

# 经椎间孔椎体间融合术(TLIF)后对侧早期神经根性疼痛的危险因素分析

李子彤 李林斌 马涛 高共鸣 农鲁明

**【摘要】 目的** 确定经椎间孔椎体间融合术(TLIF)术后患者常伴有健侧神经根性疼痛术后早期对侧神经根性疼痛的主要危险因素。**方法** 回顾性收集2020年1月至2022年1月期间在南京医科大学附属常州市第二人民医院城中院区脊柱外科行TLIF手术的170名患者,根据其是否发生术后早期对侧神经根性疼痛,将其分为无症状组与症状组。其中66例患者符合纳入排除标准,33例患者发生术后早期健侧神经根性疼痛。对两组患者术后进行随访,收集患者的一般资料及手术相关指标,术后3 d伤口引流液中炎症因子的浓度,进行组间比较和回归分析。**结果** 最终纳入66例患者作为研究对象,随访时间(26.6±1.1)d。男36例,女30例,平均年龄(66±8)岁。单因素分析显示:相较于无症状组,症状组患者引流液中的PGE2浓度降低( $P<0.01$ );引流液中HIS、BK浓度均高于无症状组( $P<0.01$ ),其余指标组间比较差异无统计学意义( $P>0.05$ )。将单因素分析中组间有差异的指标纳入多因素回归分析,结果显示,引流液中HIS( $OR=4.384$ )和BK( $OR=10.921$ )是TLIF术后对侧早期神经根性疼痛的影响因素。**结论** TLIF术后患者引流液中HIS、BK水平是发生对侧早期神经根性疼痛的独立危险因素,可作为管理发生术后早期对侧神经根性疼痛患者的参考依据,为临床上治疗该类患者提供新思路。

**【关键词】** 腰椎融合术; 对侧神经根病; 前列腺素2; 组胺缓激肽; 5-羟色胺

**Correlation analysis of early contralateral nerve root pain and inflammatory factors after transforaminal interbody fusion (TLIF)** Li Zitong, Li Linbin, Ma Tao, Gao Gongming, Nong Luming. Department of Spinal Surgery, The Second People's Hospital of Changzhou, Changzhou Medical Center, Nanjing Medical University, Changzhou 116044, China

Corresponding author: Nong Luming, Email: tessys2008@163.com

**【Abstract】 Objective** To determine the main risk factors for early postoperative contralateral radicular pain in patients after transforaminal interbody fusion (TLIF) who often suffer from contralateral radicular pain. **Methods** Patients who underwent TLIF surgery in the Department of Spinal surgery of Changzhou second people's Hospital affiliated to Nanjing Medical University were collected and divided into asymptomatic group and symptomatic group according to whether they had early contralateral nerve root pain after operation. A total of 170 patients underwent TLIF surgery in our department from January 2020 to January 2022, of which 66 patients met the inclusion and exclusion criteria and 33 patients developed early postoperative contralateral nerve root pain. The patients of the two groups were followed up after operation, the general data and operation-related indexes were collected, and the concentration of inflammatory factors in wound drainage fluid 3 days after operation were compared and analyzed by regression analysis. **Results** Finally, 66 patients were included in the study, and the follow-up time was (26.6±1.1) days. There were 36 males and 30 females with an average age of (66±8) years. Univariate analysis showed that the concentration of PGE2 in drainage fluid in symptom group was lower than that in asymptomatic group, and the concentrations of HIS and BK in drainage fluid in symptom group were higher than those in asymptomatic group. The

DOI: 10.3877/cma.j.issn.2096-0263.2023.05.003

基金项目:江苏省卫生健康委医学科研立项项目(H2019025);江苏省重点研发计划(社会发展)(BE2020650);江苏省“六大人才高峰”高层次人才选拔培养资助计划(WSW-186);常州市科技计划(国际科技合作/港澳台科技合作)项目(CZ20200037);常州市高层次卫生人才培养工程(2022CZLJ016);南京医科大学常州医学中心项目(CMCM202209)

作者单位:116044 南京医科大学常州医学中心,南京医科大学附属常州市第二人民医院脊柱外科

通信作者:农鲁明,Email:tessys2008@163.com

differences between groups in univariate analysis were included in multivariate regression analysis. The results showed that HIS ( $OR=4.384$ ) and BK ( $OR=10.921$ ) in drainage fluid were the influencing factors of contralateral early nerve root pain after TLIF. **Conclusion** The levels of HIS and BK in the drainage fluid of patients after TLIF are independent risk factors for the occurrence of contralateral early nerve root pain, which can be used as a reference basis for managing patients with early contralateral nerve root pain after operation, and provide new ideas for clinical treatment of this kind of patients.

**【Key words】** Lumbar fusion; Contralateral radiculopathy; Prostaglandin 2; Histamine; Bradykinin; Serotonin

相对于传统的后路椎体间融合术来说,经椎间孔腰椎体间融合术(transforaminal lumbar interbody fusion, TLIF)可以减少硬膜外瘢痕的形成,降低术后并发症发生率,减少术中出血量,可以有效避免发生硬膜与神经根的损伤<sup>[1]</sup>。TLIF已经被证明可以有效的替代传统的PLIF手术<sup>[2-4]</sup>。TLIF以其通过背侧进入椎管可以实现椎管内的充分减压以及360°的脊柱稳定性等优点,在多种腰椎退变性疾病中都有深入的应用<sup>[5-7]</sup>,接受了TLIF治疗的患者在术后大多能获得相对满意的疗效。

近年来TLIF术后早期对侧神经根型疼痛的现象得到了许多学者的报道和关注<sup>[8-10]</sup>,大部分患者在行对症治疗后疼痛可以得到缓解,但仍有部分患者会出现难以忍受的疼痛,甚至需要接受翻修手术治疗。有学者认为,引起这种现象的原因一方面在于TLIF手术中一侧cage的置入会导致同节段对侧椎间孔的狭窄,另一方面由于脊柱前凸角的恢复,会进一步导致术中未减压侧的椎间孔狭窄<sup>[11]</sup>。Jang等<sup>[9]</sup>认为,对侧椎间孔狭窄、螺钉错位、新发生的椎间盘突出和血肿是引起该症状的重要因素。还有学者提出:在术中探测受累层面的神经根时会始终存在一定的阻力,他们认为这种“轴向神经根弹性力”所导致的部分患者出现神经高血压是术后早期疼痛的关键因素<sup>[12]</sup>。

然而上述研究仅从机械压迫及手术操作等方面给出了导致TLIF术后早期对侧神经根性疼痛的可能因素,对于导致该症状的具体原因尚未形成确定性的统一结论。重要的是,我们发现在接受TLIF手术后,患者并不会立即出现对侧神经根性疼痛,大部分患者在术后2~3 d才会出现相应症状,这与机体发生炎症反应的时间高度相符。Kelly<sup>[13]</sup>认为,对神经根施加压力会导致功能损害,较少会导致疼痛。Takahashi等<sup>[14]</sup>的研究表明,神经根受压程度与术前神经功能损伤是呈正相关的,而并非疼痛。许多研究证据均表明,较多患有腰椎间盘突出与椎管狭窄伴明显神经损伤的患者并未出现下肢疼痛症状。由

此可见,对侧神经根性疼痛的病因并非单纯的机械压迫及手术因素可以阐释。通过小鼠动物模型,研究者们发现了椎板切除术后神经根炎症的组织学证据,同时Chen等也通过动物实验证明,大鼠硬膜外间隙注射炎性介质可导致运动无力与后肢感觉改变,引起神经根异位放电与组织脱髓鞘改变<sup>[18-19]</sup>。综上,我们认为TLIF手术后局部组织的炎症反应是导致该症状的重要因素。

虽然已有部分学者提出TLIF术后早期对侧神经根性疼痛与炎症反应有关,有研究者表明,神经根由于没有神经外膜的保护作用,容易发生炎症与水肿,对于牵拉、推压及化学刺激耐受性较差<sup>[20]</sup>。但现有研究仅提出术后早期对侧神经根性疼痛与神经水肿及炎症介质的刺激有关,未对相关的炎性介质行局部定量分析。本实验收集患者术后伤口引流液,同时进行前列腺素E2(prostaglandin E2, PGE2)、组氨酸(histidine, HIS)、缓激肽(bradykinin, BK)、5-羟色胺(5-hydroxytryptamine, 5-HT)的单因素分析,将单因素分析中组间有差异的指标纳入多因素回归分析。综合判断炎症反应程度,进一步说明炎症反应在术后早期疼痛中起到的作用。

## 资料与方法

### 一、纳入及排除标准

**纳入标准:**患者经腰椎X线、MRI检查确诊为腰椎滑脱症、腰椎管狭窄症、腰椎间盘突出症并采用TLIF手术治疗者;无深、浅部伤口感染;手术融合≤3个节段;手术成功均继续住院治疗;术后常规使用一种NSAIDs;术者均为本科室已开展TLIF手术大于等于5年的高年资主任医师。

**排除标准:**有脊柱手术史;有脊柱畸形;因手术切口造成的腰部疼痛;肌肉卡压导致的腰部疼痛;术后应用多种止痛药物;精神疾病或听力障碍;合并肝肾功能不全、糖尿病、严重外伤、腰椎结核、恶性肿瘤、

感染等影响疼痛评定的疾病。

分组标准:患者从术后第3天拔除引流管开始直至术后7 d,分别对其行疼痛视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS)及 Oswestry 功能障碍指数(Oswestry disability index, ODI)评分,判断其是否出现对侧神经根性疼痛,将其分为有对侧根性疼痛的症状组,无对侧根性疼痛的无症状组。

## 二、一般资料

2020年1月至2022年1月共有170名患者在常州市第二人民医院城中院区脊柱外科接受了TLIF手术治疗。最终纳入本次研究的患者共66例,排除患者为104例,其中23例患者因有脊柱手术史被排除,15例患者因有脊柱畸形病史被排除,30例患者因手术切口造成的腰部疼痛被排除,21例患者因术后应用多种止痛药物被排除,2例患者因术后感染被排除,13例患者因合并肝功能不全或糖尿病被排除。研究对象中33名患者发生术后早期健侧神经根性疼痛纳入症状组,同时时间段接受同一术者手术操作未发生术后早期根性疼痛的患者33名纳入观察组,收集两组患者的术后第3天的引流液。两组患者术后减压侧下肢疼痛均明显改善。本研究已获得常州市第二人民医院伦理委员会批准及所有患者的知情同意(YLJSD007)。

## 三、手术方法

患者均在静脉联合呼吸全身复合麻醉下开展手术,达到满意的麻醉状态后,术者及助手将患者以俯卧位固定在卧具上。C臂机透视下确认手术部位,腰背部皮肤常规消毒后采用腰正中切口,依照解剖层次逐层切开。以椎体人字嵴顶点作进钉点,使用开路锥与骨椎制备骨性通道,沿着制备好的通道旋入合适规格的椎弓根钉。暴露目标间隙双侧椎板后于症状侧椎板间隙作开窗减压,显露硬脊膜与该节段的神经根,充分放松受压的神经根。暴露椎间盘后,切开后纵韧带以及椎间盘纤维环,随后处理椎间盘并制备植骨床,植入自体骨粒后置入合适规格的椎间融合器。根据术前患者腰椎平片预弯固定棒至合适角度,使固定棒置入后尽量恢复腰椎前凸。在C臂机透视下见内固定螺钉、椎间融合器在位,腰椎生理曲度恢复满意。最后再次探查双侧神经根是否受压,确认神经根无受压情况存在。放置负压引流管内口至手术区域最低点,按照解剖层次逐层缝合关闭手术切口。

## 四、标本收集与储存

收集在南京医科大学附属常州市第二人民医院城中院区脊柱外科中行TLIF治疗腰椎退行性病变

的患者术后第3天的伤口引流液,先将患者引流管中存在的引流液全部抽取干净,后再抽取5 ml弃用,最终抽取新鲜的伤口引流液3 ml。将引流液标本置于4℃的冰箱中冷藏,后经高速离心机(1 000 g/min, 4℃)条件下离心30 min,收集上清液,将上清液置于-80℃冰箱中进行保存。

## 五、ELISA操作流程

PGE2、HIS、BK、5-HT均采用酶联免疫吸附法(enzyme linked immunosorbent assay, ELISA)测量其含量,试剂盒购自上海通蔚。将待测标本与试剂盒平衡至室温后,严格按照试剂盒说明书进行操作,在30 min之内,使用酶标仪进行双波长检测,测定450 nm最大吸收波长和570 nm或630 nm参考波长下的OD值。校准后的OD值为450 nm的测定值减去570 nm或630 nm的测定值。

## 六、统计方法

使用SPSS23.0(IBM,美国)进行统计分析。计量资料采用Kolmogorov-Smirnov检验是否符合正态分布,均符合正态分布的年龄、体重指数、融合节段、手术时间、术中出血量,术后引流量等测量数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示,使用独立样本 $t$ 检验。将单因素分析中 $P < 0.05$ 的因素纳入多因素分析中,采用二分类Logistic回归分析TLIF后对侧早期神经根性疼痛的危险因素进行分析。本实验采用盲法收集患者资料,数据处理人员对数据所属患者的分组情况不知情,以保证统计结果的客观准确。

# 结 果

所有患者均获随访,随访时间为术后25~28 d,平均(26.6±1.1)d。其中出现健侧神经根性疼痛的患者常规使用NSAIDs药物及甘露醇消肿治疗后早期疼痛缓解不明显,这部分患者在手术后2~4周症状逐步缓解。典型病例见图1~4。

## 一、两组患者基本情况组间比较结果

组间比较显示两组间患者间年龄、性别、BMI、病种组间比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),见表1。

## 二、两组患者临床指标组间比较结果

组间比较显示两组间病程、融合节段数、手术持续时间、术中出血量、术后引流量无差异统计学意义( $P > 0.05$ ),见表2。

## 三、两组患者引流液中炎症指标组间比较结果

两组术后第3天引流液中PGE2、HIS、BK差异

表1 两组行TLIF治疗的腰椎退行性病变患者基本情况组间比较

组别	例数	性别(例,男/女)	年龄(岁, $\bar{x} \pm s$ )	BMI(kg/m <sup>2</sup> , $\bar{x} \pm s$ )	病种(例)		
					腰椎间盘突出	腰椎管狭窄	腰椎滑脱
无症状组	33	19/14	65.20±6.50	21.39±3.43	4	13	16
症状组	33	17/16	66.98±9.46	22.69±4.44	3	15	15
统计值		$\chi^2=0.244$	$t=0.6760$	$t=1.009$		$\chi^2=0.392$	
P值		0.621	0.50	0.32		0.883	

表2 两组行TLIF治疗的腰椎退行性病变患者临床指标组间比较结果( $\bar{x} \pm s$ )

组别	例数	病程(d)	融合节段数	手术持续时间(min)	术中出血量(mL)	术后引流量(mL)
无症状组	33	2.36±0.83	1.74±0.85	125.72±43.36	258.74±129.17	41.78±18.79
症状组	33	1.93±0.86	1.79±0.83	128.54±47.53	254.62±131.59	38.52±19.33
t值		1.568	0.1835	0.1911	0.09739	0.5271
P值		0.13	0.86	0.85	0.92	0.60

表3 两组行TLIF治疗的腰椎退行性病变患者术后第3天炎症指标组间比较结果( $\bar{x} \pm s$ )

组别	例数	PGE2	HIS	BK	5-HT
无症状组	33	174.04±39.52	7.56±0.94	2.70±0.61	321.07±91.70
症状组	33	140.49±41.92	8.94±1.41	3.38±0.63	299.15±51.55
t值		2.538	-3.564	-3.368	0.908
P值		0.016	0.001	0.002	0.370

注:PGE2表示前列腺素E2;HIS表示组氨酸;BK表示缓激肽;5-HT表示5-羟色胺

表4 行TLIF治疗的腰椎退行性病变患者术后发生对侧早期神经根性疼痛的多因素分析

指标	B	标准误	P	OR	95% CI
HIS	1.478	0.569	0.009	4.384	(1.437, 13.379)
BK	2.391	0.912	0.009	10.921	(1.828, 65.235)
PGE	-0.013	0.011	0.251	0.987	(0.965, 1.009)
HT	-0.007	0.006	0.255	0.993	(0.982, 1.005)

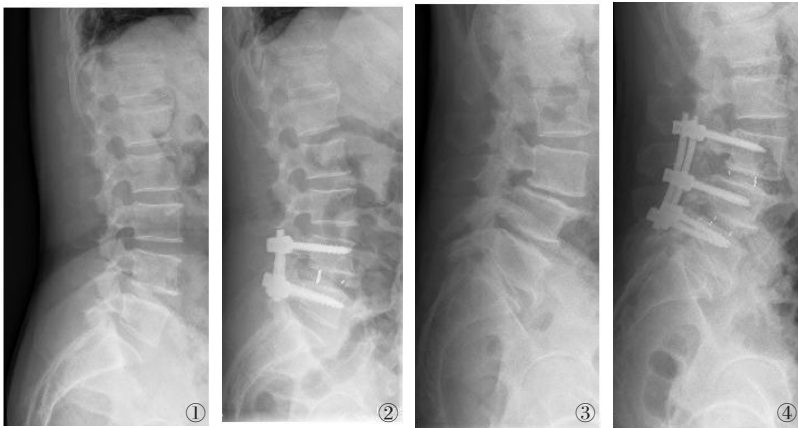


图1~2 患者,女,65岁,腰椎滑脱腰椎侧位X线片示无症状组患者接受TLIF前后变化 图3~4 患者,男,67岁,腰椎滑脱腰椎侧位X线片示症状组患者接受TLIF前后变化



有统计学意义( $P<0.05$ ),疼痛组引流液中PGE相比非疼痛组降低;疼痛组引流液中HIS、BK相比非疼痛组升高,见表3。

#### 四、多因素回归分析

将单因素分析中组间有差异的指标纳入多因素回归分析。多因素分析显示,引流液中HIS的水平是腰痛症状的危险因素( $OR=4.384, P<0.05$ ),增大研究对象出现腰痛症状的风险;BK的水平是腰痛症状的危险因素( $OR=10.921, P<0.05$ ),增大研究对象出现腰痛症状的风险;PGE2、5-HT的水平与腰痛症状的产生无关( $P>0.05$ ),见表4。

#### 五、并发症的处理及转归

无症状组和症状组患者术后均有一定程度并发症发生,无症状组中术后发生肺部或泌尿感染一共3例,并发症发病率为9%;症状组中发生肺部或泌尿感染一共2例,并发症发病率为6%,两组比较差异无统计学意义( $\chi^2=0.2164, P=0.6418$ ),对于术后发生感染的患者予以抗生素治疗,患者转归理想。无症状组和症状组中各发生1例下肢静脉血栓,并发症发病率为3%,两组比较差异无统计学意义,术后发生下肢静脉血栓的患者,予以肝素抗凝治疗,复查下肢静脉彩超,未见进一步加重。

## 讨 论

#### 一、TLIF治疗现状

TLIF因其良好的手术效果、相对较少的并发症和较高的融合率而得到广泛应用<sup>[21-23]</sup>。此外,该技术通过单侧入路可以保留对侧关节突关节的正常生理结构,增加术后的腰椎稳定性<sup>[24]</sup>。虽然TLIF术后患者对侧下肢疼痛的发生率较低,但在临床中较多患者都会接受TLIF手术的治疗,所以仍有相当多的人群受到该疾病的困扰。

炎症作为一种人体对各种损伤因子的防御性病理反应贯穿了术后的早期恢复过程,各种炎性因子作为内源性化学物质在局部炎症的发展过程中起到了关键性的作用。在炎症发生过程中,炎性疼痛是其重要的表现形式。

#### 二、HIS与TLIF术后对侧早期神经根性疼痛

组胺(Histamine, HIS)是中枢神经系统和周围神经系统中研究最广泛的氨基酸源性神经递质之一,参与各种生理和病理过程,包括扩张小动脉、增加血管通透性、介导疼痛传递等过程<sup>[25, 26]</sup>。本次实

验结果显示,症状组患者引流液中HIS浓度显著高于无症状组的患者,多因素Logistic回归分析结果提示,引流液中HIS浓度是发生对侧神经根性疼痛的独立影响因素( $OR>1, P<0.05$ )。在周围神经系统中,组织损伤时会释放HIS,并且通过多模伤害感受器的致敏作用使神经放电率增加,在疼痛的产生中发挥了重要作用<sup>[27]</sup>。

#### 三、BK与TLIF术后对侧早期神经根性疼痛

缓激肽(bradykinin, BK)也是炎症过程中的重要疼痛介质之一。在本次实验中多因素Logistic回归分析结果提示,症状组患者引流液中BK浓度显著高于无症状组的患者,引流液中BK浓度是发生对侧神经根性疼痛的独立影响因素( $OR>1, P<0.05$ )。BK通常会增强伤害感受器的兴奋性,极大地促进疼痛的产生。Teixeira等<sup>[28]</sup>的研究表明, BK与组织损伤后炎症反应的病理生理过程有关,特别是痛觉过敏的产生。

#### 四、PEG2与TLIF术后对侧早期神经根性疼痛

在前列腺素类物质中,前列腺素E2(prostaglandin E2, PGE2)对疼痛信号的处理影响最大<sup>[29]</sup>。本次实验的多因素Logistic回归分析结果提示,症状组患者引流液中PGE2的浓度显著低于无症状组的患者,其可能与患者术后常规镇痛使用非甾体类抗炎镇痛药有关。

#### 五、5-HT与TLIF术后对侧早期神经根性疼痛

在周围神经系统中,当发生组织损伤或炎症时,血小板和肥大细胞会释放5-HT,从而加重疼痛<sup>[30]</sup>。但在本次实验中,症状组患者与无症状组患者引流液中5-HT浓度无显著差异,这提示我们在局部组织中因5-HT导致术后健侧早期根性疼痛的概率较小。

综上所述,TLIF术后患者引流液中HIS、BK水平是发生对侧早期神经根性疼痛的独立影响因素,可作为管理发生术后早期对侧神经根性疼痛患者的参考依据,为临床上治疗该类患者提供新思路。

## 参 考 文 献

- 1 Roh HY. Long-Term clinical and radiological outcomes of minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion: 10-Year follow-up results [J]. J Korean Med Sci, 2022, 37(13): e105.
- 2 Levin MJ. Posterolateral fusion (PLF) versus transforaminal lumbar interbody fusion (TLIF) for spondylolisthesis: a systematic review and meta-analysis [J]. Spine J, 2018, 18(6): 1088-1098.
- 3 Kunder D LS. Transforaminal lumbar interbody fusion (TLIF) versus posterior lumbar interbody fusion (PLIF) in lumbar spondylolisthesis: a systematic review and meta-analysis [J]. Spine J, 2017, 17(11):

- 1712-1721.
- 4 Liu J. A comparative study of perioperative complications between transforaminal versus posterior lumbar interbody fusion in degenerative lumbar spondylolisthesis [J]. *Eur Spine J*, 2016, 25(5): 1575-1580.
- 5 Kunder D L S. Lumbar interbody fusion: a historical overview and a future perspective [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2018, 43(16): 1161-1168.
- 6 Phan K, Hogan JA, Mobbs RJ. Cost-utility of minimally invasive versus open transforaminal lumbar interbody fusion: systematic review and economic evaluation [J]. *Eur Spine J*, 2015, 24(11): 2503-2513.
- 7 潘玉军, 时长江, 穆怀昭, 等. 斜外侧腰椎椎间融合术与经椎间孔椎间融合术治疗退行性腰椎侧凸疗效比较 [J]. *中华老年骨科与康复电子杂志*, 2021, 7(6): 7.
- 8 Yang Y, Liu ZY, Zhang LM, et al. Risk factor of contralateral radiculopathy following microendoscopy-assisted minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion [J]. *Europ Spine J*, 2018, 27(8): 1925-1932.
- 9 Jang KM, Park SW, Kim YB, et al. Acute contralateral radiculopathy after unilateral transforaminal lumbar interbody fusion [J]. *J Korean Neurosurg Soc*, 2015, 58(4): 350-356.
- 10 Yun-Lin Chen, Xu-Dong Hu, Yang Wang, et al. Contralateral radiculopathy after unilateral transforaminal lumbar interbody fusion: causes and prevention [J]. *J Int Med Res*, 2021. 49(8): p. 3000605211037475.
- 11 Hunt T, Shen FH, Shaffrey CI, et al. Contralateral radiculopathy after transforaminal lumbar interbody fusion [J]. *Europ Spine J*, 2007, 16(3): 311-314.
- 12 Kaiqiang Sun, Xiaofei Sun, Le Huan, et al. A modified procedure of single-level transforaminal lumbar interbody fusion reduces immediate post-operative symptoms: a prospective case-controlled study based on two hundred and four case [J]. *Int Orthop*, 2020, 44(5): 935-945.
- 13 Kelly M. Is pain due to pressure on nerves? Spinal tumors and the intervertebral disk [J]. *Neurology*, 1956, 6(1): 32-36.
- 14 Takahashi K, Shima I, Porter RW. Nerve root pressure in lumbar disc herniation [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1999, 24(19): 2003-2006.
- 15 Boden SD, Davis DO, Dina TS, et al. Abnormal magnetic-resonance scans of the lumbar spine in asymptomatic subjects. A prospective investigation [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1990, 72(3): 403-408.
- 16 Boos N, Semmer N, Elfering A, et al. Natural history of individuals with asymptomatic disc abnormalities in magnetic resonance imaging: predictors of low back pain-related medical consultation and work incapacity [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2000, 25(12): 1484-1492.
- 17 Jensen MC, Brant-Zawadzki MN, Obuchowski N, et al. Magnetic resonance imaging of the lumbar spine in People without back pain [J]. *N Engl J Med*, 1994, 331(2): 69-73.
- 18 Chen C, Cavanaugh JM, Ozaktay AC, et al. Effects of phospholipase A2 on lumbar nerve root structure and function [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1997, 22(10): 1057-1064.
- 19 Rogerson A, Aidlen J, Jenis LG. Persistent radiculopathy after surgical treatment for lumbar disc herniation: causes and treatment options [J]. *Int Orthop*, 2019, 43(4): 969-973.
- 20 Patel EA, Perloff MD. Radicular pain syndromes: cervical, lumbar, and spinal stenosis [J]. *Semin Neurol*, 2018, 38(6): 634-639.
- 21 Martin J, Gagliardi, Alfredo J, Guiryo, Gaston Camino-Willhuber, et al. Is indirect decompression and fusion more effective than direct decompression and fusion for treating degenerative lumbar spinal stenosis with instability? a systematic review and meta-Analysis [J]. *Global Spine J*, 2023, 13(2): 499-511.
- 22 Vaishnav SA. Current state of minimally invasive spine surgery [J]. *J Spine Surg*, 2019, 5(Suppl 1): S2-s10.
- 23 Goz V, Weinreb JH, Schwab F, et al. Comparison of complications, costs, and length of stay of three different lumbar interbody fusion techniques: an analysis of the Nationwide Inpatient Sample database [J]. *Spine J*, 2014, 14(9): 2019-2027.
- 24 李华, 杨维杰, 田建平, 等. 单侧与双侧椎弓根螺钉固定结合 TLIF 治疗老年退行性腰椎疾患的临床研究 [J]. *中华老年骨科与康复电子杂志*, 2016, 2(4): 205-210.
- 25 Khalilzadeh E, Azarpey F, Hazrati R, et al. Evaluation of different classes of histamine H1 and H2 receptor antagonist effects on neuropathic nociceptive behavior following tibial nerve transection in rats [J]. *Eur J Pharmacol*, 2018, 834: 221-229.
- 26 Cheng L, Liu JY, Chen Z. The histaminergic system in neuropsychiatric disorders [J]. *Biomolecules*, 2021, 11(9): 1345.
- 27 Emad Khalilzadeh, Farzin Azarpey, Reza Hazrati, et al. Evaluation of different classes of histamine H and H receptor antagonist effects on neuropathic nociceptive behavior following tibial nerve transection in rats [J]. *Eur J Pharmacol.*, 2018. 834: 221-229.
- 28 Teixeira JM, Parada CA, Tambeli CH. A cyclic pathway of P2 $\times$ 7, bradykinin, and dopamine receptor activation induces a sustained articular hyperalgesia in the knee joint of rats [J]. *Inflamm Res*, 2018, 67(4): 301-314.
- 29 Christophe Mallet, Jules Desmeules, Rassa Pegahi, et al. An Updated Review on the Metabolite (AM404)-Mediated Central Mechanism of Action of Paracetamol (Acetaminophen): Experimental Evidence and Potential Clinical Impact [J]. *J Pain Res*, 2023. 16: 1081-1094.
- 30 Cortes-Altamirano JL, Olmos-Hernandez A, Jaime HB, et al. Review: 5-HT1, 5-HT2, 5-HT3 and 5-HT7 receptors and their role in the modulation of pain response in the central nervous system [J]. *Curr Neuropsychopharmacol*, 2018, 16(2): 210-221.

(收稿日期: 2023-01-31)

(本文编辑: 吕红芝)

李子彤, 李林斌, 马涛, 等. 经椎间孔椎体间融合术(TLIF)后对侧早期神经根性疼痛的危险因素分析 [J/CD]. *中华老年骨科与康复电子杂志*, 2023, 9(5): 269-274.