

· 临床论著 ·

后路腰椎融合术椎间笼架沉降的相关因素

刘研¹, 管华鹏^{1,2}, 曲新田¹, 李念虎^{2*}

(1. 山东中医药大学, 山东济南 250255; 2. 山东中医药大学附属医院脊柱脊髓科, 山东济南 250011)

摘要: [目的] 探讨后路腰椎间融合术 (posterior lumbar interbody fusion, PLIF) 术后融合器沉降的相关因素。[方法] 2018 年 1 月—3 月行 L_{4/5} 单节段 PLIF 手术 91 例患者纳入本研究, 观察术后融合器沉降的发生情况, 采用单因素比较和多元逻辑回归分析探索融合器沉降发生的相关因素。[结果] 至末次随访, 发生融合器沉降 21 例 (23.1%), 未发生融合器沉降 70 例 (76.9%)。沉降组合并骨质疏松患者比例显著高于未沉降组 [是/否, (9/12) vs (10/60), $P=0.005$]。两组手术时间、切口长度、术中失血量差异均无统计学意义 ($P>0.05$), 但沉降组的终板损伤率显著高于未沉降组 [是/否, (3/18) vs (1/69), $P=0.012$]。术前影像方面, 沉降组腰大肌 rCSA [(1.5±0.4) vs (1.7±0.5), $P=0.038$]、椎旁肌 CSA [(4 530.3±776.6) mm² vs (5 000.5±912.8) mm², $P=0.035$]、椎旁肌 rCSA [(3.0±0.7) vs (3.9±0.8), $P<0.001$]、椎旁肌 rFCSA [(2.3±0.6) vs (2.9±0.7), $P<0.001$] 均显著小于未沉降组, 但沉降组椎体 CSA 显著大于未沉降组 [(1 547.8±309.9) mm² vs (1 321.2±296.0) mm², $P=0.003$]。术后影像方面, 沉降组 PI-LL [(11.7±7.0)° vs (6.4±9.6)°, $P=0.022$]、即刻 SL 角 [(6.0±3.3)° vs (3.0±3.4)°, $P<0.001$]、即刻椎间隙高度 [(2.9±1.3) mm vs (1.9±1.0) mm, $P<0.001$] 显著大于未沉降组。前者椎间骨融合时间显著晚于后者 [(6.7±1.8) 个月 vs (5.2±1.4) 个月, $P<0.001$]。二元多因素逻辑回归显示, 骨质疏松 ($OR=5.967$, $P=0.030$)、术后即刻椎间隙高度 ($OR=2.296$, $P=0.013$)、即刻 SL ($OR=1.256$, $P=0.041$) 是融合器沉降的危险因素。而椎旁肌 rFCSA ($OR=0.525$, $P=0.048$) 是融合器沉降的保护因素。[结论] 骨质疏松、矫正椎间隙高度过大、SL 矫正角度过大、术前椎旁肌 rFCSA 过小是 PLIF 术后发生融合器沉降的危险因素。

关键词: 腰椎后路椎间融合, 融合器沉降, 相关性因素

中图分类号: R687 文献标志码: A 文章编号: 1005-8478 (2024) 09-0808-07

Factors associated with cage subsidence in posterior lumbar interbody fusion // LIU Yan¹, GUAN Hua-peng^{1,2}, QU Xin-tian¹, LI Nian-hu². 1. Shandong University of Traditional Chinese Medicine, Jinan 250255, China; 2. Department of Spine and Spinal Cord, Affiliated Hospital, Shandong University of Traditional Chinese Medicine, Jinan 250011, China

Abstract: [Objective] To search the factors related to cage subsidence after posterior lumbar interbody fusion (PLIF). [Methods] A total of 91 patients who underwent L_{4/5} single-segment PLIF from January to March 2018 were included in this study to observe whether cage subsidence (CS) happened after surgery. Univariate comparison and multiple logistic regression analysis were used to explore the related factors of the cage subsidence. [Results] Up to the last follow-up, 21 cases (23.1%) had CS, while the remaining 70 cases (76.9%) were of non-CS. The CS group proved significantly higher proportion of osteoporosis than the non-CS group [yes/no, (9/12) vs (10/60), $P=0.005$]. There were no statistically significant differences in operation time, incision length and intraoperative blood loss between the two groups ($P>0.05$), but the CS group had significantly higher intraoperative endplate injury rate than the non-CS [yes/no, (3/18) vs (1/69), $P=0.012$]. In terms of preoperative imaging, the CS group was significantly less than the non-CS group regarding psoas major muscle rCSA [(1.5±0.4) vs (1.7±0.5), $P=0.038$], paravertebral muscle CSA [(4 530.3±776.6) mm² vs (5 000.5±912.8) mm², $P=0.035$], paravertebral muscle rCSA [(3.0±0.7) vs (3.9±0.8), $P<0.001$], paravertebral muscle rFCSA [(2.3±0.6) vs (2.9±0.7), $P<0.001$], but the former was significantly greater than the latter in vertebral body CSA [(1 547.8±309.9) mm² vs (1 321.2±296.0) mm², $P=0.003$]. In term of postoperative imaging, the CS group was significantly greater than the non-CS group in PI-LL [(11.7±7.0)° vs (6.4±9.6)°, $P=0.022$], segmental lordosis (SL) [(6.0±3.3)° vs (3.0±3.4)°, $P<0.001$], intervertebral space height [(2.9±1.3) mm vs (1.9±1.0) mm, $P<0.001$]. In addition, the former got intervertebral fusion significantly later than the latter [(6.7±1.8) months vs (5.2±1.4) months, $P<0.001$]. As consequence of binary multifactor logistic regression, the osteoporosis ($OR=5.967$, $P=0.030$), greater postoperative intervertebral space height ($OR=2.296$, $P=0.013$), and greater SL ($OR=1.256$, $P=0.041$) were the risk factors, while greater paravertebral muscle rFCSA ($OR=0.525$, $P=0.048$) was the protective factor for CS. [Conclusion] Osteoporosis, exces-

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2024.09.07

作者简介: 刘研, 在读研究生, 研究方向: 脊柱损伤与退变、骨质疏松症, (电子信箱) 1244579636@qq.com

* 通信作者: 李念虎, (电子信箱) tigerlee073@126.com

sively corrected intervertebral space height, excessively corrected SL, and smaller preoperative paravertebral muscle rFCSA are risk factors for CS after PLIF.

Key words: posterior lumbar interbody fusion, cage subsidence, correlative factor

目前对于保守治疗无效的腰椎退行性变患者, 手术治疗是较好的选择^[1]。椎间融合器为手术关键组成部分, 对于手术后疗效起到关键作用。融合器沉降是腰椎融合常见的不良现象之一, 近年来文献报道的腰椎后路融合手术术后融合器沉降发生率为 26%~50%, 多发生于术后 1 年内^[2]。融合器沉降在 X 线片上表现为融合器嵌入终板或松质骨, 导致椎间高度丢失、前柱支撑作用减弱, 局部前凸和腰椎前凸减少, 进而导致进行性脊柱畸形、神经功能恶化及不融合等不良后果^[3], 严重者需要进行二次手术。对融合器沉降高危因素提前对症处理, 降低沉降的概率对于手术成功具有至关重要的作用。临床上对融合器沉降危险因素研究多不全面, 尤其是椎旁肌萎缩及椎间骨融合时间等因素皆未纳入分析, 本研究着重探讨后路腰椎间融合术 (posterior lumbar interbody fusion, PLIF) 术后融合器沉降危险因素, 并进行相关性分析。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准

纳入标准: (1) 因腰椎退变性疾病, 包括椎间盘突出症 (disc herniation, DH)、椎管狭窄 (spinal stenosis, SS) 和腰椎退行性滑脱 (lumbar spondylolysis, LS) 行 L_{4/5} 单节段手术; (2) 手术方式为腰椎后路椎间融合; (3) 临床资料和随访资料完整且随访时间最少为 2 年; (4) 自愿接受手术治疗, 签署知情同意书。

排除标准: (1) 行多节段手术治疗; (2) 脊柱侧弯、后凸等因素; (3) 术后有感染、断钉断棒者; (4) 有脊柱手术史者; (5) 患有结核、肿瘤、强直性脊柱炎等疾病者。

1.2 一般资料

根据上述纳入与排除标准, 2018 年 1 月—3 月于本院手术且获得随访的行 L_{4/5} 单节段 PLIF 患者共 91 例入选本研究。根据是否发生融合器沉降, 分为沉降组和未沉降组。本研究获医院伦理委员会批准, 所有患者均知情同意。

1.3 手术方法

患者全身麻醉成功后, 取俯卧位。行后正中切口, 显露关节突关节与横突。定位椎弓根螺钉进针

点, 放置定位针, C 形臂 X 线机透视确认准确位置, 沿定位针方向拧入椎弓根钉。行椎管减压, 扩大侧隐窝及神经根管, 彻底松解神经根。摘除髓核组织后, 用刮匙交替刮除软骨终板, 彻底清除间盘组织, 将已咬除的椎板等去除软组织, 修整成颗粒状骨块并植入椎体间隙, 于该间隙打入大小合适的椎间融合器笼架。放置预弯好的双侧钛棒, 调整钉-棒系统, 紧固固定。放置引流管, 逐层缝合切口。

1.4 评价指标

末次随访时椎间隙的高度降低 >2 mm 和 (或) 出现终板骨折定义为融合器沉降^[5]。采集患者术前一般资料, 包括年龄、性别、BMI 指数、病程、是否嗜酒及吸烟、是否合并高血压、糖尿病及骨质疏松。采集影像学资料, 包括节段前凸角 (segmental lordosis, SL)、即刻 SL 矫正角度 (术后首次复查 SL 与术前 SL 差值)、终版 Modic 改变、腰椎前凸角 (lumbar lordosis, LL)、骨盆倾斜角 (pelvic tilt, PT)、骶骨倾斜角 (sacral slope, SS)、骨盆-腰椎匹配度 (PI-LL)。应用 Imge J 软件计算代表脂肪的像素点占椎旁肌截面积 (cross-section area, CSA) 的百分比, 即为脂肪浸润度 (fat infiltration, FI)^[4], 并计算相对腰大肌横截面积 (relative cross-sectional area, rCSA)、椎旁肌 rCSA、相对功能性椎旁肌横截面积 (rFCSA), 计算 rCSA 有利于控制体形、体重和身高对肌肉 CSA 的影响^[5]。手术相关资料包括手术用时、切口长度、术中出血量、术中终板损伤情况。术后情况包括术后即刻矫正椎间隙高度、相邻节段退变、椎间骨融合时间、内固定失败及融合器沉降高度。

1.5 统计学方法

应用 SPSS 20.0 软件进行统计学分析。计量数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 资料呈正态分布时, 两组间比较采用独立样本 *t* 检验; 资料呈非正态分布时, 采用秩和检验。计数资料采用 χ^2 检验或 Fisher 精确检验。等级资料两组比较采用 Mann-whitney *U* 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。以椎间融合器是否发生沉降为因变量, 其他因素为自变量, 进行二元多因素逻辑回归分析。

2 结果

2.1 临床结果

91 例患者均于全麻下顺利完成常规 PLIF 手术。至末次随访, 发生融合器沉降的患者共 21 例, 占比 23.1%; 未发生融合器沉降的患者共 70 例, 占比 76.9%。21 例融合器沉降患者中, 下终板沉降 17 例, 占比 80.9%; 上终板沉降 1 例, 占比 4.7%; 双终板沉降 3 例, 占比 14.3%, 典型影像见图 1 和图 2。沉降组 1 例患者因内固定失败及融合器沉降移位行二次手术, 余融合器沉降患者给予抗骨质疏松及促成骨治疗, 并加强腰背肌锻炼。末次随访时两组患者均获得较好临床效果。

2.2 是否沉降的单项因素比较

按是否融合器沉降, 将患者分为两组, 两组患者各项资料比较见表 1。一般资料方面, 两组患者在年龄、性别、病程、BMI 指数、疾病诊断、是否饮酒及吸烟、是否患有高血压及糖尿病的差异均无统计学意义 ($P>0.05$), 但沉降组骨质疏松发生率显著高于未沉降组 ($P<0.05$)。术前影像方面, 沉降组术前终版 Modic 改变显著重于未沉降组 ($P<0.05$), 沉降组术前腰大肌 rCSA、椎旁肌 CSA、椎旁肌 rCSA、椎旁肌 rFCSA 均明显小于未沉降组 ($P<0.05$); 但椎体 CSA 显著大于未沉降组 ($P<0.05$)。两组 LL、PT、SS、PI-LL、椎间隙高度、腰大肌 CSA、椎旁肌 FI、椎旁肌 FCSA 的差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。手术相关资料方面: 两组手术时间、切口长度、术中失血量差异均无统计学意义 ($P>0.05$), 但沉降组的终板损伤率显著高于未沉降组 ($P<0.05$)。术后影像方面: 沉降组 PI-LL、即刻 SL 矫正角度、即刻矫正椎间隙高度、融合器沉降高度显著大于未沉降组 ($P<0.05$), 沉降组椎间骨融合时间显著晚于未沉降组 ($P<0.05$)。两组术后 LL、PT、SS、相邻节段退变、内固定失败的差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。

2.3 是否沉降的二元多因素逻辑回归分析

以是否沉降为因变量, 其他因素为自变量行二元多因素逻辑回归分析见表 2, 模型分类能力为 86.8%, 经卡方检验模型有效 ($\chi^2=40.416, P<0.001$)。合并骨质疏松 ($OR=5.967, P=0.030$)、即刻椎间隙矫正高度大 ($OR=2.296, P=0.013$)、即刻 SL 矫正角度大 ($OR=1.256, P=0.041$) 是融合器沉降的危险因素。而椎旁肌 rFCSA 大 ($OR=0.525, P=0.048$) 是融合器沉降的保护因素。

3 讨论

本研究融合器均采用 PEEK 材质, PEEK 材质具

有更接近骨骼的弹性, 并且比钛笼表现出更少的沉降^[6]。可以根据患者病情选择不同型号的 Cage 来撑开椎间隙, 恢复椎间高度^[7]。通过融合器恢复的椎间高度对周围组织韧带拉伸实现间接减压; 同时椎间融合器作为植骨载体实现椎间融合, 使失稳节段重新恢复稳定^[8]。术后融合器沉降会影响间接减压的效果及脊柱稳定性, 还可能会引起局部炎症, 造成术后腰痛^[9]。骨质疏松已被公认为融合器沉降的独立高危因素, Hou 等^[10]通过生物力学试验发现, 骨密度与椎体终板的破坏载荷紧密相关。刘磊等^[11]的研究结果中也发现骨密度越低发生融合器沉降可能性及沉降高度越大。在本研究中也发现当合并骨质疏松时融合器沉降可能性大大增加。除患者自身因素外, 手术技巧及方式也是融合器沉降的关键因素^[12]。Yang 等^[13]研究中指出, 椎间隙过度撑开会增加融合节段的应力, 加速沉降的发生。另外术中终板损伤也会增加融合器沉降的概率, 术中终板损伤会降低终板破坏载荷, 从而发生融合器沉降^[14]。Wewel 等^[15]在研究中指出, 术中保护终板对预防融合器沉降非常重要。有报告指出节段性前凸角可作为融合器沉降的独立危险因素^[11], 当矫正节段性前凸角过大时, 融合器后方应力过大, 超过终板破坏载荷则引起融合器沉降, 但临床上对其还未有较为完善研究。本研究发现, 当 SL 矫正角度过大时, 融合器沉降的可能性明显增加。Schwab 等^[16]提出, $PI-LL<10^\circ$ 为脊柱骨盆匹配, 对于脊柱稳定性有着重要的意义。其 $PI-LL$ 值越高, 腰椎术后发生并发症的可能性越大^[17]。手术医师应根据患者退变情况及矢状位参数, 合理恢复椎间隙高度及矫正节段性前凸角, 降低融合器沉降概率。

椎旁肌及腰大肌的 CSA 及 FI 是评价椎旁肌肉萎缩的关键参数^[18], 椎旁肌是用以维持正常的腰椎生理前凸及维持脊柱稳定的重要肌肉系统^[19]。椎旁肌严重萎缩时脊柱稳定性降低, 从而发生融合器沉降^[20]。Singhatajadigee 等^[2]在对行 MIS-TLIF 患者的随访中发现椎旁肌萎缩是融合器沉降的危险因素。王斯年等^[21]研究中也指出椎旁肌退变与矢状位参数息息相关, 椎旁肌通过代偿机制影响矢状位力线, 维持脊柱矢状位平衡。本研究发现, 当椎旁肌 rFCSA 越大时, 越不易发生融合器沉降。此外椎间骨融合时间也与融合器沉降密切相关, 但目前相关研究较少且不明确, Lee 等^[22]通过对 79 例脊柱融合手术患者随访时发现, 当出现椎间骨融合、新生骨能够承受椎间融合器-椎体终板界面载荷时, 沉降便不再进展。椎间骨融合时间延长会导致椎间隙植入骨出现骨溶解吸收^[23], 融合器-椎体终板之间的应力增大, 超过终板破坏载荷则出现融合器沉降。当融合器沉降时, 手术椎间隙不稳定又会进一步

影响椎间骨融合时间。两者可互相影响，互为因果。间，降低融合器沉降的可能。所以术后应积极使用成骨性药物，减少椎间骨融合时

表 1. 是否沉降两组患者的单项因素比较
Table 1. Univariate comparison between the sunk group and the non-sunk group

指标	沉降组 (n=21)	未沉降组 (n=70)	P 值
一般资料			
年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	57.0±10.2	53.0±12.8	0.203
性别 (例, 男/女)	9/12	31/39	0.908
BMI (kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	25.4±6.7	25.3±2.9	0.952
饮酒 (例, 是/否)	5/16	12/58	0.492
吸烟 (例, 是/否)	6/15	9/61	0.089
糖尿病 (例, 是/否)	4/17	17/53	0.617
高血压 (例, 是/否)	11/10	23/47	0.105
骨质疏松 (例, 是/否)	9/12	10/60	0.005
骨密度 (T 值, $\bar{x} \pm s$)	-1.0±2.0	0.3±1.9	0.009
病程 (月, $\bar{x} \pm s$)	5.9±5.2	5.0±2.0	0.102
病因 (例, DH/SS/LS)	13/4/4	33/25/12	0.343
术前影像			
SL (°, $\bar{x} \pm s$)	9.7±6.0	10.2±5.3	0.748
终板 Modic 改变 (例, I/III/否)	4/3/0/14	5/10/17/38	0.049
LL (°, $\bar{x} \pm s$)	36.3±14.6	40.2±13.3	0.252
PT (°, $\bar{x} \pm s$)	22.3±8.9	18.2±11.1	0.128
SS (°, $\bar{x} \pm s$)	28.4±10.2	30.8±8.6	0.300
PI-LL (°, $\bar{x} \pm s$)	14.2±14.5	8.7±13.6	0.111
椎间隙高度 (mm, $\bar{x} \pm s$)	9.2±1.8	8.7±1.6	0.214
腰大肌 CSA (mm ² , $\bar{x} \pm s$)	2 226.9±700.3	2 221.2±666.9	0.973
腰大肌 rCSA ($\bar{x} \pm s$)	1.5±0.4	1.7±0.5	0.038
椎旁肌 CSA (mm ² , $\bar{x} \pm s$)	4 530.3±776.6	5 000.5±912.8	0.035
椎旁肌 rCSA ($\bar{x} \pm s$)	3.0±0.7	3.9±0.8	<0.001
椎体 CSA (mm ² , $\bar{x} \pm s$)	1 547.8±309.9	1 321.2±296.0	0.003
椎旁肌 FI (% , $\bar{x} \pm s$)	24.3±6.2	24.8±8.4	0.793
椎旁肌 FCSA (mm ² , $\bar{x} \pm s$)	3 434.6±689.5	3 783.5±917.0	0.111
椎旁肌 rFCSA ($\bar{x} \pm s$)	2.3±0.6	2.9±0.7	<0.001
手术相关资料			
手术时间 (min, $\bar{x} \pm s$)	1.9±0.3	1.9±0.3	0.863
术中失血量 (ml, $\bar{x} \pm s$)	288.1±86.5	266.2±90.8	0.331
切口长度 (cm, $\bar{x} \pm s$)	10.6±1.9	10.1±1.9	0.309
是否终板损伤 (例, 是/否)	3/18	1/69	0.012
术后影像			
LL (°, $\bar{x} \pm s$)	40.0±11.3	42.5±9.3	0.308
PT (°, $\bar{x} \pm s$)	20.3±7.3	17.0±9.8	0.158
SS (°, $\bar{x} \pm s$)	30.5±9.6	31.9±7.1	0.490
PI-LL (°, $\bar{x} \pm s$)	11.7±7.0	6.4±9.6	0.022
即刻 SL 矫正角度 (°, $\bar{x} \pm s$)	6.0±3.3	3.0±3.4	<0.001
即刻椎间隙高度 (mm, $\bar{x} \pm s$)	2.9±1.3	1.9±1.0	<0.001
相邻节段退变 (例, 上/下/上下)	7/4/0/10	15/5/3/47	0.605
椎间骨融合时间 (月, $\bar{x} \pm s$)	6.7±1.8	5.2±1.4	<0.001
内固定失败 (例, 是/否)	1/20	0/70	0.066

注: 病因, DH, disc herniation, 椎间盘突出; SS, spinal stenosis, 椎管狭窄; LS, lumbar spondylolysis, 腰椎滑脱。

表 2. 是否沉降的多因素逻辑回归分析结果
Table 2. Results of multi-factor logistic regression analysis of sunk or not

影响因素	B 值	S.E	Wald 值	OR 值	95% CI	P 值
术前腰大肌 rCSA	0.122	0.924	0.017	1.130	0.185~6.911	0.895
术前椎旁肌 rFCSA	-1.425	0.721	3.913	0.240	0.059~0.987	0.048
合并骨质疏松	1.786	0.825	4.690	5.967	1.185~30.052	0.030
即刻椎间隙矫正高度	0.228	0.112	4.165	1.256	1.009~1.564	0.041
即刻 SL 矫正角度	0.831	0.336	6.105	2.296	1.187~4.438	0.013
术后 PI-LL	0.046	0.041	1.293	1.047	0.863~1.007	0.255

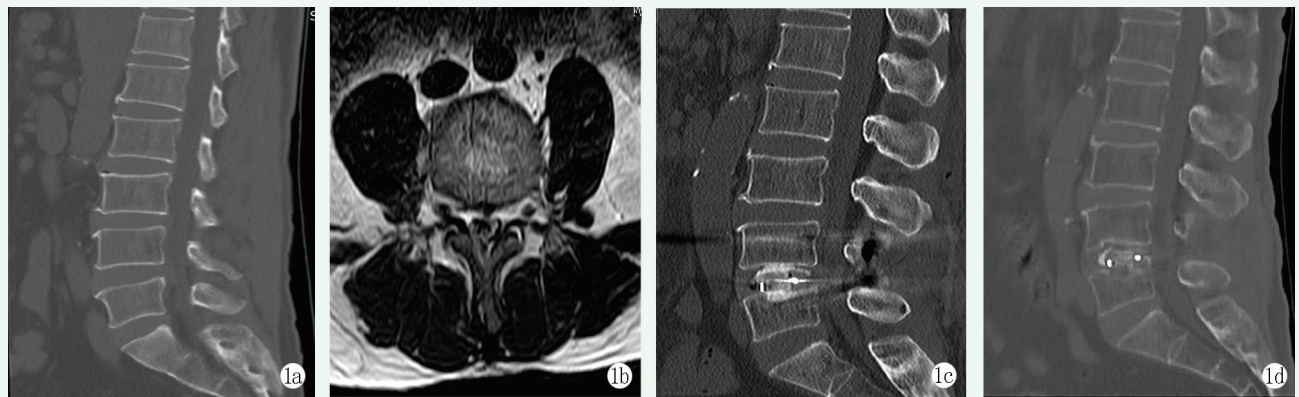


图 1. 患者男性, 65 岁。1a: 术前腰椎 CT 示 L_{4/5} 节段椎间盘突出, SL 为 5.5°, 手术节段上下终板完整; 1b: 术前 L₄ 下终板水平 MRI 示腰大肌 rCSA 为 1.5、椎旁肌 rCSA 为 1.9、椎旁肌 rFCSA 为 1.5、椎体面积为 1 762.4 mm²; 1c: 术后 1 d 腰椎 CT 矢状位术中操作下终板破坏, 椎间隙矫正高度为 4.0 mm, SL 矫正角度为 7.7°, PI-LL 为 8.2°; 1d: 术后半年腰椎矢状位 CT 示椎间隙已部分融合, 融合器沉降 3.4 mm。

Figure 1. A 65-year-old male. 1a: Preoperative CT of lumbar spine showed L_{4/5} disc herniation with SL of 5.5°, and intact upper and lower endplate; 1b: Preoperative horizontal MRI under L₄ endplate showed the rCSA of the psoas major of 1.5, the rCSA of the paravertebral muscle of 1.9, the rFCSA of the paravertebral muscle of 1.5, and the vertebral area of 1 762.4 mm²; 1c: Sagittal CT scan of lumbar spine 1 day after surgery showed intraoperative end plate destructed, with the intervertebral space correction height of 4.0 mm, the SL correction Angle was 7.7°, and the PI-LL of 8.2; 1d: Sagittal CT scan of the lumbar spine six months after surgery showed that the intervertebral space had been partially fused, and cage subsidence of 3.4 mm.

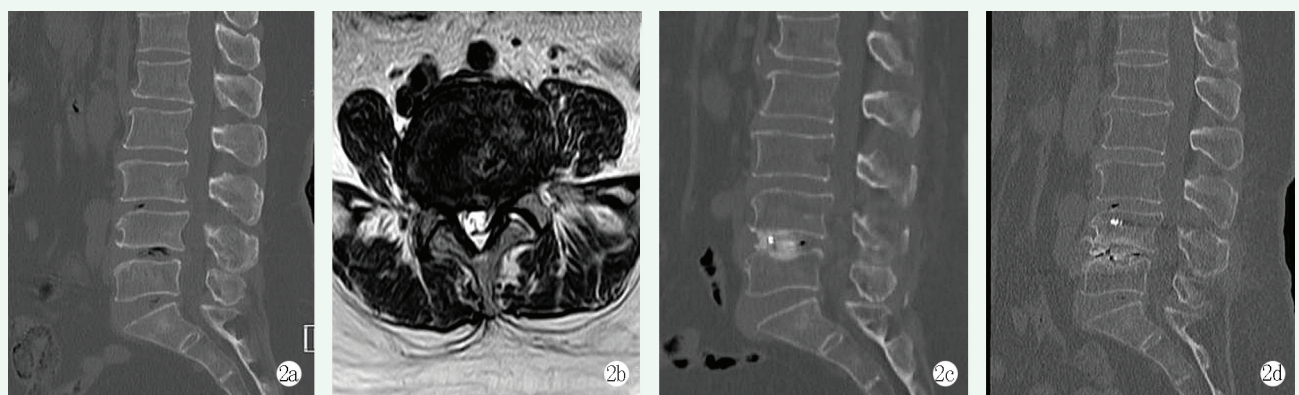


图 2. 患者女性, 68 岁。2a: 术前 CT 示 L_{4/5} 节段 SL 为 2.4°, 手术节段上下终板完整; 2b: 术前 L₄ 下终板水平 MRI 示椎管狭窄, 腰大肌 rCSA 为 0.8、椎旁肌 rCSA 为 1.8、椎旁肌 rFCSA 为 1.3、椎体面积为 2 273.7 mm²; 2c: 术后 1 d 腰椎 CT 矢状位示矫正椎间隙高度为 3.0 mm, 矫正 SL 角度为 8.4°, PI-LL 为 13.0°; 2d: 术后 1 年腰椎矢状位 CT 示椎间隙融合较差, 出现骨溶解吸收, 融合器沉降 3.1 mm。

Figure 2. A 68-year-old female. 2a: Preoperative CT showed that the SL at L_{4/5} of 2.4°, with intact upper and lower endplates; 2b: Preoperative end-plate horizontal MRI under L₄ showed the spinal canal stenosis with the rCSA of the psoas major muscle of 0.8, the rCSA of the paravertebral muscle of 1.8, the rFCSA of the paravertebral muscle of 1.3, and the vertebral area of 2 273.7 mm²; 2c: Sagittal CT a day after surgery revealed the intervertebral correction height of 3.0 mm, the SL correction angle was 8.4°, and the PI-LL of 13.0°; 2d: Sagittal CT scan of the lumbar spine 1 year after surgery showed that the intervertebral space had been partially fused, osteolysis and resorption, and cage subsidence of 3.1 mm.

综上所述,合并骨质疏松、即刻椎间隙矫正高度过大、即刻SL矫正角度过大皆可作为独立危险因素引起融合器沉降,而良好的椎旁肌rFCSA可对融合器沉降起到预防作用。手术医师术前及手术设计中应综合考虑,积极对高危因素进行对症处理。术中技术规范,减少术中终板损伤。但是,本研究纳入的患者皆为行单节段融合手术,因患者使用的融合器宽度等规格相同,未明确融合器规格对沉降的影响。对采集椎间骨融合时间精准性稍差,此外本研究为单中心研究,需要多中心,大样本的进一步研究。

参考文献

- [1] 邹海波,王宇鸣.腰椎后路椎体间融合方式对术中出血量及术后引流量的影响[J].中国矫形外科杂志,2019,27(2):145-148. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2019.02.11.
Zou HB, Wang YM. Effect of posterior lumbar interbody fusion on intraoperative blood loss and postoperative drainage volume [J]. Orthopedic Journal of China, 2019, 27 (2) : 145-148. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2019.02.11.
- [2] Singhatanadgige W, Sukthuyat A, Tanaviriyachai T, et al. Risk factors for polyetheretherketone cage subsidence following minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion [J]. Acta Neurochir (Wien), 2021, 163 : 2557-2565. DOI: 10.1007/s00701-021-04923-y.
- [3] 周庆双,陈曦,李松,等.下腰椎单节段经椎间孔腰椎体间融合术后融合器沉降对腰椎矢状面形态的影响[J].中国脊柱脊髓杂志,2019,29(6):536-543. DOI: 10.3969/j.issn.1004-406X.2019.06.09.
Zhou QS, Chen X, Li S, et al. Effect of fusion apparatus subsidence on sagittal surface morphology of lumbar spine after single level lumbar interbody fusion through foraminal foramina [J]. Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2019, 29 (6) : 536-543. DOI: 10.3969/j.issn.1004-406X.2019.06.09.
- [4] Ropponen A, Videman T, Battié MC. The reliability of paraspinal muscles composition measurements using routine spine MRI and their association with back function [J]. Man Ther, 2008, 13 (4) : 349-356. DOI: 10.1016/j.math.2007.03.004.
- [5] Chen YY, Pao JL, Liaw CK, et al. Image changes of paraspinal muscles and clinical correlations in patients with unilateral lumbar spinal stenosis [J]. Eur Spine J, 2014, 23 (5) : 999-1006. DOI: 10.1007/s00586-013-3148-z.
- [6] Verma R, Virk S, Qureshi S. Interbody fusions in the lumbar spine: a review [J]. HSS J, 2020, 16 (2) : 162-167. DOI: 10.1007/s11420-019-09737-4.
- [7] 杨汉立,钟远鸣,何启斌,等.纳米羟基磷灰石与聚醚醚酮椎间融合器的比较[J].中国矫形外科杂志,2022,30(16):1473-1477. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.16.07.
Yang HL, Zhong YM, He QB, et al. Comparison of nano-hydroxyapatite and polyether ether ketone interbody fusion apparatus [J]. Orthopedic Journal of China, 2022, 30 (16) : 1473-1477. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.16.07.
- [8] 赵龙,曾建成,谢天航,等.腰椎椎间融合术后椎间融合器沉降的研究进展[J].中国修复重建外科杂志,2021,35(8):1063-1067. DOI: 10.7507/1002-1892.202104036.
Zhao L, Zeng JC, Xie TH, et al. Research progress of interbody fusion sink after lumbar interbody fusion [J]. Chinese Journal of Reparative and Reconstructive Surgery, 2021, 35 (8) : 1063-1067. DOI: 10.7507/1002-1892.202104036.
- [9] Marchi L, Abdala N, Oliveira L, et al. Radiographic and clinical evaluation of cage subsidence after stand-alone lateral interbody fusion [J]. J Neurosurg Spine, 2013, 19 (1) : 110-118. DOI: 10.3171/2013.4.SPINE12319.
- [10] Hou Y, Yuan W. Influences of disc degeneration and bone mineral density on the structural properties of lumbar end plates [J]. Spine J, 2012, 12 (3) : 249-256. DOI: 10.1016/j.spinee.2012.01.021.
- [11] 刘磊,刘国臻,张绍东,等.骨质疏松对后路单节段腰椎融合术后融合器沉降程度的影响[J].中国脊柱脊髓杂志,2020,30(2):111-117. DOI: 10.3969/j.issn.1004-406X.2020.02.03.
Liu L, Liu GZ, Zhang SD, et al. Effect of osteoporosis on the settlement degree of fusion apparatus after posterior single level lumbar fusion [J]. Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2020, 30 (2) : 111-117. DOI: 10.3969/j.issn.1004-406X.2020.02.03.
- [12] Chen E, Xu J, Yang S, et al. Cage subsidence and fusion rate in extreme lateral interbody fusion with and without fixation [J]. World Neurosurg, 2019, 122 : e969-e977. DOI: 10.1016/j.wneu.2018.10.182.
- [13] Yang JJ, Yu CH, Chang BS, et al. Subsidence and nonunion after anterior cervical interbody fusion using a stand-alone polyetheretherketone (PEEK) cage [J]. Clin Orthop Surg, 2011, 3 (1) : 16-23. DOI: 10.4055/cios.2011.3.1.16.
- [14] Lowe TG, Hashim S, Wilson LA, et al. A biomechanical study of regional endplate strength and cage morphology as it relates to structural interbody support [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2004, 29 (21) : 2389-2394. DOI: 10.1097/01.brs.0000143623.18098.e5.
- [15] Wewel JT, Hartman C, Uribe JS. Timing of lateral lumbar interbody subsidence: review of exclusive intraoperative subsidence [J]. World Neurosurg, 2020, 137 : e208-e212. DOI: 10.1016/j.wneu.2020.01.134.
- [16] Schwab FJ, Blondel B, Bess S, et al. Radiographical spinopelvic parameters and disability in the setting of adult spinal deformity: a prospective multicenter analysis [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2013, 38 (13) : E803-812. DOI: 10.1097/BRS.0b013e318292b7b9.
- [17] Yilgor C, Sogunmez N, Yavuz Y, et al. Relative lumbar lordosis and lordosis distribution index: individualized pelvic incidence-based proportional parameters that quantify lumbar lordosis more precisely than the concept of pelvic incidence minus lumbar lordosis [J]. Neurosurg Focus, 2017, 43 (6) : E5. DOI: 10.3171/2017.8.FOCUS17498.
- [18] 穆月明,阎崇楠,崔少千,等.单节段退行性腰椎滑脱及腰椎管狭窄症患者椎旁肌的影像学分析[J].中华骨科杂志,2021,41:

- 568-575. DOI: 10.3760/cma.j.cn121113-20210222-00193.
- Mu YM, Yan CN, Cui SQ, et al. Imaging analysis of paravertebral muscle in patients with single level degenerative lumbar spondylo- listhesis and lumbar spinal stenosis [J]. Chinese Journal of Orthopaedics, 2021, 41: 568- 575. DOI: 10.3760/cma.j.cn121113-20210222-00193.
- [19] Sun D, Liu P, Cheng J, et al. Correlation between intervertebral disc degeneration, paraspinal muscle atrophy, and lumbar facet joints degeneration in patients with lumbar disc herniation [J]. BMC Musculoskelet Disord, 2017, 18 (1) : 167. DOI: 10.1186/s12891-017-1522-4.
- [20] 李大川, 卢泉, 徐广宇, 等. 椎旁肌萎缩及关节突关节形态改变与腰椎融合术后邻近节段疾病的相关性 [J]. 中华骨科杂志, 2022, 42 (19) : 1292-1300. DOI: 10.3760/cma.j.cn121113-20220819-00452.
- Li DC, Lu X, XU GY, et al. Correlation between paravertebral muscle atrophy, facet joint morphological changes and adjacent segment disease after lumbar fusion [J]. Chinese Journal of Orthopaedics, 2022, 42 (19) : 1292-1300. DOI: 10.3760 / cma. j.cn121113-20220819-00452.
- [21] 王斯年, 邱勇, 朱泽章, 等. 基于 Roussouly 分型的脊柱-骨盆矢状位形态与椎旁肌群横截面积的关系 [J]. 中华骨科杂志, 2021, 41 (22) : 1614-1622. DOI: 10.3760/cma.j.cn121113-20210205-00135.
- Wang SN, Qiu Y, Zhu ZZ, et al. Relationship between sagittal position of spine and pelvis and cross-sectional area of paravertebral muscle group based on Roussouly classification [J]. Chinese Journal of Orthopaedics, 2021, 41 (22) : 1614- 1622. DOI: 10.3760 / cma. J.c. n121113-20210205-00135.
- [22] Lee YS, Kim YB, Park SW. Risk factors for postoperative subsidence of single-level anterior cervical discectomy and fusion: the significance of the preoperative cervical alignment [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2014, 39 (16) : 1280-1287. DOI: 10.1097/BRS.000000000000400.
- [23] 刘振东, 秦泗河. 骨折断端磨损性骨吸收的证据分析 [J]. 中国矫形外科杂志, 2015, 23 (12) : 1147-1152. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2015.12.23.
- Liu ZD, Qin SH. Evidence analysis of abruption bone resorption in the broken end of fractures [J]. Orthopedic Journal of China, 2015, 23 (12) : 1147-1152. DOI: 1005-8478.2015.12.23.
- (收稿:2023-07-07 修回:2023-12-25)
(同行评议专家: 孙兆忠, 黄勇, 谢宁, 陈金水)
(本文编辑: 郭秀婷)

读者 · 作者 · 编者

《中国矫形外科杂志》网站增设在线发表栏目的公告

为了更好地为广大作者服务, 自 2024 年 2 月下旬起, 《中国矫形外科杂志》网站将增设在线发表栏目。该栏目将经审定拟刊用的定稿稿件, 以 PDF 的形式在本刊网站在线发表 (由于技术原因, 目前只能发表文章首页), 比正式出版时间提前 1 个月左右, 以方便作者了解稿件的刊用情况, 后续我们将争取做到稿件全文在线发表, 此举可为作者提供更便捷的投稿体验, 以提升杂志为读者和作者服务的整体水平。

未来本刊网站将继续着力于为广大读者提供更多优质的内容和服务, 感谢您的关注和支持, 让我们一起为《中国矫形外科杂志》的不断发展贡献力量。

敬请关注《中国矫形外科杂志》网站, <http://jxwk.ijournal.cn>

《中国矫形外科杂志》编辑部

2024 年 2 月 22 日