PS 固定治疗腰椎退变性疾病患者临床及影像学资料,平均随访 4.3 年(52 个月),两组在术后 1 个月、末次随访时腰痛和下肢痛 VAS、ODI 及 JOA 评分明显较术前改善,大多数患者腰痛改善满意,行走能力较术前显著提高,生活质量明显提高。各随访时间点椎间高度、椎间孔高度、椎间孔面积及节段前凸角均明显较术前增加。两组间对比,各随访时间点 CBT 组临床和影像学指标均优于 PS 固定组,但无统计学意义,这表明 MIDLIF 可以通过微创手术取得与传统 PLIF 相似的临床和影像学效果,并在中期随访维持效果。最终的临床疗效通过 MacNab 标准评价,CBT 组优良率达 82.22%,满意度 95.6%;PS 组优良率

表 3 骨质疏松及肥胖患者不同时间点临床指标测量结果

Table 3 The clinical outcomes of osteoporosis and obesity patients at different time points

		骨质疏松症 Osteoporosis			肥胖症 Obesity		
		CBT 组 CBT group	PS 组 PS group	P 值 P value	CBT 组 CBT group	PS 组 PS group	P 值 P value
腰痛 VAS 评分 (分) Low back pain VAS score(point)	术前 Preoperation	7.41±1.39	7.60±1.48	0.57	7.39±1.37	7.32±1.44	0.86
	术后 1 个月 Post-op 1 month	3.69±1.09	5.07±1.31	0.00	4.13±1.09	5.14±1.38	0.00
	末次随访 Final follow up	1.47±0.98	1.63±1.20	0.54	1.26±0.81	1.46±1.07	0.45
下肢痛 VAS 评分 (分) Leg pain VAS score(point)	术前 Preoperation	6.28±1.28	6.53±1.46	0.47	6.91±1.24	6.64±1.40	0.46
	术后 1 个月 Post-op 1 month	3.56±1.19	4.87±1.36	0.00	4.04±0.98	5.11±1.50	0.00
	末次随访 Final follow up	1.41±0.84	1.57±0.94	0.47	1.35±0.89	1.39±0.96	0.86
Oswestry 功能障碍 指数(%) ODI	术前 Preoperation	66.17±12.30	65.58±11.85	0.85	63.21±12.62	64.35±11.40	0.11
	术后 1 个月 Post-op 1 month	37.09±11.19	43.00±9.58	0.03	35.74±10.35	41.82±9.26	0.03
	末次随访 Final follow up	14.42±6.23	14.22±6.17	0.89	14.93±7.03	13.94±6.43	0.27
JOA 评分(分) JOA score (point)	术前 Preoperation	11.72±2.53	11.73±2.85	0.98	12.65±2.25	12.46±2.53	0.07
	术后 1 个月 Post-op 1 month	17.34±2.30	15.73±2.23	0.01	18.26±2.20	15.75±2.20	0.00
	末次随访 Final follow up	24.38±2.67	24.20±2.80	0.80	24.26±2.93	24.11±2.95	0.85



图 1 患者女性, 51 岁, L4/5 椎间盘突出合并骨质疏松 a, b 术前正侧位片示 L4/5 椎间隙变窄, 椎体边缘骨赘形成 c, d 术前矢状面及横断面腰椎 MRI T2 加权像示 L4/5 椎间盘突出 (中央偏左型), 相应水平硬膜囊严重受压, 继

发椎管狭窄 e, f 术后腰椎正侧位 X 线片示 L4/5 椎间隙、椎间孔高度较术前增加 g, h 术后矢状面及横断面腰椎 MRI T2 加权像示减压彻底, 无明显椎管狭窄 i, j 术后 6 个月腰椎 CT 示椎间连续性骨小梁通过, 椎间融合 k-n 术后 2 年、4.2 年腰椎正侧位内固定位置良好, 无内固定松动、断裂、拔出

Figure 1 A female patient, 51 years old, L4/5 disc herniation with osteoporosis a, b Pre-operative anteroposterior and lateral radiographs showed narrowing intervertebral height of L4/5 and osteophytes formation c, d Preoperative MRI T2-weighted images of sagittal plane and cross-sectional lumbar vertebrae showed protrusion of L4/5 intervertebral discs (left-center), severe compression of dural sac at corresponding level, and stenosis of spinal canal e, f Postoperative X-ray films of lumbar spine showed that the intervertebral height of L4/5 and height of intervertebral foramen increased than before operation g, h Post-operative MRI T2-weighted images of sagittal and cross-sectional lumbar vertebrae showed spinal canal compression was relieved, no obvious stenosis of spinal canal i, j 6 months after surgery, the lumbar CT showed continuous intervertebral trabecular passage and interbody fusion k-n Post-operative 2 years and 4.2 years follow-up, anteroposterior and lateral lumbar X-rays showed internal fixation well positioned without screw loosening, fracture, or pulling out



图2 女性,67岁,L3~L5 PLIF术后1年,L2/3邻椎病 a、b 术前腰椎正侧位片示L2/3椎间隙狭窄 c、d 术前矢状面及横断面腰椎MRI T2加权像示L2/3间盘突出,同水平硬膜囊受压,椎管狭窄 e、f 术后腰椎正侧位片示腰椎间隙高度、椎间孔高度及椎间孔面积增加 g~i 术后3个月腰椎CT平扫显示PS螺钉与CBT螺钉均在位,皮质骨螺钉轨迹正确,L2/3椎间连续骨小梁通过,椎间融合 j~m 术后2年、4年随访腰椎正侧位片示椎间高度及椎间孔高度无明显下降,没有螺钉松动、拔出

Figure 2 A female patient, 67 years old, 1 year after L3–L5 PLIF, and L2/3 ASD a, b Pre-operative anteroposterior and lateral radiographs showed the intervertebral space of L2/3 narrowing c, d Preoperative MRI T2-weighted images of sagittal and cross-sectional lumbar vertebrae showed L2/3 disc herniation, same level dural sac compression, and spinal canal stenosis e, f Postoperative X-ray of lumbar spine showed that the intervertebral height of L2/3, foraminal height and foraminal area increased g–i 3 months after operation, lumbar CT showed both PS and CBT screws in places, correct trajectory of CBT screws, L2/3 continuous intervertebral trabecular passage, and interbody fusion j–m 2 years and 4 years after surgery, anteroposterior and lateral X-rays showed the height of L2/3 was maintained, without screw loosening or pulling out

72.17%,满意度 93.8%。总体来讲,MIDLIF 更加微创,症状和功能改善与 PLIF 相似,优良率和满意度更高,中期效果满意,可以是经典术式的替代选择之一。

目前,合并骨质疏松症的老年患者脊柱固定仍面临巨大挑战。研究^[20,21]表明,脊柱术后并发症多与骨质疏松症有关,包括融合器移位、螺钉松动、假关节形成及椎体压缩骨折等。对于骨质量正

表 4 MacNab 评估结果

Table 4 Assessment result of MacNab

	CBT 组 CBT group	PS 组 PS group	P 值 P value
优 Excellent	24	20	—
良 Good	13	18	—
中 Fair	6	7	—
差 Poor	2	3	—
优良率(%) The excellent-good rate	82.22	79.17	0.71

常患者,传统椎弓根螺钉固定椎间融合术可通过松质骨把持力维持脊柱稳定性;然而,对于骨质疏松的患者,这种把持力显著不足,导致螺钉松动、错位及骨不融合的风险增加^[22]。使用骨水泥强化椎弓根螺钉固定治疗骨质疏松患者,生物力学及临床研究均表明骨水泥强化椎弓根螺钉固定生物力学稳定性高,中远期临床效果满意;但是骨水泥强化存在一些缺点,如骨水泥渗漏、血管栓塞及翻修时取出螺钉困难等并发症^[23]。因此,需要新的技术替代治疗骨质疏松患者。Santoni 等^[6]提出皮质骨螺钉技术,以由下向上、由内向外,外倾 8°~9°,头倾 25°~30°的进钉点轨迹,实现峡部、椎弓根内侧壁、椎弓根外侧壁和椎体前外侧壁四点皮质骨接触,显著改善螺钉生物力学性能。研究^[24~26]表明,相比传统椎弓根螺钉,皮质骨螺钉具有更好的抗拔出、插入扭矩和抗疲劳性;更细小的螺纹直径、更短的螺钉长度,可以提供与传统螺钉轨迹相似的生物力学特性。Ding 等^[27]对皮质骨螺钉固定和传统椎弓根螺钉固定治疗腰椎退变性疾病合并骨质疏松患者进行了比较,结果显示,临床症状改善二者无显著差异,但皮质骨螺钉固定组出现 cage 移位(0.82% vs 1.25%)、螺钉松动(1.23% vs 5.83%)明显较传统椎弓根螺钉固定组低。由于皮质骨很少受骨质疏松的影响,因此,使用皮质骨螺钉固定治疗腰椎退变性疾病可以显现出独特的优势和临床效果。

本研究通过对两组病例中骨质疏松患者疗效进行对比,术后 1 个月时,CBT 固定组临床效果明显优于 PS 固定组,但在末次随访时两组间无显著性差异。在末次随访时,所有患者临床症状均较术前缓解;中期随访时 CBT 组仅 1 例出现螺钉松动合并融合装置移位,可能是未规律抗骨质疏松治疗,导致骨质量进行性下降所致,与 CBT 螺钉技术无关。而 PS 固定组 2 例因骨质疏松而出

现螺钉松动,但未表现出临床症状。因此,使用经中线皮质骨螺钉固定椎间融合术治疗腰椎退变性疾病合并骨质疏松症的一种可替代治疗方式,疗效肯定,并发症少。

腰椎退变性疾病合并肥胖及腰背肌发达患者的显露存在一定困难,MIDLIF 可以减少肌肉剥离及医源性损伤。传统椎弓根螺钉置钉点位于关节突关节外侧,需要广泛剥离椎旁肌及多裂肌,有损伤腰背部小神经风险,导致术后顽固性腰背部疼痛或背部失败综合征发生^[2,4];对于肥胖或者腰背肌发达的患者,显露置钉点非常困难,增加了手术时间、麻醉风险,而且术后伤口感染的风险也大大增加。皮质骨螺钉固定置钉点靠近中线,置钉方向由内向外、由下向上,不需要过多的剥离椎旁肌、多裂肌及显露乳副突,减少医源性损伤,操作更加微创,有利于术后早期下地活动,符合外科加速康复理念^[28]。Hung 等^[29]研究发现,相比传统 PLIF, MIDLIF 治疗腰椎退变性疾病可以减少多裂肌的损害,脂肪浸润率更低,这更加有利于术后腰背部疼痛缓解。本研究结果显示,对于肥胖患者,CBT 组术后早期腰腿痛 VAS 评分、ODI 及 JOA 评分改善优于传统 PS 固定,并在中远期维持良好,这可能源于 MIDLIF 更加微创,避免了广泛肌肉剥离及后背部肌肉失神经支配等并发症发生。在中期随访期间 CBT 组未出现顽固性腰背痛、背部失败综合征及伤口不愈合等并发症,这表明肥胖及肌肉发达的腰椎退变性疾病患者可以是 MIDLIF 的适应证之一。

邻椎病是腰椎融合术后最常见的中远期并发症之一,通常需要行翻修手术。传统后路开放减压融合术被认为是治疗邻椎病的有效选择。传统后路翻修手术需要去除原先存在的钉棒系统以延伸内固定,增加了手术难度、术中出血量及围术期并发症;此外,传统椎弓根螺钉置钉需要暴露关节突关节确定钉道方向,这不可避免地增加了关节突关节干扰风险,导致邻近节段退变再次发生的几率增加。经中线皮质螺钉固定腰椎融合术由于其置钉轨道不同于传统螺钉,可以在不去除原有钉棒的条件下置入皮质骨螺钉,允许责任节段同时存在皮质骨螺钉和传统椎弓根螺钉;MIDLIF 操作靠近中线,不需要过多剥离椎旁肌及显露关节突关节,避免了关节突关节干扰,可减少邻近节段退变和疾病的发生。此外,CBT 螺钉直径小、长度

短, 坚固的皮质骨包围钉道, 生物力学稳定性满意, 螺钉松动的发生率低。Lee 等^[30]对比皮质骨螺钉和传统椎弓根螺钉治疗腰椎退变性疾病发现, CBT 组可以提供与 PS 组相同的功能改善, 但手术时间、术中出血量少, 手术并发症及关节突关节干扰的风险更低。Rodriguez 等^[31]采用 MIDLIF 治疗 5 例腰椎术后邻椎病, 不需要去除原有的钉棒系统, 在 1 年以上的随访中发现, 所有患者临床症状均改善, 所有节段均达到骨性融合, 未出现任何并发症。最近的荟萃分析也表明, CBT 螺钉固定治疗腰椎退变性疾病更加微创, 围术期效果更优, 而且关节突关节干扰及邻近节段退变和疾病的发生率明显较低^[18, 19]。此外, CBT 螺钉固定可以是传统螺钉固定失败的补救方式。Zhang 等^[32]通过人体尸体生物力学研究发现, CBT 和 TT 螺钉可以在腰椎翻修术中互相挽救, 二者均可提供足够的插入扭矩、抗拔出强度及抗疲劳性。本组病例中, 14 例表现为症状性邻椎病, 行 MIDLIF 治疗; 在没有去除原先存在的椎弓根器械基础上置入 CBT 螺钉, 置钉过程顺利; 在中期随访中, 所有患者临床症状均改善, 无进行性腰腿疼痛恶化, 没有螺钉的松动、断棒等并发症发生。因此, MIDLIF 可以是腰椎术后邻椎病的翻修及传统椎弓根螺钉固定失败的挽救方式。虽然, 本研究中采用 CBT 螺钉固定治疗邻椎病取得满意疗效, 体现出 CBT 螺钉独特的优势; 然而, 在翻修手术中, 不拆除原有的器械基础上置入皮质骨螺钉难度大, 能否成功置入螺钉取决于术者置钉技巧和经验, 术前进行 CT 评估制定严密的手术计划, 必要时可应用术中 3D 导航等方式辅助置钉, 以提高置钉准确性及手术安全性, 保证手术疗效。

螺钉松动和邻近节段退变是腰椎退变性疾病中长期随访常见并发症^[33, 34]。本研究中, 93 例患者共出现 9 例并发症。CBT 组中早期 1 例骨质疏松患者螺钉松动并 cage 移位, 考虑为未规律抗骨质疏松治疗所致, 未出现症状, 动态复查; 1 例患者椎弓根峡部骨折, 术后早期在无腰围固定保护下过多活动导致, 行翻修手术, 去除 CBT 螺钉, 置入传统椎弓根螺钉, 术后随访效果满意; 中期随访中 1 例患者出现邻近节段退变, UCLA 分级由 I 级增加至 II 级, 未诉腰背部疼痛及下肢放射痛, 定期随访。PS 固定组伤口感染 1 例, 经反复换药伤口愈合; 2 例出现螺钉松动, 系骨质疏松导致, 未出现

临床症状, 保守治疗; 3 例出现融合节段近端邻近节段退变, 椎间隙 UCLA 分级由 I 级增加至 III 级, 其中 1 例出现邻椎病, 采用 MIDLIF 行翻修手术。CBT 技术, 应重视学习曲线, 术前应用 CT 等进行手术路径规划可以显著减少内固定相关并发症的发生; 此外, 对于骨质疏松的患者应严格抗骨质疏松药物治疗, 减少螺钉松动发生。从微创角度, CBT 的损伤相对小, 恢复快, 总体并发症率低, 可弥补经典技术的不足。

总之, 与传统 PLIF 技术相比, MIDLIF 技术治疗腰椎退行性疾病安全有效, 更加微创, 并发症少、患者满意度高、中期效果满意, 对于合并骨质疏松、肥胖及邻椎病翻修具有显著优势; 然而, 对于新技术应该合理把握适应证, 重视学习曲线, 警惕并发症, 权衡利弊。本研究的不足之处在于病例样本量相对较少, 与文献对比有一定的选择偏移; 后续仍需大样本资料、长期随访验证其有效性。

4 参考文献

1. Rohrmoser RG, Brasil AV, Gago G, et al. Impact of surgery on pain, disability, and quality of life of patients with degenerative lumbar disease: Brazilian data[J]. *Arq Neuropsiquiatr*, 2019, 77(8): 536-541.
2. Cawley DT, Alexander M, Morris S. Multifidus innervation and muscle assessment post-spinal surgery [J]. *Eur Spine J*, 2014, 23(2): 320-327.
3. Mobbs RJ, Phan K, Malham G, et al. Lumbar interbody fusion: techniques, indications and comparison of interbody fusion options including PLIF, TLIF, MI-TLIF, OLIF/ATP, LLIF and ALIF[J]. *J Spine Surg(Hong Kong)*, 2015, 1(1): 2-18.
4. Baliga S, Treon K, Craig NJ. Low back pain: current surgical approaches[J]. *Asian Spine J*, 2015, 9(4): 645-657.
5. Okuyama K, Sato K, Abe E, et al. Stability of transpedicle screwing for the osteoporotic spine: an in vitro study of the mechanical stability[J]. *Spine*, 1993, 18(15): 2240-2245.
6. Santoni BG, Hynes RA, McGilvray KC, et al. Cortical bone trajectory for lumbar pedicle screws[J]. *Spine J*, 2009, 9(5): 366-373.
7. Mizuno M, Kuraishi K, Umeda Y, et al. Midline lumbar fusion with cortical bone trajectory screw [J]. *Neurol Med Chir (Tokyo)*, 2014, 54(9): 716-721.
8. Matsukawa K, Taguchi E, Yato Y, et al. Evaluation of the fixation strength of pedicle screws using cortical bone trajectory: what is the ideal trajectory for optimal fixation[J]. *Spine*, 2015, 40(15): E873-E878.
9. Bridwell KH, Lenke LG, McEnery KW, et al. Anterior fresh frozen structural allografts in the thoracic and lumbar spine: do they work if combined with posterior fusion and instru-

- mentation in adult patients with kyphosis or anterior column defects[J]. *Spine*, 1995, 20(12): 1410-1418.
10. Ghiselli G, Wang JC, Hsu WK, et al. L5-S1 segment survivorship and clinical outcome analysis after L4-L5 isolated fusion[J]. *Spine*, 2003, 28(12): 1275-1280.
11. Chin KR, Pencle F, Coombs AV, et al. Clinical outcomes with midline cortical bone trajectory pedicle screws versus traditional pedicle screws in moving lumbar fusions from hospitals to outpatient surgery centers [J]. *Clin Spine Surg*, 2017, 30(6): E791-E797.
12. Silva F, Silva PS, Vaz R, et al. Midline lumbar interbody fusion(MIDLIF) with cortical screws: initial experience and learning curve [J]. *Acta Neurochir(Wien)*, 2019, 161 (12): 2415-2420.
13. 吴奉梁, 周华, 党福, 等. 中线腰椎融合技术在老年退行性腰椎疾病应用的早期临床疗效及置钉注意事项[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2019, 29(12): 1080-1087.
14. Sakaura H, Miwa T, Yamashita T, et al. Cortical bone trajectory screw fixation versus traditional pedicle screw fixation for 2-level posterior lumbar interbody fusion: comparison of surgical outcomes for 2-level degenerative lumbar spondylolisthesis[J]. *J Neurosurg Spine*, 2018, 28(1): 57-62.
15. Chen YR, Deb S, Pham L, et al. Minimally invasive lumbar pedicle screw fixation using cortical bone trajectory: a prospective cohort study on postoperative pain outcomes [J]. *Cureus*, 2016, 8(7): e714.
16. Hu JN, Yang XF, Li CM, et al. Comparison of cortical bone trajectory versus pedicle screw techniques in lumbar fusion surgery: a meta-analysis[J]. *Medicine*, 2019, 98(33): e16751.
17. 高海, 李惠民, 陈银河, 等. 皮质骨螺钉固定与椎弓根螺钉固定在腰椎后路融合术中应用效果比较的 Meta 分析[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2017, 27(11): 977-984.
18. Zhang T, Guo N, Chen T, et al. Comparison of outcomes between cortical screws and traditional pedicle screws for lumbar interbody fusion: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Orthop Surg Res*, 2019, 14(1): 269.
19. Wang J, He X, Sun T. Comparative clinical efficacy and safety of cortical bone trajectory screw fixation and traditional pedicle screw fixation in posterior lumbar fusion: a systematic review and meta-analysis[J]. *Eur Spine J*, 2019, 28(7): 1678-1689.
20. Khalid SI, Nunna RS, Maasarani S, et al. Association of osteopenia and osteoporosis with higher rates of pseudarthrosis and revision surgery in adult patients undergoing single-level lumbar fusion[J]. *Neurosurg Focus*, 2020, 49(2): E6.
21. Bjerke BT, Zarrabian M, Aleem IS, et al. Incidence of osteoporosis-related complications following posterior lumbar fusion[J]. *Global Spine J*, 2018, 8(6): 563-569.
22. Cho W, Cho SK, Wu C. The biomechanics of pedicle screw-based instrumentation[J]. *J Bone Joint Surg Br*, 2010, 92(8): 1061-1065.
23. Shridhar P, Chen Y, Khalil R, et al. A review of PMMA bone cement and intra-cardiac embolism[J]. *Materials(Basel)*, 2016, 9(10): 821.
24. Matsukawa K, Yato Y, Kato T, et al. In vivo analysis of insertional torque during pedicle screwing using cortical bone trajectory technique[J]. *Spine*, 2014, 39(4): E240-E245.
25. Oshino H, Sakakibara T, Inaba T, et al. A biomechanical comparison between cortical bone trajectory fixation and pedicle screw fixation[J]. *J Orthop Surg Res*, 2015, 10: 125.
26. Matsukawa K, Yato Y. Lumbar pedicle screw fixation with cortical bone trajectory: a review from anatomical and biomechanical standpoints[J]. *Spine Surg Relat Res*, 2017, 1 (4): 164-173.
27. Ding H, Hai Y, Liu Y, et al. Cortical trajectory fixation versus traditional pedicle-screw fixation in the treatment of lumbar degenerative patients with osteoporosis: a prospective randomized controlled trial[J]. *Clin Interv Aging*, 2022, 17: 175-184.
28. Angus M, Jackson K, Smurthwaite G, et al. The implementation of enhanced recovery after surgery(ERAS) in complex spinal surgery[J]. *J Spine Surgery(Hong Kong)*, 2019, 5(1): 116-123.
29. Hung CW, Wu MF, Hong RT, et al. Comparison of multifidus muscle atrophy after posterior lumbar interbody fusion with conventional and cortical bone trajectory[J]. *Clin Neurol Neurosurg*, 2016, 145: 41-45.
30. Lee GW, Son JH, Ahn MW, et al. The comparison of pedicle screw and cortical screw in posterior lumbar interbody fusion: a prospective randomized noninferiority trial[J]. *Spine J*, 2015, 15(7): 1519-1526.
31. Rodriguez A, Neal MT, Liu A, et al. Novel placement of cortical bone trajectory screws in previously instrumented pedicles for adjacent-segment lumbar disease using CT image-guided navigation[J]. *Neurosurg Focus*, 2014, 36(3): E9.
32. Zhang RJ, Li HM, Gao H, et al. Cortical bone trajectory screws used to save failed traditional trajectory screws in the osteoporotic lumbar spine and vice versa: a human cadaveric biomechanical study[J]. *J Neurosurg Spine*, 2019, 1-8. doi: 10.3171/2018.12.SPINE18970. Online ahead of print.
33. Petrone S, Marengo N, Ajello M, et al. Cortical bone trajectory technique's outcomes and procedures for posterior lumbar fusion: a retrospective study[J]. *J Clin Neurosci*, 2020, 76: 25-30.
34. Lee CK, Kim D, An SB, et al. An optimal cortical bone trajectory technique to prevent early surgical complications[J]. *Br J Neurosurg*, 2020, 1-7. Online ahead of print. doi: 10.1080/02688697.2020.1821172.

(收稿日期:2022-04-05 末次修回日期:2022-09-22)

(英文编审 谭 啸)

(本文编辑 彭向峰)