

# 单节段腰椎融合术中融合器对腰椎前凸角的影响

胡赢<sup>1,2</sup> 谢家豪<sup>1,2</sup> 李梓灏<sup>1,2</sup> 黄刚<sup>1,2△</sup>

**[摘要]** 目的:探讨单节段经椎间孔入路椎间融合术(TLIF)手术中,椎间融合器(Cage)的位置和大小对融合术后腰椎前凸角(LL)恢复程度及临床疗效的影响。方法:回顾性分析 57 例因腰椎退行性疾病行 L<sub>4~5</sub> 或 L<sub>5</sub>/S<sub>1</sub> 单节段 TLIF 手术的患者。通过腰椎正侧位片测量 Cage 的中心点比(CPR)、后间隙比(PGR)、椎间隙高度(DH)、手术前后 DH 变化( $\Delta$ DH)、手术节段间前凸角(SLL)、腰椎前凸角。CPR 和 PGR 代表 Cage 的位置参数, $\Delta$ DH 为 Cage 的大小参数。对术后 Cage 位置、大小参数与 SLL 和 LL 差值及临床指标改善值进行相关性分析。结果:全组患者 VAS 评分、JOA 评分、SLL、LL、DH 均较术前明显改善,差异均有统计学意义( $P<0.05$ )。CPR 和 PGR 与 SLL 变化密切正相关( $r=0.63, r=0.60, P<0.01$ ),CPR 和 PGR 与 LL 变化也表现出密切正相关( $r=0.39, r=0.39, P<0.01$ ),而  $\Delta$ DH 与 SLL 和 LL 变化表现为负相关( $r=-0.58, r=-0.37, P<0.01$ )。SLL 和 LL 变化与 JOA 评分改善之间具有相关性( $r=0.38, r=0.65, P<0.05$ ),与 VAS 评分未见明显相关性。结论:在 TLIF 手术中使 Cage 适当稍前放置及选用适中大小的 Cage 可以一定程度改善腰椎前凸,并且提高患者的 JOA 功能评分。

**[关键词]** 腰椎融合术;椎间融合器;中心点比;后间隙比;腰椎前凸角

**[中图分类号]** R681.5 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1005-0205(2020)12-0017-04

## Effect of the Cage on Lumbar Lordosis in Single-segment Lumbar Interbody Fusion Operation

HU Ying<sup>1,2</sup> XIE Jiahao<sup>1,2</sup> LI Zihao<sup>1,2</sup> HUANG Gang<sup>1,2△</sup>

<sup>1</sup>The Second Clinical School of Guangzhou University of Traditional Chinese Medicine, Guangzhou 510120, China;

<sup>2</sup>Guangdong Provincial Hospital of Traditional Chinese Medicine, Guangzhou 510120, China.

**Abstract Objective:** To investigate the effect of position and size of the cage on the recovery and clinical efficacy of lumbar lordosis (LL) in the single-segment transforaminal lumbar interbody fusion (TLIF) operation. **Methods:** 57 patients who underwent L<sub>4/5</sub> or L<sub>5</sub>/S<sub>1</sub> single-segment TLIF surgery for degenerative lumbar disease were retrospectively analyzed. Cage central point ratio (CPR), posterior gap ratio (PGR), disc height (DH), DH change before and after operation to  $\Delta$ DH, surgical section segment lumbar lordosis (SLL), lumbar lordosis were measured by lumbar anterolateral radiograph, CPR and PGR represent the position parameters of cage, and  $\Delta$ DH is the size parameter of cage. The correlation of postoperative cage position, size parameters and SLL, LL difference and clinical index improvement value was analyzed. **Results:** The VAS score, JOA score, SLL, LL, and DH of all patients were significantly improved compared with those before operation, and the differences were statistically significant ( $P<0.05$ ). CPR, PGR and SLL changes were closely and positively correlated ( $r=0.63, r=0.60, P<0.01$ ). CPR, PGR and LL changes also showed a close positive correlation ( $r=0.39, r=0.39, P<0.01$ ), and  $\Delta$ DH was negatively correlated with changes in SLL and LL ( $r=-0.58, r=-0.37, P<0.01$ ). There was a correlation between the changes of SLL, LL and the improvement of JOA score ( $r=0.38, r=0.65, P<0.05$ ), but no significant correlation with VAS. **Conclusion:** In the TLIF operation, cage placed a little bit ahead and choosing a moderate size cage can improve lumbar lordosis to a certain extent, and improve the patient's JOA score.

**Keywords:** transforaminal lumbar interbody fusion; cage; central point ratio; posterior gap ratio; lumbar lordosis

<sup>1</sup> 广州中医药大学第二临床医学院(广州, 510120)

<sup>2</sup> 广东省中医院

<sup>△</sup>通信作者 E-mail: 279245928@qq.com

椎间植骨融合手术作为治疗腰椎退行性疾病的一种“金标准术式”,主要目的是“减压-稳定”,现在越多

越多的研究关注于融合术中在实现“减压-稳定”的同时,如何恢复并维持腰椎矢状面平衡,传统后路椎体间融合手术可以显著恢复腰椎前凸角(Lumbar Lordosis, LL)<sup>[1]</sup>,也有研究证明了在传统后路椎体间手术中 Cage 位置会显著影响 LL 的恢复<sup>[2-3]</sup>,但目前尚缺少针对经椎间孔入路椎体间融合术(Transforaminal Lumbar Interbody Fusion, TLIF)中 Cage 位置及大小对 LL 影响的相关研究。本研究探讨单节段 TLIF 手术中 Cage 对 LL 的影响,现报告如下。

## 1 研究对象与方法

### 1.1 研究对象

回顾性收集 2015 年 1 月至 2018 年 12 月期间,在广东省中医院骨二科行 L<sub>4-5</sub> 或 L<sub>5</sub>S<sub>1</sub> 单节段 TLIF 手术,置入单枚长度为 26 mm Cage 的患者资料,按筛选标准最终纳入 57 例,手术均由同一组医生完成, Cage、椎弓根螺钉、CD 棒均由美敦力枢法模提供。

### 1.2 诊断标准

轻度腰椎滑脱症、腰椎管狭窄症、腰椎间盘突出症诊断标准采用《脊柱外科学》<sup>[4]</sup>诊断标准。

### 1.3 纳入标准

1)诊断为轻度腰椎滑脱症、腰椎管狭窄症、腰椎间盘突出症行 L<sub>4-5</sub> 或 L<sub>5</sub>S<sub>1</sub> 单节段 TLIF 手术患者;2)使用枢法模单枚 26 mm Cage 及内固定系统;3)病例随访 1 年以上,有完整手术前后及随访期间临床资料;4)随访期间内未拆除内植物或行其它脊柱手术。

### 1.4 排除标准

1)合并有脊柱畸形,如退变性脊柱侧弯畸形、明显胸腰椎后凸畸形;2)既往有脊柱或髋膝关节置换手术史患者;3)术前术后 X 线片不标准,无法测量相关参数;4)随访过程中出现感染、内固定松动等并发症。

### 1.5 方法

**1.5.1 手术方法** 麻醉方式为全身麻醉, C 臂机透视定位手术节段,术区常规消毒铺巾,取腰椎后正中切口,使用电刀及骨剥器逐层分离组织至责任节段关节突关节,咬除下关节突及部分上关节突,使用人字嵴定位进针点,透视确认位置合适后,置入长度适中的椎弓根螺钉及预弯的 CD 棒,再次透视螺钉位置。仔细清除后方增生骨赘,切除部分黄韧带,清晰暴露硬膜囊及神经根后将其牵开,切除突出的椎间盘,清理椎间隙,试模测量椎间隙高度,置入填充好自体骨匹配的 Cage,透视确认 Cage 位置,位置满意后加压拧紧螺帽,探查神经根,冲洗术区,放置引流管后逐层缝合。

**1.5.2 术后处理** 所有患者术后静滴甲强龙激素及甘露醇减轻术后神经水肿,常规使用抗生素预防术后感染,神经营养药物促进术后康复。如患者病情稳定,

无继发硬膜外血肿且 24 h 引流量小于 30 mL,即可在术后 3 d 拔出引流管。同时指导患者卧床行腰背部肌肉功能锻炼,以及下肢踝泵、抬腿配合下肢气压泵等理疗护理,防止下肢深静脉血栓,拔除引流管后开始指导患者翻身直至逐渐佩戴腰围下地行走。

**1.5.3 疗效评定方法** 纳入研究的所有患者均有 1 年以上随访,术前和术后均有标准腰椎正侧位 X 线片及 JOA, VAS 评分,末次随访在门诊使用 JOA 评分对患者进行术后功能评价,用 VAS 量表进行疼痛评分。

**1.5.4 影像学评定方法** 使用 PACS 系统自带测量工具,对患者影像学资料进行长度及角度测量,具体测量方法如下。

LL:标准腰椎侧位 X 线片上取 L<sub>1</sub> 上终板平行线和骶骨上终板平行线,然后分别画出两条平行线垂线,两垂线之间的夹角即为 LL,见图 1。

SLL:确定手术节段,标准腰椎侧位 X 线片上分别画出手术节段上位椎体上终板和下位椎体下终板平行线,然后作两平行线垂线,两垂线之间的夹角即为 SLL,见图 1。

DH:为减小个体化发育差异对椎间隙高度造成的误差,使用前、后椎间隙高度平均值与上位椎体高度之比来表示真正的椎间高度。标准腰椎侧位 X 线片上,测量前椎间隙高度与后间隙高度,二者平均值与上位椎体高度的比值即为 DH,  $DH = [(AB + CD) / 2] / H$ ,见图 2。

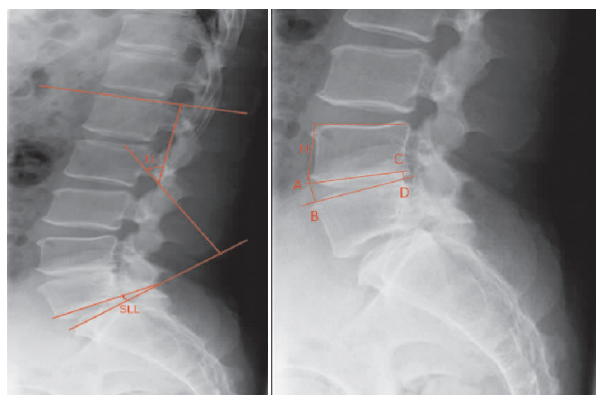


图 1 LL 及 SLL 测量方法

图 2 椎间隙测量方法

Cage 的中心点比(Central Point Ratio, CPR):标准腰椎侧位 X 线片上,根据 Cage 的定位点确定 Cage 中心,测量 Cage 中心到椎体后缘之间的距离,再测量下终板的长度, Cage 中心到椎体后缘距离与下终板长度之比即为 CPR,见图 3。

Cage 的后间距比(Posterior Gap Ratio, PGR):标准腰椎侧位 X 线片上,根据 Cage 的定位点确定 Cage 后缘,测量 Cage 后缘到椎体后缘之间的距离,再测量下终板长度, Cage 后缘到椎体后缘之间距离与下终板长度之比即为 PGR,见图 4。

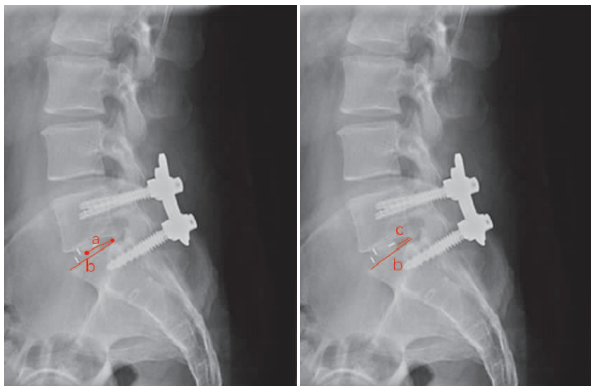


图 3 中心点比(CPR=a/b) 图 4 后间距比(PGR=c/b)

1.6 统计学方法

使用 SPSS 21.0 进行统计学分析。服从正态分布的计量资料使用  $\bar{x} \pm s$  描述,统计推断使用独立样本  $t$  检验;对于不符合正态分布、方差不齐的使用秩和检验,用中位数  $M(P_{25}, P_{75})$  描述。病例的手术前、手术后、末次随访的 JOA 功能评分,LL,SLL 等数据,对差值进行正态性检验,差值符合正态分布使用两相关样本的配对  $t$  检验,差值不符合正态分布使用 Wilcoxon 秩和检验。使用 Pearson 相关系数评估 CPR,PGR, $\Delta DH$  与术前、术后 LL,SLL 改变的相关性, $P < 0.05$  差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料

纳入研究的患者共 57 例,男 24 例,女 33 例;其中  $L_4 \sim 5$  节段 30 例, $L_5 S_1$  节段 27 例,诊断包括轻度腰椎滑脱症、腰椎管狭窄症、腰椎间盘突出症,年龄 36~74 岁,平均( $64.92 \pm 8.03$ )岁,随访时间 13~17 个月,平均 14 个月。

2.2 术前及随访临床指标

患者手术前后临床疗效评价指标(VAS 评分及 JOA 评分)结果见表 1。所有患者均获得良好疗效,VAS 评分及 JOA 评分显著优于术前,差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),说明 TLIF 手术对于缓解患者疼痛、改善患者功能具有显著疗效。

表 1 手术前后 VAS 及 JOA 评分比较( $\bar{x} \pm s$ )

时间	VAS 评分	JOA 评分
术前	$6.53 \pm 1.65$	$14.61 \pm 1.43$
末次随访	$1.52 \pm 1.22$	$25.32 \pm 1.54$
$t$	6.83	6.78
$P$	$<0.05$	$<0.05$

2.3 末次随访影像学指标

影像学参数比较结果见表 2。DH,SLL,LL 在末次随访时分别为( $0.54 \pm 0.09$ )cm, $13.52^\circ \pm 1.63^\circ$ , $46.82^\circ \pm 13.73^\circ$ ,均较术前显著改善,差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),将末次随访和术后数据相比较,差异无

统计学意义( $P > 0.05$ ),可见 TLIF 手术置入单枚 Cage 对于 DH,SLL,LL 可以起到很好的维持作用。

表 2 手术前后及末次随访 DH,SLL,LL 比较( $\bar{x} \pm s$ )

时间	DH/cm	SLL/( $^\circ$ )	LL/( $^\circ$ )
术前	$0.35 \pm 0.07$	$7.43 \pm 1.61$	$40.40 \pm 14.13$
术后	$0.52 \pm 0.04$	$13.14 \pm 2.05$	$45.70 \pm 13.45$
末次随访	$0.54 \pm 0.09$	$13.52 \pm 1.63$	$46.82 \pm 13.73$
统计检验值	$t=28.53$	$Z=6.74$	$Z=6.73$
$P$	$<0.05$	$<0.05$	$<0.05$

患者术后及末次随访 CPR,PGR 参数结果分析见表 3。笔者的研究中 CPR 的平均数值大于 0.5,即 Cage 中心超过了下位椎体上终板的中点,此时 Cage 处于椎间隙靠前的位置。术后和末次随访 CPR 与 PGR 相比较差异无显著性,即在本研究的病例中 Cage 的位置在一年随访中未发生明显的移动。

表 3 手术后及末次随访 CPR,PGR 比较( $\bar{x} \pm s$ )

时间	CPR	PGR
术后	$0.61 \pm 0.04$	$0.21 \pm 0.05$
末次随访	$0.62 \pm 0.04$	$0.21 \pm 0.04$
$t$	0.35	0.24
$P$	0.73	0.81

2.4 相关性分析

患者术后的 SLL 差值、LL 差值与 Cage 位置参数 CPR,PGR 及大小参数  $\Delta DH$  相关性分析见表 4。患者术后 SLL 差值、LL 差值与 CPR 及 PGR 均表现出显著的相关性,当 CPR,PGR 越大,即 Cage 位置越靠前放置时 SLL,LL 会显著增加,说明 TLIF 手术中 Cage 的位置可以影响前凸的恢复。而 Cage 的位置参数  $\Delta DH$  与 SLL 差值及 LL 差值表现出负相关性,意味着如果使用过大的 Cage 会限制术中对前凸的恢复程度。

表 4 术后  $\Delta DH$ ,SLL 差值、LL 差值与 Cage 相关性比较

项目	SLL 差值	LL 差值
CPR	$r=0.63$	$r=0.39$
	$P < 0.01$	$P < 0.01$
PGR	$r=0.60$	$r=0.39$
	$P < 0.01$	$P < 0.01$
$\Delta DH$	$r=-0.58$	$r=-0.37$
	$P < 0.01$	$P < 0.01$

患者术前-末次随访的 SLL 差值、LL 差值与功能评分 JOA 差值、VAS 差值相关性分析见表 5。患者 SLL 差值与 VAS 差值均未表现出相关性,同样 LL 差异与 VAS 评分之间也无相关性( $P > 0.05$ )。但 SLL 差值、LL 差值与 JOA 差值之间表现出显著的相关性,即 SLL,LL 恢复越多,JOA 分数提高越多。VAS 差值与 SLL,LL 差值均未表现出显著相关性。

表5 SLL 差值、LL 差值与功能评分差值相关性比较

项目	SLL 差值	LL 差值
JOA 差值	$r=0.38$	$r=0.65$
	$P<0.05$	$P<0.05$
VAS 差值	$r=-0.03$	$r=0.18$
	$P=0.84$	$P=0.90$

### 3 讨论

临床上超过 67% 的腰椎退变发生在  $L_4S_1$  节段之间,是腰椎退变发病率最高的部位<sup>[5]</sup>。同时,腰椎前凸约 2/3 存在于  $L_4\sim_5$  和  $L_5S_1$  节段间,是对腰椎矢状面平衡影响最显著的部位<sup>[6]</sup>。腰椎的前凸弧度是人类直立行走的基础,当 LL 减小时,会引起脊柱一系列代偿机制以保证矢状面平衡,包括胸椎后凸减小、相邻节段过伸、骨盆后旋、下肢代偿(屈膝和踝背伸)<sup>[7]</sup>。

Doherty<sup>[8]</sup>报道了由于腰椎融合术后 LL 减少,导致有症状的躯干前倾并发症,即“平背综合征”。其原因是 LL 的减小造成骨盆入射角(PI)与 LL 不匹配,PI-LL 平衡的消失加速了脊柱代偿的机制,引起一系列术后并发症。短节段腰椎融合术后并发症“平背综合征”发生率在逐年增加,已经成为成人脊柱畸形最常见的病因之一<sup>[9]</sup>。因此,LL 的恢复可改善患者术后疼痛及临床功能,降低邻椎病发生率,减小手术翻修率等<sup>[10]</sup>。本研究中,患者在末次随访时,JOA 从术前  $14.61\pm 1.43$  提高到  $25.32\pm 1.54$ ,VAS 评分从  $6.53\pm 1.65$  降低到  $1.52\pm 1.22$ ,差异均有统计学意义,这也与之前的一些研究相符合。在针对 SLL,LL 与临床疗效的相关性的分析中,笔者研究了患者术前-末次随访的 SLL,LL 差值与功能评分 JOA,VAS 差值相关性,结果表明 SLL 与 LL 的显著改善与更高的术后 JOA 功能评分之间具有相关性。但是在笔者的研究中 SLL,LL 的变化与 VAS 疼痛评分之间未表现出显著相关性,其原因可能是腰椎退行性疾病患者的疼痛主要来自于退变导致的神经根受压,因此在短期随访研究中疼痛的缓解可能更依赖于术中减压是否充分。

影响 TLIF 术中 LL 恢复程度的因素包括手术体位、术中减压范围、内植物等。内植物对 LL 影响最为显著的就是 Cage,此前已有大量的报道证实了 Cage 的形态会显著影响 LL 角度<sup>[11]</sup>。最早在针对 TLIF 的研究中,建议 Cage 放置于椎间隙中部或后三分之一区域<sup>[12]</sup>,早期 TLIF 手术使用自体骨移植结合钛金属 Cage,研究者认为在椎体前方靠近前纵韧带大量植骨有利于椎体达到骨性融合,因此建议 Cage 置于椎体中后方以利于前方植骨。但随后的生物力学研究证明后外侧终板较薄且强度高,Cage 的后外侧放置会显著增加沉降移位的风险<sup>[13]</sup>。目前对于 TLIF 手术中 Cage 在椎间隙的位置尚无统一论,多依靠术者术中对椎间隙清理的程

度,以及术者减压的程度结合自身的手术经验。

对 TLIF 手术中 Cage 的靠前放置的尸体研究和临床研究表明,Cage 靠前放置并不会对前凸恢复产生显著影响<sup>[14-15]</sup>,但这些研究均未进行双侧关节突的完全切除以及保证 Cage 的足够靠前放置。本研究中笔者对责任节段进行了双侧关节突切除,症状侧置入 Cage,并且对神经根进行充分减压,以保证后方压缩空间。末次随访 SLL 较术前平均增加了  $6.09^\circ$ ,LL 较术前平均增加了  $6.42^\circ$ ,变化的值均具有显著差异,证明了单节段 TLIF 手术可以有效恢复 SLL 及 LL。TLIF 在加压恢复 LL 的过程中,Cage 充当铰链结构的支点,脊柱的后方结构减压后就保证了压缩的可能,如果 Cage 靠前放置就使铰链的支点更加靠前,这避免了对前方强韧的前纵韧带的过度牵拉,同时增加椎间隙后方空间,这有利于 LL 的复位。本研究中末次随访 CPR 的平均数值为 0.62,表明此时 Cage 位于椎间隙的前半部分。在针对 CPR,PGR 与 SLL,LL 相关性的分析中,SLL 与 LL 都与 Cage 的位置参数 CPR,PGR 表现出很强的相关性,CPR 和 PGR 越大术后及末次随访的 SLL 和 LL 也就越大,这也表明 Cage 的靠前放置可以一定程度增加 SLL 和 LL 的恢复程度。但 Cage 高度过高,椎间隙撑开的程度增加造成前方前纵韧带的紧张,会限制 SLL 和 LL 的恢复程度,关于  $\Delta DH$  与 SLL 和 LL 相关性的分析中,二者表现出显著的负相关性,表明 Cage 高度过高会限制 SLL 和 LL 的恢复。

综上所述,Cage 位置和大小对 TLIF 手术恢复 LL 有显著影响,在保证安全的前提下使 Cage 尽量靠前放置,使 Cage 中心超过椎间隙中点可显著提高 SLL 和 LL,Cage 过大导致椎间隙撑开过高会限制 SLL 和 LL 的恢复,因此应选择适中的 Cage。SLL 和 LL 的改善可一定程度提高术后 JOA 评分,但与 VAS 改善无显著相关性。

本研究也存在不足之处,由于置入单枚 Cage 使用的都是长度为 26 mm 的 Cage,当探讨 Cage 大小时仅研究了不同高度对 LL 的影响,且本研究未考虑患者活动能力和 BMI 对 LL 的影响,今后应作进一步研究。本研究为回顾性研究,样本量有限,尚需要大样本临床研究进一步探讨。

### 参考文献

- [1] KAMLANATHAN V,KIEFFER W K M,ZHU M,et al. Lordosis recreation with PLIF surgery -What Is the influence on adjacent segment Lordosis? -An observational study of radiological alignment change[J]. Spine(Phila Pa 1976),2020,doi:10.1097/BRS.0000000000003492.