

DOI: 10.16781/j.CN31-2187/R.20220508

· 论 著 ·

经皮内镜下腰椎间盘突出术后腰椎间盘突出复发的危险因素分析

马千里, 吉应征*, 孙久一*, 罗旭耀, 唐 勇

海军军医大学(第二军医大学)海军特色医学中心骨科, 上海 200032

[摘要] **目的** 评估经皮内镜下腰椎间盘突出术(PELD)后复发性腰椎间盘突出症(rLDH)的临床特征和危险因素。**方法** 纳入2013年1月至2019年8月于我院接受单节段PELD治疗的942例腰椎间盘突出症患者,根据是否发生rLDH将其分为rLDH组和非rLDH组,比较两组患者的一般特征、影像学数据和手术参数,通过单因素及多因素logistic回归分析确定PELD后复发的危险因素。**结果** 本组腰椎间盘突出症患者经PELD治疗后rLDH的发生率为6.05%(57/942)。rLDH组与非rLDH组年龄、性别、BMI、当前吸烟情况、腰痛持续时间、是否从事重体力劳动、椎间盘突出类型、小关节退变分级、手术时间和下床行走时间差异均有统计学意义(P 均 <0.05)。单因素logistic回归分析显示,PELD后rLDH的发生可能与年龄、性别、BMI、当前吸烟情况、是否从事重体力劳动、手术时间和下床行走时间有关(P 均 <0.05)。多因素logistic回归分析显示,年龄较大($OR=1.210$, 95% CI 1.145~1.279, $P<0.001$)、男性($OR=0.396$, 95% CI 0.174~0.889, $P=0.027$)、BMI较大($OR=1.363$, 95% CI 1.201~1.547, $P<0.001$)、从事重体力劳动($OR=8.804$, 95% CI 3.069~25.257, $P=0.003$)和较早下床行走($OR=0.744$, 95% CI 0.685~0.809, $P<0.001$)是PELD后rLDH的危险因素。**结论** 年龄较大、男性、较大的BMI、从事重体力劳动和较早下床行走是PELD后rLDH的危险因素,应高度重视这些危险因素并采取适当干预措施以预防rLDH的发生。

[关键词] 经皮内镜下椎间盘突出术;腰椎间盘突出症;复发;危险因素

[中图分类号] R 681.53 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 2097-1338(2022)10-1170-06

Risk factors of recurrent lumbar disc herniation after percutaneous endoscopic lumbar discectomy

MA Qian-li, JI Ying-zheng*, SUN Jiu-yi*, LUO Xu-yao, TANG Yong

Department of Orthopaedics, Naval Medical Center, Naval Medical University (Second Military Medical University), Shanghai 200032, China

[Abstract] **Objective** To evaluate the clinical characteristics and risk factors of recurrent lumbar disc herniation (rLDH) after percutaneous endoscopic lumbar discectomy (PELD). **Methods** A total of 942 consecutive patients with lumbar disc herniation who underwent single-level PELD in our hospital from Jan. 2013 to Aug. 2019 were included. They were divided into rLDH group and non-rLDH group. Patient characteristics, radiographic parameters and surgical variables were compared between the 2 groups. Univariate and multivariate logistic regression analyses were used to determine the risk factors of recurrence after PELD. **Results** The prevalence of rLDH was 6.05% (57/942) in this study. There were significant differences in age, sex, body mass index (BMI), current smoking, duration of low back pain, occupational lifting, herniated disc type, facet joint degeneration, operation time and time to ambulation between the 2 groups (all $P<0.05$). Univariate logistic regression analysis showed that the incidence of rLDH after PELD might be related to age, sex, BMI, current smoking, occupational lifting, operation time, and time to ambulation (all $P<0.05$). Multivariate logistic analysis suggested that an older age (odds ratio [OR] = 1.210, 95% confidence interval [CI] 1.145-1.279, $P<0.001$), the male sex ($OR=0.396$, 95% CI 0.174-0.889, $P=0.027$), a large BMI ($OR=1.363$, 95% CI 1.201-1.547, $P<0.001$), heavy work ($OR=8.804$, 95% CI 3.069-25.257, $P=0.003$) and early ambulation ($OR=0.744$, 95% CI 0.685-0.809, $P<0.001$) were risk factors for rLDH after PELD. **Conclusion** An older age, male sex, larger BMI, heavy work, and early ambulation are risk factors of rLDH after PELD. Great importance should be attached to these risk factors to prevent rLDH.

[Key words] percutaneous endoscopic discectomy; lumbar disc herniation; recurrence; risk factors

[Acad J Naval Med Univ, 2022, 43(10): 1170-1175]

腰椎间盘突出症(lumbar disc herniation, LDH)是最常见的脊柱退行性疾病之一,临床表现为持续

性腰痛和/或坐骨神经痛。超过90%的LDH患者通过保守治疗能获得症状的改善^[1],而当标准保

[收稿日期] 2022-06-15 [接受日期] 2022-08-15

[作者简介] 马千里,住院医师。E-mail: channe98@sina.com

*通信作者(Corresponding authors). Tel: 021-81815242, E-mail: 375853422@qq.com; Tel: 021-81815244, E-mail: 81903993@qq.com

守治疗未见成效时,脊柱外科医师通常会建议患者行手术治疗。较之保守治疗,手术治疗能更有效地缓解疼痛、改善身体功能^[2]。腰椎间盘突出术是治疗LDH的金标准。目前,随着微创手术技术的进步,开放式腰椎间盘突出不再是治疗LDH的唯一选择。

经皮内镜下腰椎间盘突出术(percutaneous endoscopic lumbar discectomy, PELD)是一种微创技术,在我国已广泛应用。PELD的治疗效果同显微腰椎间盘突出术及开放式腰椎间盘突出术一致^[2],且具有失血少、身体功能恢复快、住院时间短、疼痛缓解快、并发症少等潜在优势^[3-4]。然而随着PELD的普及,越来越多的手术并发症亦暴露出来,如术后感觉迟钝、神经根损伤、硬脑膜撕裂和复发等^[5]。

复发性腰椎间盘突出症(recurrent lumbar disc herniation, rLDH)是脊柱外科医师最关心的PELD后并发症之一,也是影响手术结局的重要因素,研究表明其发病率为0~11%^[6-8]。由于硬脊膜粘连和瘢痕形成,这类患者再次手术具有更大的潜在风险,同时,二次手术也会给患者带来额外的身体创伤,给家庭和社会带来更大的经济负担。因此,探索rLDH的危险因素以预防其发生非常重要。rLDH可由多种危险因素引起,包括年龄、肥胖、吸烟情况、外科医师的经验、突出的位置等^[7-9]。本研究通过回顾性分析我院接受单节段PELD治疗的942例LDH患者的临床资料,评估PELD后rLDH的危险因素,为PELD后rLDH的预防和干预提供参考。

1 资料和方法

1.1 研究对象 回顾性纳入2013年1月至2019年8月于我院行单节段PELD治疗的18岁以上患者。纳入标准:(1)术前患者明确诊断为LDH,且临床症状与影像学对应;(2)经过6个月保守治疗失败;(3)行PELD治疗,且临床症状得到缓解;(4)术后MRI显示椎间盘突出完全切除;(5)随访时间不少于1年。排除标准:(1)手术部位感染;(2)存在椎管狭窄、腰椎不稳、滑脱;(3)急性外伤;(4)既往脊柱手术史;(5)受累节段存在肿瘤骨转移等。本研究经我院临床研究伦理委员会批准。

1.2 临床和影像学评估 收集患者的人口统计学资料,包括年龄、性别和BMI;合并症,如糖尿病;当前吸烟和饮酒情况;是否从事久坐职业或重体力劳动;症状特征,如术前腰痛持续时间、术前腿痛持续时间、术前视觉模拟量表(visual analogue scale, VAS)评分;手术过程细节,如手术时间、手术节段、手术入路等;术前影像学参数,如突出部位、突出类型、椎间盘退变程度、小关节退变等级、小关节方向(facet orientation, FO)和小关节对称性(facet tropism, FT)。

根据改良的Pfirrmann标准^[10],在T2加权矢状位MRI序列上评估椎间盘退变程度。根据Weishaupt等^[11]描述的方法,在T2加权轴位MRI序列上评估小关节退变的等级:0级,正常;1级,轻度退变;2级,中度退变;3级,严重退变。根据Li等^[12]描述的方法,通过CT骨窗轴位片测量小关节参数(FO和FT)。根据Udby等^[13]描述的方法,评估术前MRI影像有无软骨终板骨髓改变(Modic改变)。

所有影像学参数均由2位高年资主治医师独立进行评估,当2位研究人员的数据不统一时,再由1位经验丰富的脊柱外科医师校准。

1.3 rLDH诊断标准和分组 rLDH诊断标准^[14]:临床症状与第1次手术前相同,且影像学显示与第1次手术前位置相同。根据术后1年内是否发生rLDH,将患者分为rLDH组与非rLDH组。

1.4 统计学处理 使用SPSS 21.0软件进行统计学分析。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用独立样本 t 检验;计数资料以例数和百分数表示,组间比较采用 χ^2 检验。采用单因素和多因素logistic回归分析来确定rLDH的危险因素。检验水准(α)为0.05。

2 结果

2.1 患者基线资料 接受单节段PELD治疗的942例LDH患者中,837例接受经皮内镜椎间孔入路椎间盘切除术(percutaneous endoscopic transforaminal discectomy, PETD)治疗,105例接受经皮内镜椎板间入路椎间盘切除术(percutaneous endoscopic interlaminar discectomy, PEID)治疗。经术后1年随访,共计57例患者发生rLDH,发生率为6.05%。rLDH组男39例、女18例,年龄为(56.7±8.7)岁,术后1周、1周~1个月、1~3个月、3~6个

月、6~12个月复发患者分别为3、22、18、9和5例。非rLDH组共计885例患者,男462例、女423例,年龄为(41.2±11.4)岁。两组患者年龄、性别、BMI、当前吸烟情况、腰痛持续时间、是否

从事重体力劳动、椎间盘突出类型、小关节退变程度、手术时间和下床行走时间差异均有统计学意义(P 均<0.05,表1)。

表1 PELD后rLDH组与非rLDH组基线资料比较

Tab 1 Comparison of general information between rLDH group and non-rLDH group after PELD

Variable	rLDH group $N=57$	Non-rLDH group $N=885$	Statistic	P value
Age/year, $\bar{x} \pm s$	56.7±8.7	41.2±11.4	$t=10.081$	<0.001
Gender, n (%)			$\chi^2=5.657$	0.017
Male	39 (68.4)	462 (52.2)		
Female	18 (31.6)	423 (47.8)		
Body mass index/($\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$), $\bar{x} \pm s$	25.3±2.9	23.6±3.5	$t=-3.504$	<0.001
Current smoking, n (%)	33 (57.9)	285 (32.2)	$\chi^2=15.806$	<0.001
Current alcohol use, n (%)	9 (15.8)	120 (13.6)	$\chi^2=0.225$	0.635
Diabetes mellitus, n (%)	6 (10.5)	63 (7.1)	$\chi^2=0.916$	0.339
Duration of low back pain/month, $\bar{x} \pm s$	29.4±13.2	25.2±17.5	$t=2.272$	0.026
Duration of leg pain/month, $\bar{x} \pm s$	16.8±7.4	15.0±7.3	$t=1.771$	0.081
Preoperative VAS score for back pain, $\bar{x} \pm s$	4.9±1.2	5.0±1.0	$t=-0.413$	0.681
Preoperative VAS score for leg pain, $\bar{x} \pm s$	6.6±1.2	6.5±1.0	$t=0.735$	0.462
Sedentary occupation, n (%)	18 (31.6)	204 (23.1)	$\chi^2=2.162$	0.141
Occupational lifting, n (%)	21 (36.8)	111 (12.5)	$\chi^2=26.243$	<0.001
Herniated disc location, n (%)			$\chi^2=4.049$	0.256
Central	6 (10.5)	69 (7.8)		
Paramedian	42 (73.7)	732 (82.7)		
Foraminal	6 (10.5)	45 (5.1)		
Extreme lateral	3 (5.3)	39 (4.4)		
Herniated disc type, n (%)			$\chi^2=8.974$	0.011
Protrusion	24 (42.1)	225 (25.4)		
Extrusion	18 (31.6)	432 (48.8)		
Sequestration	15 (26.3)	228 (25.8)		
Pfirrmann grading, n (%)			$\chi^2=9.217$	0.101
Grade I	1 (1.8)	27 (3.1)		
Grade II	12 (21.1)	237 (26.8)		
Grade III	12 (21.1)	294 (33.2)		
Grade IV	20 (35.1)	219 (24.7)		
Grade V	8 (14.0)	78 (8.8)		
Grade VI	4 (7.0)	30 (3.4)		
Modic change, n (%)	12 (21.1)	138 (15.6)	$\chi^2=1.192$	0.275
Facet joint degeneration, n (%)			$\chi^2=18.527$	<0.001
Grade 0	5 (8.8)	165 (18.6)		
Grade I	15 (26.3)	318 (35.9)		
Grade II	29 (50.9)	223 (25.2)		
Grade III	8 (14.0)	179 (20.2)		
Facet orientation/(°), $\bar{x} \pm s$	46.3±5.7	47.4±5.2	$t=-1.407$	0.160
Facet tropism/(°), $\bar{x} \pm s$	3.9±2.2	4.4±2.1	$t=-1.693$	0.091
Operative segment, n (%)			$\chi^2=2.109$	0.550
L ₂ -L ₃	0	3 (0.3)		
L ₃ -L ₄	0	18 (2.0)		
L ₄ -L ₅	30 (52.6)	405 (45.8)		
L ₅ -S ₁	27 (47.4)	459 (51.9)		
Surgical approach, n (%)			$\chi^2=0.024$	0.878
PETD	51 (89.5)	786 (88.8)		
PEID	6 (10.5)	99 (11.2)		
Operation time/min, $\bar{x} \pm s$	82.4±21.2	87.4±10.5	$t=-3.222$	0.001
Time to ambulation/d, $\bar{x} \pm s$	17.0±7.2	24.3±4.3	$t=-11.720$	<0.001

PELD: Percutaneous endoscopic lumbar discectomy; rLDH: Recurrent lumbar disc herniation; VAS: Visual analogue scale; PETD: Percutaneous endoscopic transforaminal discectomy; PEID: Percutaneous endoscopic interlaminar discectomy.

2.2 PELD 后 rLDH 的危险因素分析 单因素 logistic 回归分析显示, PELD 后 rLDH 的发生可能与年龄、性别、BMI、当前吸烟情况、是否从事重体力劳动、手术时间和下床行走时间有关 (P 均 < 0.05), 而腰痛持续时间、椎间盘突出类型、小关节退变并非预测 PELD 后 rLDH 的危险因素。多因素 logistic 回归表明, 年龄较大 ($OR=1.210$, 95% CI

1.145~1.279, $P<0.001$)、男性 ($OR=0.396$, 95% CI 0.174~0.889, $P=0.027$)、BMI 较大 ($OR=1.363$, 95% CI 1.201~1.547, $P<0.001$)、从事重体力劳动 ($OR=8.804$, 95% CI 3.069~25.257, $P<0.001$) 和较早下床行走 ($OR=0.744$, 95% CI 0.685~0.809, $P<0.001$) 是 PELD 后 rLDH 的危险因素。见表 2。

表 2 PELD 后 rLDH 的单因素和多因素 logistic 回归分析

Tab 2 Univariate and multivariate logistic regression analyses of rLDH after PELD

Variable	Univariate analysis		Multivariate analysis	
	OR (95% CI)	P value	OR (95% CI)	P value
Age	1.115 (1.087, 1.144)	<0.001	1.210 (1.145, 1.279)	<0.001
Gender (female vs male)	0.504 (0.284, 0.895)	0.019	0.396 (0.174, 0.889)	0.027
Body mass index	1.145 (1.059, 1.237)	0.001	1.363 (1.201, 1.547)	<0.001
Current smoking (yes vs no)	2.895 (1.680, 4.989)	<0.001	0.402 (0.129, 1.253)	0.116
Occupational lifting (yes vs no)	4.068 (2.292, 7.220)	<0.001	8.804 (3.069, 25.257)	<0.001
Duration of low back pain	1.012 (0.999, 1.026)	0.076		
Herniated disc type	1.065 (0.731, 1.552)	0.744		
Facet joint degeneration	1.424 (0.886, 1.869)	0.085		
Operation time	0.968 (0.949, 0.988)	0.002	0.971 (0.949, 1.028)	0.244
Time to ambulation	0.739 (0.690, 0.792)	<0.001	0.744 (0.685, 0.809)	<0.001

PELD: Percutaneous endoscopic lumbar discectomy; rLDH: Recurrent lumbar disc herniation; OR: Odds ratio; CI: Confidence interval.

3 讨论

PELD 是一种经典的微创椎间盘切除术, 可有效避免后路肌肉筋膜的破坏, 是传统后路开放性手术的可行替代方案^[15], 因此 PELD 的手术并发症不容忽视。rLDH 作为 PELD 的重要并发症之一, 是 PELD 治疗 LDH 后结局不理想的最常见原因。本研究结果显示, 942 例接受 PELD 治疗的患者中有 57 例发生了 rLDH, 发生率为 6.05%, 并且年龄、性别、BMI、是否从事重体力劳动和下床行走时间是 rLDH 的危险因素。

诸多研究显示年龄是 PELD 后复发的重要危险因素之一^[8-9]。Yao 等^[9]发现年龄 ≥ 50 岁的患者经 PELD 治疗后 rLDH 发生率更高。一项回顾性队列研究结果显示, 年龄 ≥ 57 岁的患者 PELD 后的再手术率高于 < 57 岁的患者, PELD 后 rLDH 是再次手术的主要原因^[16]。本研究中, 57 例 PELD 后 rLDH 患者的年龄为 (56.7 \pm 8.7) 岁, 高于非 rLDH 患者 [(41.2 \pm 11.4) 岁]。这提示年龄大的患者 PELD 后 rLDH 的发生率较高, 因此 PELD 可能不是老年患者的合适选择。

随着年龄的增长, 脊柱组织退化变得越来越严重。Marinelli 等^[17]报道, 椎间盘退变阶段与衰

老有关。另有研究发现 rLDH 患者术前椎间盘退变的严重程度明显高于非 rLDH 患者^[18]。然而, 本研究并未发现 rLDH 组和非 rLDH 组在椎间盘退变 Pfirrmann 分级上存在明显差异。椎间盘退变常有 Modic 改变^[19], 严重的椎间盘退变患者多见 Modic 改变^[20], 此外 Modic 改变与 rLDH 的增加相关^[21]。然而, 本研究发现 rLDH 组和非 rLDH 组之间的 Modic 改变差异并无统计学意义。一项腰椎小关节解剖学研究表明, 腰椎小关节在剪切承载能力中起重要作用, 且腰椎后柱在抵抗前后剪切力负荷方面更为有效^[22]。另有研究表明脊柱不稳与受影响的椎间盘应力负荷有关, 这可能与 rLDH 相关^[12]。然而, logistic 回归分析显示 PELD 后小关节退变与 rLDH 之间关联不大, 且两组之间的小关节参数 (FO 和 FT) 没有差异。这一方面可能与本研究纳入的 PELD 手术人群相对较为年轻有关, 另一方面印证了 rLDH 可能是多种因素共同作用的结果。

肥胖患者更易发生椎间盘突出, 亦容易在术后出现不良临床结局^[23]。Kim 等^[24]报道, BMI 较大的患者 PELD 后 rLDH 发生率较高。Yao 等^[9]认为 BMI ≥ 25 kg/m² 是导致 PELD 后 rLDH 的重要危险因素。一项分析还显示 BMI ≥ 25 kg/m² 的患者 rLDH 患病率明显高于 BMI 正常的患者^[25]。然而,

也有研究表明肥胖与腰椎间盘突出术后 rLDH 之间并不存在相关性^[26]。本研究结果显示, rLDH 组患者的 BMI 高于非 rLDH 组患者 [(25.3±2.9) kg/m² vs (23.6±3.5) kg/m², $P < 0.001$], 与 Yao 等^[9]报道一致。上述研究结果的差异性可能与以下因素有关: (1) rLDH 是多因素导致的不良结局, 不同危险因素对复发的影响不同; (2) 患者之间的个体差异可能导致各研究的结果不同; (3) 微创椎间盘切除术的种类很多, 如 PELD、显微内镜椎间盘切除术、显微椎间盘切除术等, 每位外科医师的学习经历和经验水平不一, 这可能都会影响 rLDH 的发生。我们认同肥胖是 PELD 后 rLDH 的重要危险因素, LDH 患者在围手术期应注意控制体重。

本研究结果显示从事重体力劳动是 PELD 后 rLDH 的危险因素。Li 等^[12]亦报道重体力劳动会增加椎间盘切除术后复发的风险。Kong 等^[27]研究表明, 高 BMI 和重体力负荷强度会增加 rLDH 的可能性。此外, Virk 等^[28]认为人体脊柱中椎间盘承受的压力与退变程度呈正相关, 椎间盘承受的压力越大退变程度越高, 更容易通过环形缺损突出。因此, 我们认为受损椎间盘的过载也可能导致 rLDH, 患者在 PELD 后应避免重体力劳动。

严格卧床休息对于预防 rLDH 非常重要。PELD 后卧床时间没有明确的标准。有学者认为腰椎间盘突出术后应尽早下床行走, 有利于促进身体机能的恢复^[2-3]。但 Kim 等^[7]提出, 较早行走会增加受伤椎间盘的负荷, 易导致 rLDH, 故应推迟下床时间。Qin 等^[29]也报道首次下床时间是影响 PELD 后复发的重要因素, 术后 1 d 内下床行走的患者复发率明显高于其他患者。根据纤维性软组织瘢痕形成和伤口愈合的特点, 我们通常建议患者卧床至少 3 周, 除外进食或排便, 患者应尽可能卧床休息; 下床时必须佩戴腰托, 以减少椎间盘的负荷, 并尽可能限制直立活动的时间。同时, 患者卧床期间应进行背部肌肉功能锻炼和四肢力量训练。本研究将下床行走时间定义为长时间直立活动的开始, 结果显示 rLDH 患者的下床行走时间为 (17.0±7.2) d, 而非 rLDH 患者的下床行走时间为 (24.3±4.3) d。同时, 本研究中有 3 例患者在术后 1 周内出现 rLDH, 有 22 例患者在术后 1 周至 1 个月内出现 rLDH, 亦可能与其较早下床行走相关。因此, 我们认为较晚下床行走可能有助于降低

PELD 后 rLDH 的发生率。

本研究存在以下局限性。(1) 这是一项回顾性研究, 存在一定偏倚。(2) 本研究随访时间较短, PELD 后可能有一些无记录的复发病例。

(3) PELD 后 rLDH 是由多种因素引起的, 本研究纳入的参数可能并不全面, 且并未对危险因素进行明确定义。今后还需要开展更全面、随访时间更长的多中心临床研究来进一步验证本研究结果。

综上所述, 本研究结果表明年龄较大、男性、较大的 BMI、从事重体力劳动和较早下床行走是 rLDH 的危险因素, 应高度重视这些危险因素, 预防 rLDH 发生。外部因素或不正确的术后康复锻炼可能在术后复发中起负面作用, 建议患者控制体重, 避免重体力劳动, 进行科学的康复锻炼, 以降低 rLDH 的发生率。

[参考文献]

- [1] HARPER R, KLINEBERG E. The evidence-based approach for surgical complications in the treatment of lumbar disc herniation[J]. *Int Orthop*, 2019, 43: 975-980.
- [2] GADJRADJ P S, HARHANGI B S, AMELINK J, VAN SUSANTE J, KAMPER S, VAN TULDER M, et al. Percutaneous transforaminal endoscopic discectomy versus open microdiscectomy for lumbar disc herniation: a systematic review and meta-analysis[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2021, 46: 538-549.
- [3] CHEN Z H, ZHANG L M, DONG J W, XIE P G, LIU B, WANG Q Y, et al. Percutaneous transforaminal endoscopic discectomy versus microendoscopic discectomy for lumbar disc herniation: two-year results of a randomized controlled trial[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2020, 45: 493-503.
- [4] JAREBI M, AWAF A, LEFRANC M, PELTIER J. A matched comparison of outcomes between percutaneous endoscopic lumbar discectomy and open lumbar microdiscectomy for the treatment of lumbar disc herniation: a 2-year retrospective cohort study[J]. *Spine J*, 2021, 21: 114-121.
- [5] KANG T W, PARK S Y, OH H, LEE S H, PARK J H, SUH S W. Risk of reoperation and infection after percutaneous endoscopic lumbar discectomy and open lumbar discectomy: a nationwide population-based study[J]. *Bone Joint J*, 2021, 103-B: 1392-1399.
- [6] DU J W, TANG X Y, JING X, LI N D, WANG Y, ZHANG X F. Outcomes of percutaneous endoscopic lumbar discectomy via a translaminar approach, especially for soft, highly down-migrated lumbar disc herniation[J]. *Int Orthop*, 2016, 40: 1247-1252.
- [7] KIM H S, YOU J D, JU C I. Predictive scoring and risk factors of early recurrence after percutaneous

- endoscopic lumbar discectomy[J/OL]. *Biomed Res Int*, 2019, 2019: 6492675. DOI: 10.1155/2019/6492675.
- [8] PARK C H, PARK E S, LEE S H, LEE K K, KWON Y K, KANG M S, et al. Risk factors for early recurrence after transforaminal endoscopic lumbar disc decompression[J/OL]. *Pain Physician*, 2019, 22: E133-E138 [2022-06-10]. <https://www.painphysicianjournal.com/current/pdf?article=NjIxNw%3D%3D&journal=119>.
- [9] YAO Y, LIU H, ZHANG H Y, WANG H G, ZHANG C, ZHANG Z F, et al. Risk factors for recurrent herniation after percutaneous endoscopic lumbar discectomy[J]. *World Neurosurg*, 2017, 100: 1-6.
- [10] GRIFFITH J F, WANG Y X J, ANTONIO G E, CHOI K C, YU A, AHUJA A T, et al. Modified Pfirrmann grading system for lumbar intervertebral disc degeneration[J/OL]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2007, 32: E708-E712. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31815a59a0.
- [11] WEISHAUP T, ZANETTI M, BOOS N, HODLER J. MR imaging and CT in osteoarthritis of the lumbar facet joints[J]. *Skeletal Radiol*, 1999, 28: 215-219.
- [12] LI Z H, YANG H, LIU M Z, LU M, CHU J, HOU S X, et al. Clinical characteristics and risk factors of recurrent lumbar disk herniation: a retrospective analysis of three hundred twenty-one cases[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2018, 43: 1463-1469.
- [13] UDBY P M, SAMARTZIS D, CARREON L Y, ANDERSEN M Ø, KARPPINEN J, MODIC M. A definition and clinical grading of Modic changes[J]. *J Orthop Res*, 2022, 40: 301-307.
- [14] ZHAO K, LI L D, LI T T, XIONG Y. Percutaneous endoscopic lumbar discectomy for the treatment of recurrent lumbar disc herniation: a meta-analysis[J/OL]. *Biomed Res Int*, 2022, 2022: 6488674. DOI: 10.1155/2022/6488674.
- [15] LIN G X, KOTHEERANURAK V, MAHATHANATRAKULA, RUETTEN S, YEUNG A, LEE S H, et al. Worldwide research productivity in the field of full-endoscopic spine surgery: a bibliometric study[J]. *Eur Spine J*, 2020, 29: 153-160.
- [16] KIM C H, CHUNG C K, CHOI Y, SHIN S, KIM M J, LEE J, et al. The selection of open or percutaneous endoscopic lumbar discectomy according to an age cut-off point: nationwide cohort study[J/OL]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2015, 40: E1063-E1070. DOI: 10.1097/BRS.0000000000001053.
- [17] MARINELLI N L, HAUGHTON V M, ANDERSON P A. T₂ relaxation times correlated with stage of lumbar intervertebral disk degeneration and patient age[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2010, 31: 1278-1282.
- [18] CINOTTI G, ROYSAM G S, EISENSTEIN S M, POSTACCHINI F. Ipsilateral recurrent lumbar disc herniation. A prospective, controlled study[J]. *J Bone Joint Surg Br*, 1998, 80: 825-832.
- [19] TEICHTAHL A J, URQUHART D M, WANG Y Y, WLUKA A E, O'SULLIVAN R, JONES G, et al. Lumbar disc degeneration is associated with modic change and high paraspinal fat content—a 3.0T magnetic resonance imaging study[J/OL]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2016, 17: 439. DOI: 10.1186/s12891-016-1297-z.
- [20] ÖZCAN-EKŞİ E E, YAYLA A, ORHUN Ö, TURGUT V U, ARSLAN H N, EKSI M S. Is the distribution pattern of modic changes in vertebral end-plates associated with the severity of intervertebral disc degeneration?: a cross-sectional analysis of 527 caucasians[J/OL]. *World Neurosurg*, 2021, 150: e298-e304. DOI: 10.1016/j.wneu.2021.02.128.
- [21] BROOKS M, DOWER A, ABDUL JALIL M F, KOHAN S. Radiological predictors of recurrent lumbar disc herniation: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Neurosurg Spine*, 2020, 34: 481-491.
- [22] SERHAN H A, VARNAVAS G, DOORIS A P, PATWADHAN A, TZERMIADIANOS M. Biomechanics of the posterior lumbar articulating elements[J/OL]. *Neurosurg Focus*, 2007, 22: E1. DOI: 10.3171/foc.2007.22.1.1.
- [23] PATGAONKAR P, GOYAL V, AGRAWAL U, MARATHE N, PATEL V. Impact of body weight, height, and obesity on selection of skin entry point for transforaminal endoscopic lumbar discectomy[J]. *Asian J Neurosurg*, 2022, 17: 262-267.
- [24] KIM J M, LEE S H, AHN Y, YOON D H, LEE C D, LIM S T. Recurrence after successful percutaneous endoscopic lumbar discectomy[J]. *Minim Invasive Neurosurg*, 2007, 50: 82-85.
- [25] YIN S, DU H, YANG W Z, DUAN C, FENG C S, TAO H R. Prevalence of recurrent herniation following percutaneous endoscopic lumbar discectomy: a meta-analysis[J]. *Pain Physician*, 2018, 21: 337-350.
- [26] RIHN J A, KURD M, HILIBRAND A S, LURIE J, ZHAO W Y, ALBERT T, et al. The influence of obesity on the outcome of treatment of lumbar disc herniation: analysis of the Spine Patient Outcomes Research Trial (SPORT)[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2013, 95: 1-8.
- [27] KONG M, XU D R, GAO C T, ZHU K, HAN S, ZHANG H, et al. Risk factors for recurrent L_{4,5} disc herniation after percutaneous endoscopic transforaminal discectomy: a retrospective analysis of 654 cases[J]. *Risk Manag Healthc Policy*, 2020, 13: 3051-3065.
- [28] VIRK S, MEYERS K N, LAFAGE V, MAHER S A, CHEN T. Analysis of the influence of species, intervertebral disc height and Pfirrmann classification on failure load of an injured disc using a novel disc herniation model[J]. *Spine J*, 2021, 21: 698-707.
- [29] QIN F W, ZHANG Z F, ZHANG C X, FENG Y H, ZHANG S N. Effect of time to first ambulation on recurrence after PELD[J/OL]. *J Orthop Surg Res*, 2020, 15: 83. DOI: 10.1186/s13018-020-01608-7.