

经椎间孔椎体间融合术治疗单节段腰椎退行性疾病 术后融合器下沉及危险因素分析

张慰

作者单位:天长市人民医院骨二科,安徽 滁州 239000

摘要:目的 分析经椎间孔椎体间融合术(minimal invasive posterior transforamen lumbar interbody fusion, TLIF)治疗的单节段腰椎退行性疾病病人术后融合器下沉情况及其影响因素。方法 选取2014年9月至2018年3月天长市人民医院收治的腰椎退行性疾病病人78例,根据病人术后椎间隙丢失值将病人分为两组,其中融合器下沉组(≥ 2 mm)10例,男性6例,女性4例,年龄(53.8 ± 7.2)岁;融合器未下沉组(< 2 mm)68例,男性37例,女性31例,年龄(54.1 ± 10.1)岁。分析病人在随访过程中的视觉模拟(VAS)评分、Oswestry功能障碍指数问卷表(ODI)评分、末次随访椎间融合率以及腰椎曲度,通过单因素统计分析及多因素logistic回归分析探讨TLIF术后融合器下沉的原因及独立危险因素。绘制ROC曲线并计算曲线下面积。结果 本次研究中融合器下沉发生率为12.8%(10/78),两组病人一般资料的比较(年龄、性别、吸烟史、体智联指数、随访时间)差异无统计学意义($P > 0.05$),融合器下沉组病人术前术后融合节段椎间隙高度(IH)及术后节段性前凸角(SA)均高于未下沉组($P < 0.05$),而且术后两周腰疼VAS评分及术后6个月ODI功能障碍评分低于融合器未下沉组($P < 0.05$),经spearman相关分析,病人术后IH、SA与术后6个月ODI、术后两周VAS评分的相关性分别为 $r = -0.249$ ($P = 0.028$)、 $r = -0.004$ ($P = 0.973$)及 $r = -0.244$ ($P = 0.032$)、 $r = -0.231$ ($P = 0.042$)。logistic回归结果显示影响病人TLIF术后发生融合器下沉的危险因素为术后IH($OR = 1.62$, 95%CI: 1.05~2.48)及SA($OR = 1.92$, 95%CI: 1.12~3.33),ROC曲线分析结果显示,术后IH对病人融合器下沉鉴别的曲线下面积为0.696(0.575~0.816) ($P = 0.003$);术后SA对病人融合器下沉鉴别的曲线下面积为0.701(0.579~0.823) ($P = 0.002$)。结论 病人TLIF术后节段椎间隙高度、术后节段性前凸角是融合器下沉的独立危险因素,临床上应关注术后椎间隙增加的单节段腰椎退行性疾病病人,采取有效的措施降低病人术后融合器下沉的发生风险。

关键词:椎间盘退行性变; 脊柱融合术/副作用; 经椎间孔椎体间融合术; 融合器下沉; 危险因素

The analysis of risk factors of cage subsidence of the single level lumbar spine degenerative diseases treating with transforaminal lumbar interbody fusion

ZHANG Wei

Author Affiliation: Department of Orthopedics, The People's Hospital of Tianchang, Chuzhou, Anhui 239000, China

Abstract: Objective To analyze the rate and risk factors of cage subsidence of patients with single level lumbar spine degenerative diseases treating with transforaminal lumbar interbody fusion (TLIF). **Methods** The clinical data of 78 patients with single-segmental lumbar degenerative disease enrolled in The People's Hospital of Tianchang from Sept. 2014 to Mar. 2018, treated with TLIF were analyzed. According to the loss value of postoperative intervertebral space, the patients were divided into two groups, including 10 patients in the cage subsidence group (≥ 2 mm), 6 males and 4 females, with an average age of (53.8 ± 7.2) years. There were 68 cases (< 2 mm) in the non-cage subsidence group, including 37 males and 31 females, with an average age of (54.1 ± 10.1) years. The Visual analogue scores (VAS) score, Oswestry disability index (ODI) score, intervertebral fusion rate and lumbar curvature during the last follow-up were analyzed during the follow-up. Univariate statistical analysis and multivariate logistic regression analysis were used to investigate the causes and independent risk factors for the subsidence of the fusion cage after TLIF surgery, and the ROC curve was draw to calculate the area under the curve. **Results** The rate of cage subsidence was 12.8% (10/78), there was no statistically significant difference the comparison of the general information for patients in two groups (age, gender, smoking history, BMI, and follow-up time) ($P > 0.05$). The preoperative IH, postoperative IH and postoperative SA of the cage subsidence group were higher than the non-cage subsidence group ($P < 0.05$). The VAS score of lumbar pain two weeks after the operative and the ODI scores after 6 months of surgery were lower than that of non-cage subsidence group ($P < 0.05$). Spearman correlation analysis showed that the correlation between IH and ODI and VAS score were -0.249 ($P = 0.028$) and -0.004 ($P = 0.973$). The correlation between SA and ODI and VAS score was -0.244 ($P = 0.032$) and -0.231 ($P = 0.042$). The results of Logistic re-

gression showed that postoperative IH ($OR = 1.62, 95\%CI: 1.05-2.48$) and SA $OR = 1.92, 95\%CI: 1.12-3.33$) were the main risk factors for the occurrence of cage subsidence after TLIF. The result of ROC curve analysis showed that the area under the curve of postoperative IH in the differentiation of cage subsidence was 0.696 (0.575-0.816) ($P = 0.003$). The area under the curve of postoperative SA for the differentiation of cage subsidence was 0.701 (0.579-0.823) ($P = 0.002$). **Conclusion** The height of the intervertebral space and the angle of segmental lordosis after TLIF surgery are the independent risk factors for the cage subsidence. Therefore, patients with single-segment lumbar degenerative disease with increased intervertebral space should be concerned clinically, and effective measures should be taken to reduce the risk of the cage subsidence after TLIF surgery

Key words: Intervertebral disc degeneration; Spinal fusion/adverse effects; Transforaminal interbody fusion; Cage subsidence; Risk factor

目前临床上治疗腰椎退行性疾病的主要手术方式为经椎间孔椎体间融合术(TLIF)^[1],与传统椎间融合术相比,TLIF可使病人体内大部分脊柱后柱结构得以保留,而且在一定程度上可减少手术时间、病人术中出血及术后并发症的发生概率^[2-3]。TLIF通过在病人体内植入椎间融合器,从而达到恢复椎间隙高度、腰椎生理性曲度的目的。然而TLIF病人在术后常会发生融合器下沉等并发症,影响恢复效果及生命质量。融合器下沉主要是TLIF病人术后随访过程中的影像学表现,当病人术后X线片中存在融合节段椎间隙高度丢失超过2 mm时即判定该病人合并融合器下沉^[4],国外有研究显示TLIF病人术后PEEK融合器下沉率为14.8%^[5],同时国内学者邓乾兴的研究也报道TLIF术后病人融合器下沉率为33.6%^[6],TLIF病人术后融合器下沉率在不同地区、人群中的分布有所不同,而且融合器下沉的发生受许多因素的影响,包括融合器的材料、位置及病人骨密度等因素,但是目前对上述因素的综合研究仍存在争议。因此本研究通过对78例行TLIF的腰椎退行性疾病病人进行随访,了解其术后融合器下沉情况,并分析影响融合器下沉的独立危险因素,为临床上减少病人TLIF术后融合器下沉的发生提供科学依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2014年9月至2018年3月天长市人民医院收治的腰椎退行性疾病病人78例,根据病人术后椎间隙丢失值将病人分为两组,其中融合器下沉组(≥ 2 mm)10例,男性6例,女性4例,年龄(53.8 ± 7.2)岁;L4/5节段病变7例,L5/S1节段病变3例。融合器未下沉组(< 2 mm)68例,男37例,女性31例,年龄(54.1 ± 10.1)岁,L4/5节段病变39例,L5/S1节段病变29例。病例的入选标准:(1)病人经临床诊断为腰椎退行性疾病;(2)病变范围在单个节段内;(3)均行TLIF手术;(4)病人的临床和随访资料完整。排除标准:(1)过往有手术史的病人,以及合并肿瘤、感染或腰部骨折等严重疾病的病人;(2)具有严重内科疾病的病人,或术前经美国麻醉

医师协会(ASA)评分^[7]Ⅲ级以上的病人;(3)骨质疏松较严重的病人。所有手术均由同一组医生完成。病人在手术前均签署了知情同意书。本研究符合《世界医学协会赫尔辛基宣言》相关要求。

1.2 手术方式 采用TLIF术,以L4/5间隙手术为例。病人全身麻醉后取俯卧位,胸腹部垫软垫,悬空病人腹部。术前以“C”型臂X线机定位手术节段,腰椎后路正中切口,依次切开皮肤、皮下组织、骶棘肌筋膜,骨膜下剥离骶棘肌,显露L4/5手术节段棘突、椎板、关节突关节等解剖结构。分别于L4、L5椎体植入双侧椎弓根螺钉,透视下确定椎弓根螺钉位置良好后放置后路钛棒进行临时固定(滑脱病人采用提拉复位法)。减压侧咬除部分L4、L5椎板、关节突关节,行开窗、潜行减压,将咬下的部分骨质制作成自体颗粒骨,以备填充融合器并植骨。彻底清理手术节段椎间盘组织,硬膜囊或神经根充分减压后,刮除软骨终板直至骨性终板少许渗血。撑开椎间隙,以融合器试模确定椎间融合器大小,生理盐水冲洗椎间隙。将填充融合器后剩余的颗粒骨植入椎间隙前方,再将填充自体颗粒骨的PEEK椎间融合器斜行植入椎间隙,适当跨越终板,植入深度距椎体后缘约3 mm。依次加压减压侧、非减压侧椎弓根螺钉并锁紧,确定无融合器及内固定松动,透视下确认内植物位置。冲洗切口,并用明胶海绵止血,安放负压引流管,逐层缝合,无菌敷料包扎固定。

在TLIF术后1~2 d,给予病人使用抗生素以预防感染,使用小剂量激素及甘露醇进行脱水治疗。嘱咐病人术后在床上进行下肢抬腿训练,一般在术后2周拆线,术后3个月可进行日常活动,避免剧烈运动。

1.3 观察指标 本次研究主要收集病人体质指数(BMI)、吸烟、术中出血量、引流量、手术时间及并发症等信息。在病人入院当天、术后1、3、6个月以及随访截止时间对其进行随访调查,并且在随访时采用视觉模拟(VAS)评分及Oswestry功能障碍指数问卷表(ODI)评分^[8]进行腰痛评分及腰椎功能评价。病人术后随访复查时,对其进行X线拍摄,并通过放射科影

像学资料处理系统,计算病人术前、术后融合节段椎间隙高度(intervertebral space height, IH)以及病人的节段性前凸角(segmental angle, SA),其中本次研究中病人的IH为病人前中后IH三者的平均值,SA为病人相邻椎体上下终板间的角度。术后1周的IH、SA值与术前病人IH、SA的差值作为矫正值,而IH、SA丢失值通过术后1周的值减去病人末次随访的IH、SA值进行计算。本次研究将IH丢失值 ≥ 2 mm病人列为融合器下沉组,其他病人列为融合器未下沉组。

1.4 统计学方法 采用SPSS 16.0进行资料的整理分析,计量资料采用 $\bar{x} \pm s$ 表示,计数资料采用率的形式表示。使用两独立样本 t 检验比较计量资料组间的差异,率的比较采用 χ^2 检验,采用Fisher确切概率法来分析椎间融合率的分布情况,使用多因素logistic分析探讨TLIF病人术后融合器下沉的独立危险因素,绘制自变量的ROC曲线,并计算ROC曲线下面积。相关性分析采用Spearman相关分析。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组一般情况比较 两组病人的年龄、性别均差异无统计学意义($P > 0.05$),融合器下沉组病人的BMI小于融合器未下沉组($P < 0.05$),两组病人术前、术后影像学比较结果显示,下沉组病人术前IH、术后IH及术后SA均高于未下沉组($P < 0.05$)。见表1。

2.2 两组临床疗效比较 两组手术时间、术中出血量、术中引流量、Cobb角、并发症及椎间融合率等变量差异无统计学意义($P > 0.05$)。与融合器未下沉组比较,融合器下沉组术后住院时间短($P < 0.05$)。见表2。

2.3 两组腰痛VAS及ODI功能障碍评分比较 融合器下沉组病人术后2周腰痛VAS评分及术后6个月ODI功能障碍评分均低于未下沉组($P < 0.05$),然而其他时间段的VAS、ODI评分均差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表3,表4。

2.4 病人TLIF后融合器下沉的危险因素分析 以是否发生融合器下沉为因变量(0 = 融合器未下沉, 1 = 融合器下沉),将以下变量纳入到logistic回归分析中:包括病人年龄、性别、BMI、术前IH、术后IH、术后SA等,筛选方法采用向后LR法,引入变量标准

表1 腰椎退行性疾病78例融合器下沉组与融合器未下沉组临床资料比较

项目	融合器下沉组 ($n = 10$)	融合器未下沉组 ($n = 68$)	$\chi^2(t)$ 值	P 值
年龄/(岁, $\bar{x} \pm s$)	53.8 $\pm$ 7.2	54.1 $\pm$ 10.1	(-0.090)	0.929
性别(男/女)/例	6/4	37/31	0.11	0.740
BMI/(kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	23.5 $\pm$ 2.2	25.2 $\pm$ 4.8	(-2.170)	0.035
病变节段(L4~5/L5~S1)/例	7/3	39/29	0.576	0.448
腰疼VAS评分/(分, $\bar{x} \pm s$)	5.4 $\pm$ 1.6	6.1 $\pm$ 1.1	(-1.340)	0.210
ODI/(%, $\bar{x} \pm s$)	23.6 $\pm$ 2.9	22.9 $\pm$ 3.7	(0.572)	0.569
随访时间/(月, $\bar{x} \pm s$)	31.8 $\pm$ 5.0	32.2 $\pm$ 4.3	(-0.269)	0.789
腰椎滑脱/例	2	15	0.022	0.883
术前IH/(mm, $\bar{x} \pm s$)	11.2 $\pm$ 1.2	8.6 $\pm$ 2.1	(5.689)	<0.001
术后IH/(mm, $\bar{x} \pm s$)	14.8 $\pm$ 2.1	11.9 $\pm$ 2.7	(3.248)	0.002
矫正IH/(mm, $\bar{x} \pm s$)	3.8 $\pm$ 2.0	3.7 $\pm$ 3.3	(0.093)	0.926
术前SA/(°, $\bar{x} \pm s$)	19.4 $\pm$ 4.6	17.1 $\pm$ 6.5	(1.077)	0.285
术后SA/(°, $\bar{x} \pm s$)	21.6 $\pm$ 3.9	19.1 $\pm$ 4.2	(2.560)	0.014
矫正SA/(°, $\bar{x} \pm s$)	2.6 $\pm$ 4.2	1.2 $\pm$ 2.1	(1.035)	0.326

注: BMI为体质指数, VAS为视觉模拟评分, ODI为Oswestry功能障碍指数问卷表, IH为融合节段椎间隙高度, SA为术后节段性前凸角

表3 腰椎退行性疾病78例融合器下沉组与融合器未下沉组术前术后腰疼VAS评分比较/(分, $\bar{x} \pm s$)

组别	例数	术前	术后2周	术后6月	术后1年
融合器下沉组	10	5.4 $\pm$ 1.6	3.0 $\pm$ 1.9	2.1 $\pm$ 1.0	1.3 $\pm$ 0.6
融合器未下沉组	68	6.1 $\pm$ 1.1	3.9 $\pm$ 1.0	2.5 $\pm$ 0.7	1.5 $\pm$ 0.5
t 值		-1.34	-2.10	-1.22	-1.51
P 值		0.21	0.04	0.25	0.25

表4 腰椎退行性疾病78例融合器下沉组与融合器未下沉组ODI功能障碍评分比较/(分, $\bar{x} \pm s$)

组别	例数	术前	术后2周	术后6月	术后1年
融合器下沉组	10	23.6 $\pm$ 2.9	22.3 $\pm$ 2.8	14.2 $\pm$ 3.5	8.3 $\pm$ 3.8
融合器未下沉组	68	22.9 $\pm$ 3.7	21.8 $\pm$ 2.9	16.8 $\pm$ 2.5	7.6 $\pm$ 3.9
t 值		0.57	0.51	-2.91	0.53
P 值		0.57	0.61	0.01	0.60

为 $\alpha_{入} = 0.05$,从方程模型中剔除标准 $\alpha_{出} = 0.10$,回归结果显示:影响病人TLIF后发生融合器下沉的主要危险因素为术后IH及SA,结果见表5。ROC曲线分析结果显示,术后IH对病人融合器下沉鉴别的ROC曲线下面积为0.696(0.575~0.816)($P = 0.003$);术后SA对病人融合器下沉鉴别的ROC曲线下面积为0.701(0.579~0.823)($P = 0.002$),见图1。

表2 腰椎退行性疾病78例融合器下沉组与融合器未下沉组临床疗效比较

组别	例数	手术时间/ (min, $\bar{x} \pm s$)	中出血量/ (mL, $\bar{x} \pm s$)	术中引流量/ (mL, $\bar{x} \pm s$)	Cobb角/ (°, $\bar{x} \pm s$)	术后住院时间/ (d, $\bar{x} \pm s$)	并发症/例		椎间融合率/例		
							感染	硬膜囊破裂	I级	II级	III级
融合器下沉组	10	158.8 $\pm$ 42.7	183.5 $\pm$ 183.9	222.4 $\pm$ 143.7	32.6 $\pm$ 11.8	8.6 $\pm$ 4.2	1	1	8	1	1
融合器未下沉组	68	162.6 $\pm$ 44.3	199.1 $\pm$ 145.7	263.0 $\pm$ 122.6	33.2 $\pm$ 10.1	10.5 $\pm$ 3.4	2	4	56	8	4
$\chi^2(t)$ 值		(-0.254)	(-0.306)	(-0.957)	(-0.172)	(-2.171)	1.183				
P 值		0.721	0.760	0.342	0.864	0.036	0.277		0.878 ^a		

注: ^a示采用Fisher确切概率法

表5 腰椎退行性疾病 78 例经椎内孔椎体融合
术后融合器下沉的多因素 logistic 回归分析

变量	β 值	标准误	Wald χ^2 值	P值	OR值	95%CI	
						上限	下限
常数项	2.88	1.19	5.82	0.02			
术后IH	0.24	0.10	6.06	0.01	1.62	1.05	2.48
术后SA	2.55	0.94	3.85	0.04	1.92	1.12	3.33

注: IH 为术后融合节段椎间隙高度; SA 为节段性前凸角

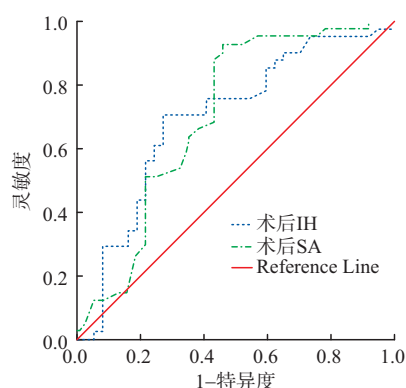


图1 术后融合节段椎间隙高度(IH)、节段性前凸角(SA)

对病人术后融合器下沉鉴别的ROC曲线

2.5 病人术后 IH、SA 与 ODI、VAS 的相关性分析
经 Spearman 相关分析,病人术后 IH 与术后 6 个月 ODI、术后两周 VAS 评分的相关性分别为 $r = -0.249$ ($P = 0.028$)、 $r = -0.004$ ($P = 0.973$);病人术后 SA 与术后 6 个月 ODI、术后两周 VAS 评分的相关性分别为 $r = -0.244$ ($P = 0.032$)、 $r = -0.231$ ($P = 0.042$), 相关散点图见图 2。

3 讨论

目前临床上多采用 TLIF 治疗腰椎退行性病变,然而病人在术后可能发生融合器下沉的风险,从而进一步引发病人脊柱变形或者其他神经症状,影响病人的手术效果及生命质量^[9]。本次研究通过分析在我院就诊的 78 例 TLIF 病人术后融合器下沉情况,结果表明在年龄、性别均衡可比的情况下,融合器下沉组病人的术前 IH、术后 IH 及术后 SA 高于融合器未下沉组,说明病人椎间隙撑开高度及角度可能与病人术后融合器下沉的发生有关。而且多因素 logistic 回归分析结果显示病人术后 IH 及 SA 可以独立影响融合器下沉的发生,这与同类研究结果相似,邓乾兴等^[6]的研究显示病人术后 IH 及术后 SA 每上升一个单位,病人术后发生融合器下沉的风险会随之增加 0.86 及 0.06 倍。同时 Yang 等^[10]的研究也报道病人椎间隙的过度撑开可增加术后融合器下沉的风险。国外有学者^[11]推荐在 TLIF 中对病人使用的融合器高度为 8~12 mm,避免在术中因椎间隙的过度撑开而导致术后融合器下沉的发生。

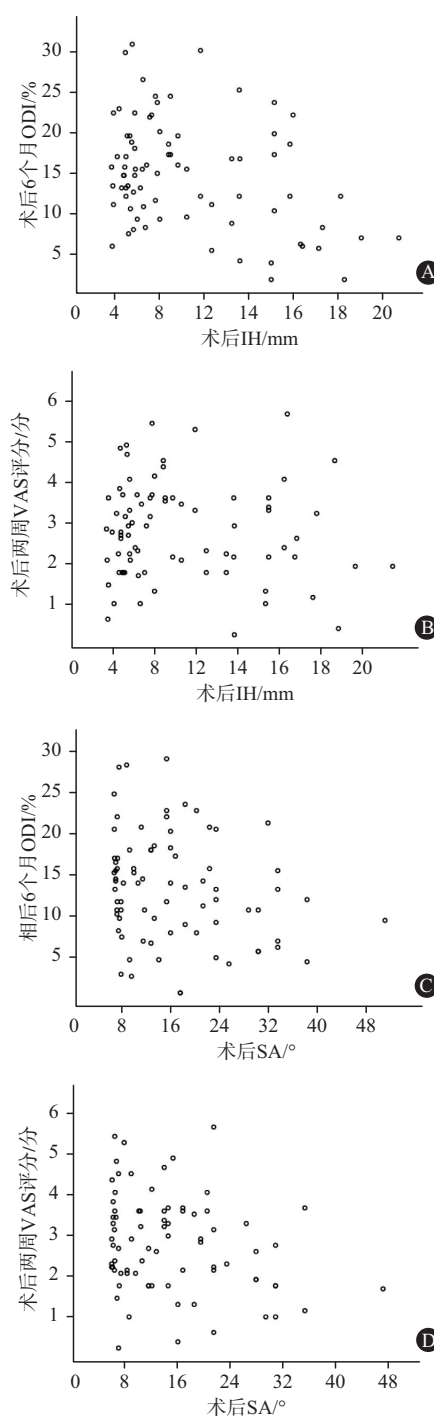


图2 病人术后融合节段椎间隙高度(IH)、节段性前凸角(SA)、视觉模拟(VAS)评分及 Oswestry 功能障碍指数问卷表(ODI)的相关散点图: A 为 IH 与 ODI 相关散点图, B 为 IH 与 VAS 相关散点图, C 为 SA 与 ODI 相关散点图, D 为 SA 与 VAS 相关散点图

临床上主要通过影像学来了解病人椎间隙高度,而椎间隙高度的增加会进一步导致融合器下沉的发生,原因可能和术中植入的融合器与病人终板的接触面大小及对其的损伤程度有关^[12]。在手术过程中,常尽量撑开病人的椎间隙,以植入椎间融合器。融合器的植入会增加后方终板所承受的压力,从而使其下沉风险增加。同时病人椎间后方受

到较大的压力,使得椎间前方所受压力减少,没有足够的压缩力使得撑开的椎间前隙减小,从而进一步可增加融合器下沉的风险。本次研究中的融合器下沉组病人的术后两周腰疼VAS评分及术后6个月ODI功能障碍评分均低于未下沉组,说明融合器下沉可能与病人的早期临床效果有关。当病人融合器下沉时间较长时,可能会导致病人椎间隙塌陷,增加病人腰腿疼痛、麻木等症状的发生,而且有研究显示由于融合器下沉所导致的病人再手术率大约为48%^[13],严重影响病人的术后效果及生命质量。

融合器下沉的发生受许多因素的综合作用,Malham等^[11]研究显示随着年龄的增加,病人融合器下沉的程度可能加重,但本次研究并未发现年龄与融合器下沉之间的关联,与同类研究结果相似^[14]。有研究表明病人的腰椎融合节段越靠下,发生融合器下沉的风险越高,然而本次研究结果并未发现上述结论,不同节段融合器下沉发生概率的不同可能与不同脊柱节段椎体终板高度及刚度的差异有关,一般认为腰椎的椎体节段越高,则其终板强度及刚度越低。Kim等^[5]发现L5/S1节段可增加融合器下沉的风险,可能与临床上医生植入融合器位置和终板处理的倾向性有关,一般认为下位腰椎会承受更大的压力。同时融合器下沉也与融合器的材质、位置等因素有关,Chen等^[15]研究结果表明,与钛网融合器比较,PEEK材质的融合器的术后下沉率较低,可能与PEEK材质的融合器弹性模量和人体骨皮质类似,而且PEEK融合器与病人终板界面的接触面积较大,从而可分散所受到的压力,不易发生下沉^[16]。本次研究病人病变节段位置在两组之间没有差异,与上述结果不同,可能与研究之间所纳入的病人特征不同有关,关于融合器植入位置对病人术后融合器的下沉的影响仍需进一步研究。

多因素logistic回归分析可以避免混杂偏倚的影响,克服单因素分析的片面性,从而较准确的探讨病人TLIF后融合器下沉的独立危险因素。本次多因素分析结果进一步显示术后IH及SA对病人融合器下沉的独立影响,提示临床上在对病人进行TLIF手术前,应对病人椎间隙高度进行测量,选择合适的融合器。斜向植入融合器时,适当跨越外围终板,保证充分的植骨量,还可以进一步提供一定强度的支撑。同时在术后对病人进行随访,关注椎间隙增加的病人,采取有效的措施降低TLIF术后病人融合器下沉的发生风险。

综上所述,TLIF病人术后融合节段椎间隙高度、术后节段性前凸角是融合器下沉的独立危险因素。但本次研究结果受限于回顾性研究性质及样

本量,同时未能控制其他影响结果的潜在因素,还需大样本多中心的研究进一步验证。

参考文献

- [1] 谢贵杰,廖士平,周骏武,等.单侧椎弓根螺钉固定联合TLIF技术治疗腰椎间盘突出症疗效分析[J].安徽医药,2013,17(12):2072-2074.
- [2] 胡自强.后路腰椎椎体间融合术与Quadrant减压sextant内固定术治疗腰椎滑脱症的疗效比较及相关并发症的研究[J].安徽医药,2014,18(9):1682-1685.
- [3] TEMPEL ZJ, GANDHOKE GS, OKONKWO DO, et al. Impaired bonemineral density as a predictor of graft subsidence following minimally invasive transpoas lateral lumbar interbody fusion[J]. EurSpine J, 2015, 24(Suppl 3):414-419.
- [4] 张顺聪,崔健超,杨志东,等.单枚和两枚融合器经单侧椎间孔椎体间融合术临床疗效及影像学表现的比较研究[J].中国修复重建外科杂志,2015,29(11):1389-1396.
- [5] KIM MC, CHUNG HT, CHO JL, et al. Subsidence of polyetheretherketone cage after minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion[J]. J Spinal Disord Tech, 2013, 26(2):87-92.
- [6] 邓乾兴,欧云生,朱勇,等.经椎间孔单节段腰椎椎体间融合术后融合器下沉的危险因素分析[J].中华骨科杂志,2018,38(3):156-163.
- [7] 郑扬,李危石,陈仲强,等.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[J].中国脊柱脊髓杂志,2014,24(12):1064-1071.
- [8] 刘俊杰,赵俊.现代麻醉学[M].2版.北京:人民卫生出版社,1997:426-427.
- [9] 许纯锐,温伟,吴剑飞.单侧动态中和固定系统在腰椎间盘突出和腰椎管狭窄患者的短期随访研究[J].安徽医药,2014,18(8):1480-1482.
- [10] 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.
- [11] MALHAM GM, PARKER RM, BLECHER CMM, et al. Assessment and classification of subsidence after lateral interbody fusion using serialcomputed tomography[J]. J Neurosurg Spine, 2015, 23(5):589-597.
- [12] 张建锋,周志杰,赵凤东,等.腰椎融合器后移的重要因素-间隙上终板后部损伤[J].中华骨科杂志,2016,36(14):914-920.
- [13] 邓乾兴.腰椎椎体间融合术后融合器下沉的研究进展[J].广东医学,2017,38(4):644-647.
- [14] MARCHI L, ABDALA N, OLIVEIRA L, et al. Radiographic and clinicevaluation of cage subsidence after stand-alone lateral interbodyfusion[J]. J Neurosurg Spine, 2013, 19(1):110-118.
- [15] CHEN Y, WANG X, LU X, et al. Comparison of titanium and polyetheretherketone (PEEK) cages in the surgical treatment of multi-level cervical spondylotic myelopathy: a prospective, randomized, control study with over 7-year follow-up[J]. Eur Spine J, 2013, 22(7):1539-1546.
- [16] NEMOTO O, ASAZUMA T, YATO Y, et al. Comparison of fusion rates following transforaminal lumbar interbody fusion using polyetheretherketone cages or titanium cages with transpedicular instrumentation[J]. Eur Spine J, 2014, 23(10):2150-2155.

(收稿日期:2019-04-03,修回日期:2019-07-05)