

椎间盘退变程度与脊柱内镜手术治疗腰椎间盘突出症临床疗效的相关性研究

张云辉^{1,2} 于栋^{2△} 时宗庭² 杨晓侠² 马涉¹ 刘恒平² 刘侃² 张清烽²

[摘要] 目的:观察并分析椎间盘退变程度与脊柱内镜手术治疗腰椎间盘突出症临床疗效的相关性。方法:回顾性分析2018年1月至2021年12月行经皮椎间孔镜下腰椎间盘髓核切除术(PELD)的106例腰椎间盘突出症(LDH)患者临床资料。106例均为单间隙患者,按照Pfirschnann腰椎间盘退变分级标准:I级6例,II级8例,III级28例,IV级34例,V级30例。记录所有患者术前及术后各时间点腰部疼痛视觉模拟量表(VAS)评分、Oswestry功能障碍指数(ODI)评分,比较术前和术后不同分组VAS及ODI评分,并计算出VAS评分和ODI评分改善率;分析椎间盘退变Pfirschnann分级与改善率的相关性,并记录所有患者术后并发症发生情况。结果:患者术前VAS评分和ODI评分比较差异无统计学意义($P>0.05$);术后1 d、3个月、12个月VAS评分和ODI评分与术前比较差异有统计学意义($P<0.05$);I、II、III级术后各时间节点的VAS评分和ODI评分比较差异无统计学意义($P>0.05$);I、II、III级与IV、V级术后各时间节点VAS评分和ODI评分比较差异有统计学意义($P<0.05$);Pfirschnann分级与VAS评分和ODI评分改善率行相关性检验,差异有统计学意义($P<0.05$);106例患者术后并发症发生率为1.8%。结论:经皮椎间孔镜下腰椎髓核切除术治疗腰椎间盘突出不同退变程度的腰椎间盘突出症患者,疗效确切,但Pfirschnann分级与腰椎间盘髓核切除术治疗腰椎间盘突出症的疗效整体相关。该分级对微创术前患者、术式的合理选择及术后疗效预测有一定参考价值。

[关键词] 腰椎间盘突出症;经皮椎间孔镜下腰椎髓核切除术;椎间盘退变分级;改善率

[中图分类号] R681.5 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1005-0205(2023)06-0036-05

DOI:10.20085/j.cnki.issn1005-0205.230606

Correlation between the Degree of Intervertebral Disc Degeneration and the Clinical Efficacy of Endoscopic Spinal Surgery for Lumbar Disc Herniation

ZHANG Yunhui^{1,2} YU Dong^{2△} SHI Zongting² YANG Xiaoxia² MA She¹
LIU Hengping² LIU Kan² ZHANG Qingfeng²

¹Beijing University of Chinese Medicine, Beijing 100029, China;

²The Third Affiliated Hospital of Beijing University of Chinese Medicine, Beijing 100029, China.

Abstract Objective: To observe and analyze the correlation between the degree of intervertebral disc degeneration and the clinical efficacy of endoscopic surgery for lumbar disc herniation. **Methods:** 106 patients with lumbar disc herniation (LDH) who underwent percutaneous lumbar foraminotomy (PELD) from January 2018 to December 2021 were analyzed retrospectively. 106 cases were all single space patients. According to Pfirschnann's classification standard of lumbar intervertebral disc degeneration, 6 cases were grade I, 8 cases were grade II, 28 cases were grade III, 34 cases were grade IV, and 30 cases were grade V. The visual analogue scale (VAS) and Oswestry dysfunction index (ODI) of lumbar pain scores were recorded at various time points before and after operation in all patients. The VAS and ODI of different groups before and after operation were compared, and the improvement rates of VAS and ODI were calculated. The correlation between Pfirschnann classification and improvement rate of intervertebral disc degeneration was analyzed. The postoperative

complications of all patients were recorded. **Results:** There was no difference in VAS and ODI scores among the groups before operation ($P>0.05$). The VAS score and ODI score at 1 d, 3 months and 12 months after operation in each group

¹ 北京中医药大学(北京,100029)

² 北京中医药大学第三附属医院

[△]通信作者 E-mail:yu_dong01@126.com

were different from those before operation ($P < 0.05$). There was no difference in VAS and ODI between grade I, II and III ($P > 0.05$). The VAS and ODI of each node in grade I, II and III were different from those in grade IV and V ($P < 0.05$). The Pfirrmann classification group was tested for correlation with the improvement rate of VAS and ODI, and the difference was statistically significant ($P < 0.05$). The incidence of postoperative complications in 106 patients was 1.8%.

Conclusion: Percutaneous lumbar discectomy under endoscope has a definite efficacy on patients with LDH with different degrees of degeneration of lumbar intervertebral disc, but Pfirrmann grade is negatively correlated with the overall efficacy of PELD on LDH. This classification has a certain reference value for the reasonable selection of patients and surgical methods before minimally invasive surgery and the prediction of postoperative efficacy.

Keywords: lumbar disc herniation; percutaneous foraminal endoscopic lumbar nucleus pulposus resection; Pfirrmann classification; improvement rate

腰椎间盘突出症 (Lumbar Disc Herniation, LDH) 发病原因是由于组成腰椎间盘的髓核、纤维环及软骨板发生退行性变, 致使从破裂的纤维环中突出的髓核压迫和刺激神经根及马尾神经, 进而导致腰痛、坐骨神经痛、下肢麻木及马尾综合征等主要症状^[1-3]。Pfirrmann 分级可反映椎间盘退变程度, 椎间盘退变程度 Pfirrmann 分级对脊柱内镜手术治疗腰椎间盘突出症疗效改善有一定影响^[4-6]。为了观察椎间盘退变程度 Pfirrmann 分级能否对患者微创手术前术式的选择及术后疗效提供一定的预测和参考, 本研究回顾性分析 2018 年 1 月至 2021 年 12 月在本科行经皮椎间孔镜下腰椎髓核切除术 (PELD) 的 106 例腰椎间盘突出症患者临床资料, 现报告如下。

1 研究对象和方法

1.1 研究对象

经患者及家属同意且医院伦理委员会批准, 选取本院 2018 年 1 月至 2021 年 12 月行经皮椎间孔镜下腰椎髓核切除术的 106 例腰椎间盘突出症患者临床资料。按照腰椎间盘突出 Pfirrmann 分级标准^[7]: I 级 6 例, II 级 8 例, III 级 28 例, IV 级 34 例, V 级 30 例。

1.2 诊断标准

参照《腰椎间盘突出症诊疗指南》诊断标准^[8]。

1.3 纳入标准

1) 符合上述诊断标准; 2) 保守治疗 (卧床休息、理疗等) 4~6 周无效, 其中腰椎间盘突出疼痛剧烈者在诊断明确并排除禁忌证后, 则可不经保守治疗而直接行手术治疗; 3) 术后完成 12 个月以上随访未脱落者; 4) 所有患者均为单节段腰椎间盘突出。

1.4 排除标准

1) 腰椎畸形、病变节段腰椎失稳或严重钙化或腰椎椎管狭窄; 2) 脊柱感染、严重骨质疏松或肿瘤患者; 3) 合并有严重器官性疾病或有呼吸、循环、内分泌系统障碍者; 4) 凝血功能障碍者; 5) 患有精神障碍或治疗依从性较差的患者; 6) 资料不全者。

1.5 方法

1.5.1 手术方法 所有手术均采用侧路椎间孔镜术式, 患者取俯卧位, C 臂机透视下定位, 常规消毒铺单, 取症状侧腰椎棘突旁开 8~12 cm 处为进针点, 1% 利多卡因局麻, 长针头沿标记点前下方向进针, 直达病变间隙。C 臂机正侧位透视确定长针头顶端位于病变椎间孔安全三角内, 放入导针再次透视, 位置满意后沿导针插入逐级增大软组织扩张器, 换用 1~3 级骨钻椎间孔区成形, 透视见至突出物靶点区域, 安全置入工作套筒, 沿其放入椎间孔镜, 判断椎间孔区空间关系, 明确间盘、黄韧带、小关节、后纵韧带等镜下解剖位置, 充分暴露椎间盘纤维环、突出髓核、增生硬膜外组织, 取出突出纤维环及髓核。探查受挤压神经根明显恢复波动, 射频局部纤维环成形、止血, 见无活动性出血, 取出套筒, 缝合 1 针, 无菌辅料覆盖。清点器械辅料无误, 术毕。

1.5.2 疗效评定方法 1) 疼痛视觉模拟量表 (VAS) 评分: 评估患者术前、术后 1 d、3 个月、12 个月腰痛 VAS 评分。2) Oswestry 功能障碍指数 (ODI) 评分: 评估患者术前、术后 1 d、3 个月、12 个月 ODI 评分。3) 临床疗效: 综合满意度评估使用 VAS 评分及 ODI 评分改善率进行评定, 改善率 = [(术前评分 - 末次随访评分) / 术前评分] × 100%。疗效评定标准: 改善率 > 75% 为优, 改善率 50% ~ 75% 为良, 改善率 25% ~ 49% 为可, 改善率 < 25% 为差。4) 并发症发生情况: 术后感染、腰疼加重、脊髓、神经根及腹腔血管脏器损伤等并发症。

1.6 统计学方法

采取 SPSS 25.0 统计分析。计量资料采用 $\bar{x} \pm s$ 形式表示, 分析组内手术前后比较采用非参数检验; 组间对比采用 F 检验; 使用 Spearman 秩相关检验评估 Pfirrmann 分级与 VAS 评分及 ODI 评分改善率之间的相关性。 $P < 0.05$ 差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料

106 例住院患者, 男 63 例, 女 43 例; 年龄为 17~

86 岁,平均为 (45.42 ± 14.56) 岁;病程为 1~6 年,平均为 (3.21 ± 1.12) 年。其中腰椎突出节段 $L_{2/3}$ 15 例, $L_{3/4}$ 17 例, $L_{4/5}$ 44 例, L_5S_1 30 例。一般资料差异均无统计学意义($P>0.05$),见表 1。

表 1 患者一般资料比较

Pfirrmann 分级	例数/例	性别		年龄/岁 ($\bar{x}\pm s$)	病程/年 ($\bar{x}\pm s$)	病变椎间隙			
		男/例	女/例			$L_{2/3}$ /例	$L_{3/4}$ /例	$L_{4/5}$ /例	L_5S_1 /例
I	6	4	2	40.33 ± 10.27	3.00 ± 1.15	0	0	2	4
II	8	6	2	45.00 ± 16.40	3.10 ± 1.12	1	2	4	1
III	28	15	13	45.25 ± 10.73	3.15 ± 1.00	4	3	10	11
IV	34	19	15	45.88 ± 15.39	3.25 ± 0.90	6	5	15	8
V	30	19	11	45.50 ± 18.61	3.18 ± 1.20	4	7	13	6
F				0.458	0.010			1.582	
P				0.766	0.890			0.185	

2.2 Pfirrmann 分级各级术前术后腰痛 VAS 评分对比
非参数检验分析,各级术前与术后 1 d、3 个月、12 个月 VAS 评分比较差异有统计学意义($P<0.05$);F 检验组间分析,各级术前 VAS 评分比较差异无统计

学意义($P=0.174$),I、II、III 级术后各时间节点的 VAS 评分比较差异无统计学意义($P>0.05$);I、II、III 级与 IV、V 级术后各时间节点 VAS 评分比较差异有统计学意义($P<0.05$),见表 2 及图 1。

表 2 患者腰痛 VAS 评分比较($\bar{x}\pm s$)

Pfirrmann 分级	例数/例	术前/分	术后 1 d/分	术后 3 个月/分	术后 12 个月/分
I	6	7.25 ± 0.50	$2.37\pm0.728^{1)2)3)}$	$1.00\pm0.768^{1)2)3)}$	$0.67\pm1.008^{1)2)3)}$
II	8	7.12 ± 0.64	$2.50\pm0.580^{1)2)3)}$	$1.25\pm0.568^{1)2)3)}$	$0.75\pm0.878^{1)2)3)}$
III	28	7.00 ± 0.74	$2.57\pm0.688^{1)2)3)}$	$1.23\pm0.508^{1)2)3)}$	$1.00\pm0.628^{1)2)3)}$
IV	34	7.09 ± 0.75	$3.95\pm1.408^{1)}$	$2.97\pm1.868^{1)}$	$1.96\pm1.998^{1)}$
V	30	7.50 ± 0.60	$4.30\pm1.308^{1)}$	$3.30\pm1.728^{1)}$	$2.25\pm1.828^{1)}$
F		1.625	11.681	5.853	7.695
P		0.174	<0.001	<0.001	<0.001

注:1)与同级术前相比, $P<0.05$;2)3)分别与 IV、V 级术后 VAS 评分相比, $P<0.05$ 。

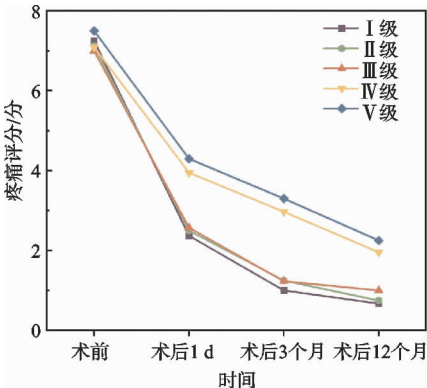


图 1 不同 Pfirrmann 分级 VAS 评分比较

2.4 Pfirrmann 分级各级术前术后 ODI 评分对比
非参数检验分析,各级术前与术后 1 d、3 个月、12 个月 ODI 评分比较差异有统计学意义($P<0.05$);F 检验级间分析,各级术前 ODI 评分比较差异无统计学意义($P=0.273$);I、II、III 级术后各时间节点的 ODI 评分比较差异无统计学意义($P>0.05$);I、II、III 级与 IV、V 级术后各时间节点 ODI 评分比较差异有统计学意义($P<0.05$),见表 3 及图 2。

2.5 Pfirrmann 分级与 VAS 评分及 ODI 评分改善率的关系

表 3 患者 ODI 评分比较($\bar{x}\pm s, \%$)

Pfirrmann 分级	术前	术后 1 d	术后 3 个月	术后 12 个月
I	65.00 ± 05.58	$33.25\pm11.65^{1)2)3)}$	$19.25\pm10.02^{1)2)3)}$	$5.00\pm0.00^{1)2)3)}$
II	65.00 ± 09.28	$32.50\pm5.00^{1)2)3)}$	$17.00\pm01.15^{1)2)3)}$	$7.87\pm5.67^{1)2)3)}$
III	61.33 ± 09.73	$33.67\pm8.12^{1)2)3)}$	$18.87\pm09.12^{1)2)3)}$	$9.67\pm6.24^{1)2)3)}$
IV	68.41 ± 10.20	$55.35\pm19.36^{1)}$	$33.53\pm16.81^{1)}$	$25.35\pm16.16^{1)}$
V	68.67 ± 11.67	$59.90\pm14.60^{1)}$	$37.67\pm15.24^{1)}$	$29.60\pm13.87^{1)}$
F	1.306	11.987	10.621	13.255
P	0.273	<0.01	<0.01	<0.01

注:1)与同级术前比较, $P<0.05$;2)3)分别与 IV、V 级术后 ODI 评分比较, $P<0.05$ 。

F 检验分析,各级术后 VAS 评分改善率、ODI 评分改善率差异有统计学意义($P<0.05$);Spearman 秩相关检验分析,各级与术后 VAS 评分改善率、ODI 评分改善率相关(见表 4)。

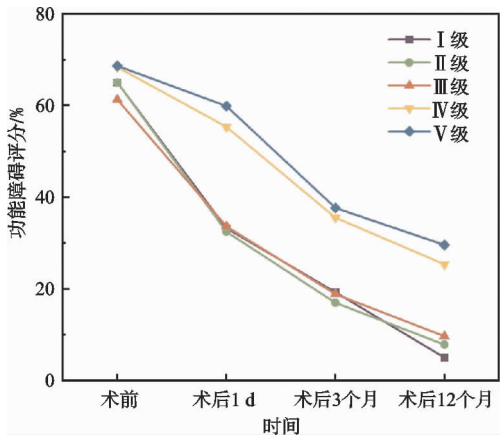


图 2 不同 Pfirrmann 分级 ODI 评分比较

表 4 患者 VAS 评分改善率和 ODI 评分改善率相关性比较($\bar{x}\pm s, \%$)

Pfirrmann 分级	VAS 改善率	ODI 改善率
I	92.86±14.27	92.26±6.00
II	88.69±13.69	88.80±6.40
III	82.66±18.44	84.85±7.70
IV	72.62±28.60	65.83±21.71
V	60.29±25.91	57.55±19.49
R	-0.375	-0.568
P	<0.01	<0.01

2.6 术后并发症情况

该组 106 例患者,术后未见脊髓、神经、大血管及重要脏器损伤等严重并发症。其中:1 例患者术后疑似椎间盘感染,经抗生素治疗和中西医保守治疗后恢复正常,1 例患者术后出现对侧下肢拇背伸肌力降低(V 级降为Ⅲ级),经对症治疗,随访 2 个月后完全康复。并发症发生率为 1.8%,术后少量短期腰痛者未计入。

3 讨论

腰椎间盘突出症是以椎间盘退变为病理基础,腰痛伴下肢疼痛麻木为主要症状的骨科常见疾病^[9]。临床以 L_{4/5}、L₅S₁ 间隙发病率最高,约占 80%~90%,多个椎间隙同时发病者仅占 5%~22%^[10]。彭琨翔等^[11]通过经皮椎间孔镜与显微镜下髓核摘除手术治疗单节段腰椎间盘突出症的疗效对比中,发现经皮椎间孔镜术中更安全,恢复更快。王爱祥等^[12]、陈孝江等^[13]和林建^[14]发现运用不同术式治疗腰椎间盘突出症患者疗效对比中,不仅发现经皮椎间孔镜手术的治疗优良率高,而且可以降低相关炎症因子、椎间盘退变因子等指标,有助于腰椎间盘突出症患者疼痛缓解及功能的康复。本研究发现术后各组 1 d、3 个月、12 个月腰部疼痛评分及功能障碍评分均低于术前,这可能与经皮椎间孔镜术是一种可最大限度保留患者脊柱活动度的微创技术,可缓解腰椎邻近节段退变,降低患者椎间隙变窄的可能性;同时手术可帮助神经解除

压迫,降低机体炎症反应^[15-16],从而可短时间内帮助患者恢复腰椎功能,减轻腰椎疼痛感,以达到良好的术后疗效。

椎间盘退变 Pfirrmann 分级利用 MRI 成像技术在矢状位 T₂ 加权图形的四个指标,以髓核结构、髓核与纤维环的界限、髓核信号强度及椎间盘的高度为基础,将椎间盘退变程度分为 5 级。研究者通过临床及动物实验证实椎间盘退变 Pfirrmann 分级可作为简单高效的椎间盘退变分级体系^[4,17]。韩巍巍等^[18]发现年龄、病程及椎间盘退变程度可能影响孔镜术后疗效。裴瑞琪等^[19]发现椎间盘退变程度对腰椎间盘髓核切除术后疗效存在影响。李成勇等^[5]通过经皮椎间孔治疗腰椎间盘突出症术中按椎间盘退变程度差异性摘除髓核疗效分析中,发现退变程度较高的患者,术后 ODI 评分及 VAS 评分较差。本研究发现 Pfirrmann 分级与术后患者 VAS 评分改善率和 ODI 评分改善率相关,且各级患者术后 VAS 评分改善率和 ODI 评分改善率有差异,证实Ⅲ、Ⅳ级间为症状改善重要的分水岭,Pfirrmann Ⅳ、Ⅴ级较 I、Ⅱ、Ⅲ级患者行腰椎间盘髓核切除术治疗可能难以达到预期疗效,分析其原因可能为:1)椎间盘退变,椎间盘高度丢失,导致神经根容积减小,产生异常的应力负荷对神经产生刺激影响^[20];2)退变椎间盘中炎症因子 IL-1 β 、TNF- α 等异常增高产生持续的慢性炎症刺激^[21-22];3)椎间盘退变导致关节突关节炎、椎间失稳等引发机械性腰痛^[23];4)可能与术中椎间盘摘除过多、椎间隙高度降低、腰椎局部结构紊乱有关,相关研究^[24-25]证实过多地切除间盘会导致椎间隙高度的丢失,加速腰椎失稳并导致腰椎局部紊乱,成为持续腰痛的来源;5)腰椎间盘 Pfirrmann 分级与 PS、ES 和 MF 的 FF 及 CSA 存在相关性,椎旁肌功能减退可能改变原有生物力学关系,引起关节囊、关节软骨、椎间盘等结构负荷增大、负荷不均,进而引起腰疼^[26]。

综上所述,经皮椎间孔镜治疗不同程度退变的腰椎间盘突出症是一种安全有效的技术手段,但椎间盘退变程度可能会影响手术疗效,同时,Pfirrmann 分级系统用于椎间孔镜术前患者的合理选择、术式选择及术后疗效预测具有一定的参考价值。

本研究不足之处:Pfirrmann 分级系统具有一定的主观性,只能定性判断,易产生观察者偏倚;同时,样本量相对较少,未能连续性观察腰椎 MRI 变化,需要更大的样本量和更长的随访时间,以检验椎间盘退变 Pfirrmann 分级对椎间孔镜术后疗效的影响。

参考文献

[1] 张晓刚,李振彬,李义凯.腰椎间盘突出症发生机制及手法治疗现状[J].中国中医骨伤科杂志,2008,16(8):70-72.

- [2] ASIRI F, TEDLA J S, ALSHAHRANI M S D, et al. Effects of patient-specific three-dimensional lumbar traction on pain and functional disability in patients with lumbar intervertebral disc prolapse[J]. *Nigerian Journal of Clinical Practice*, 2020, 23(4): 498-502.
- [3] 丁浚哲, 鲁世保, 孙祥耀, 等. 椎体终板参与腰椎间盘突出机制及临床意义的研究进展[J]. *中国骨与关节杂志*, 2019, 8(6): 434-438.
- [4] 张青波, 李伟, 曹云, 等. 表观弥散系数在腰痛患者腰椎间盘突出退变评估中的应用价值[J]. *实用骨科杂志*, 2018, 24(6): 564-569.
- [5] 李成勇, 祁全, 刘杨, 等. 经皮椎间孔镜治疗腰椎间盘突出症术中按椎间盘退变程度差异性摘除髓核的疗效分析[J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2019, 34(9): 920-923.
- [6] LYKISSAS M G, AICHMAIR A. Current concepts on spinal arthrodesis in degenerative disorders of the lumbar spine[J]. *World Journal of Clinical Cases*, 2013, 1(1): 4-12.
- [7] PFIRRMANN C W, METZDOKF A, ZANETTI M, et al. Magnetic resonance classification of lumbar intervertebral disc degeneration[J]. *Spine*, 2001, 26(17): 1873-1878.
- [8] 中华医学会骨科学分会脊柱外科学组, 中华医学会骨科学分会骨科康复学组. 腰椎间盘突出症诊疗指南[J]. *中华骨科杂志*, 2020, 40(8): 477-487.
- [9] GORTH D J, OTTONE D K, SHAPIRO I M, et al. Differential effect of long-term systemic exposure of TNF α on health of the annulus fibrosus and nucleus pulposus of the intervertebral disc[J]. *Journal of Bone and Mineral Research*, 2020, 35(4): 725-737.
- [10] 吴在德, 吴肇汉. 外科学[M]. 7 版. 北京: 人民卫生出版社, 2007: 849-851.
- [11] 彭琨翔, 袁峰, 朱俊, 等. 经皮椎间孔镜与显微镜下髓核摘除手术治疗单节段腰椎间盘突出症的疗效分析[J]. *徐州医科大学学报*, 2019, 39(7): 518-521.
- [12] 王爱祥, 毛家明, 方立军, 等. 经皮椎间孔镜治疗腰椎间盘突出症的临床效果评价[J]. *安徽医专学报*, 2022, 21(3): 48-49.
- [13] 陈孝江, 马方. 不同术式治疗腰椎间盘突出症的效果及对 CTGF、TGF- β 1 表达水平的影响[J]. *临床医学研究与实践*, 2021, 6(1): 67-69.
- [14] 林建. 经皮椎间孔镜技术在腰椎间盘突出症患者中的应用效果研究[J]. *中国医药科学*, 2022, 12(4): 173-175.
- [15] 曲梦媛, 刘珍青, 闫可颐, 等. 微创手术治疗腰椎间盘突出症患者的疗效及对血 IL-6、CK、CRP 的影响[J]. *湖南师范大学学报(医学版)*, 2018, 15(4): 60-63.
- [16] 张立源, 俞杰, 宋雪, 等. 腰椎间盘突出症患者经皮椎间孔镜手术后血清疼痛介质及炎症因子的分析[J]. *宁夏医科大学学报*, 2018, 40(11): 1288-1292.
- [17] 张旭胤, 郭银霞, PAXON J M, 等. T₂ mapping 定量评价腰椎间盘突出退变的 Meta 分析[J]. *磁共振成像*, 2022, 13(8): 55-59.
- [18] 韩魏魏, 王朝熙. 经皮椎间孔镜微创技术对老年腰椎间盘突出症患者术后恢复的影响因素[J]. *深圳中西医结合杂志*, 2022, 32(12): 56-58.
- [19] 裴瑞琪, 陈宾, 程晓康, 等. 经皮椎间孔镜治疗腰椎间盘突出症疗效与间盘退变程度的相关性分析[J]. *临床医药文献电子杂志*, 2020, 7(30): 91-92.
- [20] 王志强, 彭宝淦. 纤维环损伤后椎间盘退变的力学信号转导途径研究进展[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2014, 24(2): 183-185.
- [21] FENG C C, LIN H, YANG M H, et al. Disc cell senescence in intervertebral disc degeneration: causes and molecular pathways [J]. *Cell Cycle (Georgetown, Tex)*, 2016, 15(13): 1674-1684.
- [22] 赵赫, 俞兴, 唐向盛, 等. 炎性因子 IL-1 β 、TNF- α 与椎间盘退变关系的研究进展[J]. *中国骨伤*, 2017, 30(9): 866-871.
- [23] KISS L, VARGA P P, SZOVERFI Z, et al. Indirect foraminal decompression and improvement in the lumbar alignment after percutaneous cement discoplasty[J]. *European Spine Journal*, 2019, 28(6): 1441-1447.
- [24] STEIB K, PROESCHOLDT M, BRAWANSKI A, et al. Predictors of facet joint syndrome after lumbar disc surgery[J]. *J Clin Neurosci*, 2012, 19(13): 418-422.
- [25] SHAMJI M F, BAINS I, YONG E, et al. Treatment of herniated lumbar disk by sequestrectomy or conventional discectomy[J]. *World Neurosurg*, 2014, 82(5): 879-883.
- [26] 汪洋, 查云飞, 邢栋. 腰椎旁肌肉脂肪含量与椎间盘退变关系的定量 MRI 研究[J]. *磁共振成像*, 2018, 9(11): 819-824.

(收稿日期: 2022-11-05)