

# 低温等离子射频消融术与射频热凝术分别联合胶原酶治疗 腰椎间盘突出症的比较研究

刘江<sup>1△</sup> 吴泽宇<sup>1</sup> 杨颖<sup>1</sup>

**[摘要]** **目的:**对比低温等离子射频消融术(LTPA)与射频热凝术(RFTC)分别联合胶原酶治疗腰椎间盘突出症(LDH)的有效性和安全性。**方法:**选取2023年6月至2024年12月进行治疗的100例腰椎间盘突出症患者作为研究对象,按照随机数字表法将其分为A组(50例,低温等离子射频消融术联合胶原酶)和B组(射频热凝术联合胶原酶),在治疗6个月后对患者的临床疗效、疼痛介质(5-羟色胺(5-HT)、前列腺素E<sub>2</sub>(PGE<sub>2</sub>)、β-内啡肽(β-EP))、炎症因子(白细胞介素-1β(IL-1β)、IL-17和基质细胞衍生因子(SDF-1))、疼痛程度(视觉模拟量表(VAS)评分)、腰椎功能(日本骨科协会(JOA)评分、Oswestry功能障碍指数(ODI))及并发症情况进行对比分析。**结果:**经过治疗,两组患者的5-HT、PGE<sub>2</sub>、IL-1β、IL-17、SDF-1、VAS评分及ODI评分显著降低,β-EP及JOA评分显著升高。A组患者的临床疗效、5-HT、PGE<sub>2</sub>、IL-1β、IL-17、SDF-1、VAS评分及ODI评分较B组显著降低,差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),其β-EP及JOA评分较B组显著升高,差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),但两组患者的并发症差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。**结论:**低温等离子射频消融术与射频热凝术联合胶原酶治疗腰椎间盘突出症,可以明显减缓患者的疼痛,改善其腰椎功能,且低温等离子射频消融术联合胶原酶的疗效优于射频热凝术联合胶原酶治疗。

**[关键词]** 低温等离子射频消融术;射频热凝术;胶原酶;腰椎间盘突出症

**[中图分类号]** R681.5 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1005-0205(2025)09-0033-05

**DOI:** 10.20085/j.cnki.issn1005-0205.250906

## Comparison Study of Low-Temperature Plasma Radiofrequency Ablation and Radiofrequency Thermocoagulation Combined with Collagenase in Treating Lumbar Disc Herniation

LIU Jiang<sup>1△</sup> WU Zeyu<sup>1</sup> YANG Ying<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Beijing Anzhen Nanchong Hospital, Capital Medical University & Nanchong Central Hospital, Nanchong 637000, Sichuan China.

**Abstract Objective:** To compare the efficacy and safety of low-temperature plasma assisted adenoidectomy (LTPA) and radiofrequency thermocoagulation (RFTC) combined with collagenase in treating lumbar disc herniation (LDH). **Methods:** From June 2023 to December 2024, 100 patients with LDH were recruited as study subjects. They were randomly assigned into group A (50 cases, combination of LTPA with collagenase) and group B (combination of RFTC with collagenase) through random number table. After 6 months of treatment, clinical efficacy, pain mediators (5-hydroxytryptamine (5-HT), prostaglandin E<sub>2</sub> (PGE<sub>2</sub>), β-endorphin (β-EP)), inflammatory factors (interleukin-1β (IL-1β), IL-17, and stromal cell-derived factor (SDF-1)), pain severity (visual analogue scale (VAS) scores), lumbar spine function (Japanese Orthopaedic Association (JOA) scores, Oswestry disability index (ODI) scores, and complications were compared and analyzed.

**Results:** After treatment, 5-HT, PGE<sub>2</sub>, IL-1β, IL-17, SDF-1, VAS scores and ODI scores were significantly decreased in both groups, while β-EP and JOA scores were significantly increased. Group A had conspicuously reduced clinical efficacy,

5-HT, PGE<sub>2</sub>, IL-1β, IL-17, SDF-1, VAS scores, and ODI scores than group B ( $P < 0.05$ ), and conspicuously increased β-EP and JOA scores than group B ( $P < 0.05$ ). However, there was no conspicuous difference in complications ( $P > 0.05$ ). **Conclusion:** The combination of LTPA or RFTC with

基金项目:四川省医学会科研项目(2024HR136)

<sup>1</sup> 首都医科大学附属北京安贞医院南充医院南充市中心医院  
(四川南充,637000)

△通信作者 E-mail: h1xrkh@163.com

collagenase can effectively alleviate pain and improve lumbar function in LDH, and the efficacy of combination of LTPA with collagenase is superior to combination of RFTC with collagenase.

**Keywords:** low-temperature plasma assisted adenoidectomy; radiofrequency thermocoagulation; collagenase; lumbar disc herniation

腰椎间盘突出症(LDH)是指患者的腰椎间盘突出发生退行性改变,从而导致髓核突出,压迫神经根或马尾神经<sup>[1]</sup>。目前针对腰椎间盘突出症的治疗方案包括保守治疗、微创治疗及传统开放手术治疗等<sup>[2]</sup>。胶原酶可以水解胶原纤维,减轻椎间盘突出对神经根的压迫,具有安全性较高、恢复较快的优点<sup>[3]</sup>,但是单一的治疗方法往往难以获得理想的疗效,因此和其他治疗方法联合治疗是当前的趋势。近年来微创手术发展迅速,低温等离子射频消融术(LTPA)和射频热凝术(RFTC)是目前治疗腰椎间盘突出症的新型微创治疗手段,低温等离子射频消融术和射频热凝术针对腰椎间盘突出症的临床治疗均具有较好的疗效,可以消除对神经根的压迫,缓解疼痛<sup>[4-5]</sup>。胶原酶联合低温等离子射频消融术和射频热凝术可以通过不同的机制共同作用,提升治疗效果,减轻患者的疼痛,有望成为临床治疗腰椎间盘突出症的重要方案。但采取多种微创方法综合治疗腰椎间盘突出症报道较少,尤其是针对两种治疗方式的疗效对比研究。因此,本研究旨在通过对比分析低温等离子射频消融术联合胶原酶与射频热凝术联合胶原酶治疗腰椎间盘突出症的临床疗效,为临床治疗提供新的思路和方法,现报告如下。

## 1 研究对象和方法

### 1.1 研究对象

选取2023年6月至2024年12月本院收治的100例腰椎间盘突出症患者作为研究对象,按照随机数字表法将其分为A组(低温等离子射频消融术联合胶原酶)和B组(射频热凝术联合胶原酶),每组各50例患者。本研究已获得本院伦理委员会审核批准(批号为2023-04031)。

### 1.2 诊断标准

参照《腰椎间盘突出症诊疗指南》<sup>[6]</sup>中有关腰椎间盘突出症的诊断标准:1)急性或慢性腰痛;2)腰椎活动受限,神经根性放射痛;3)排尿困难,会阴部感觉减退。

### 1.3 纳入标准

1)患者符合西医诊断标准,且经CT或MRI确诊;2)保守治疗3个月以上无效果;3)患者及其家属知情同意且签署知情同意书。

### 1.4 排除标准

1)患者有精神障碍;2)术后失访;3)影像学检查结

果显示骨性椎管狭窄。

## 1.5 方法

**1.5.1 治疗方法** A组患者进行低温等离子射频消融术联合胶原酶治疗,首先进行低温等离子射频消融术治疗,患者呈俯卧位,开放外周静脉通路,在CT机的辅助下定位病变椎间隙,并对患者进行常规消毒。在病变间隙后正中中线旁开10 cm处作为穿刺点,用1%利多卡因5 mL进行局部麻醉,采用18G射频穿刺针,在CT机引导下穿刺进入椎间盘内,正位穿刺针针尖位于椎间盘中外三分之一处,侧位针尖位于椎间盘中后部,连接低温等离子射频消融系统(山东蓝海医疗科技有限公司, SJ350S)。设置射频能量为2挡,消融时间为60 s,消融完成后退出消融刀头。

B组患者进行射频热凝术联合胶原酶治疗,患者体位、麻醉方式及穿刺点与A组相同。确认穿刺针位置无误后,连接射频热凝器(北京北琪医疗科技股份有限公司, R-200B-A1),设置温度为70 °C,进行热凝治疗,每次热凝60 s,共进行两次热凝,两次热凝之间需冷却1 min。

两组患者在上述治疗结束后用硬膜外穿刺针穿刺至椎管内突出物位置,注入30 mg/L的臭氧5 mL,后注入5 mL的混合液(内含利多卡因(国药集团容生制药有限公司, 国药准字 H20043676)、倍他米松(国药集团容生制药有限公司, 国药准字 H20080565)和生理盐水(北京生物制品研究所有限责任公司, 国药准字 S10870001),比例为4:1:5),置入针内针至突出位置,观察15 min后注入900 U的胶原酶(远大生命科学(鞍山)有限公司, 国药准字 H10960178)至突出物旁边,拔出穿刺针后用无菌敷贴覆盖。

**1.5.2 观察指标** 1)临床疗效:治疗6个月后参照《腰椎间盘突出症诊疗指南》<sup>[6]</sup>对患者的临床疗效进行评估。显效:患者疼痛完全消失,可以进行正常的活动和运动。有效:患者偶尔有疼痛感受,活动轻微受限但不影响日常生活。无效:患者疼痛依然存在,活动受限。2)疼痛介质:采集患者在治疗前和治疗后第3天的空腹静脉血,离心后采用ELISA法检测血清中5-羟色胺(5-HT)、前列腺素E<sub>2</sub>(PGE<sub>2</sub>)、β-内啡肽(β-EP)的水平。3)炎症因子:采用ELISA法检测上述血清中白细胞介素-1β(IL-1β)、IL-17和基质细胞衍生因子(SDF-1)水平。4)疼痛程度:采用视觉模拟量表

(VAS)评分<sup>[7]</sup>对患者治疗前和治疗后 1 个月、6 个月的疼痛程度进行评估,满分 10 分,分值越高说明患者的疼痛程度越强烈。5)腰椎功能:采用日本骨科协会(JOA)评分<sup>[8]</sup>对患者腰椎功能进行定量分析,分值的高低直接反映了患者腰椎功能的优劣。同时,利用 Oswestry 功能障碍指数(ODI)评分<sup>[9]</sup>对患者腰椎功能障碍程度进行量化评估,该评分的增加表明患者腰椎功能障碍的严重程度加剧。6)并发症:记录两组患者在治疗后 3 个月内的椎间盘感染、穿刺点疼痛及椎管内血肿等并发症。

### 1.6 统计学方法

采用 SPSS 27.0 统计软件对数据进行分析,符合正态分布的计量资料采用  $\bar{x} \pm s$  形式表示,采用  $t$  检验;计数资料则以“例(%)”表示,采用卡方检验; $P < 0.05$  差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 一般资料

本研究共纳入 100 例符合纳入标准的患者,A 组和 B 组各 50 例,两组患者的性别、年龄、病变位置等差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),具有可比性,见表 1。

表 1 一般资料比较( $n=50$ )

组别	性别		年龄/岁	病变位置		
	男/例	女/例		L <sub>3/4</sub> /例	L <sub>4/5</sub> /例	L <sub>5</sub> S <sub>1</sub> /例
A 组	24	26	62.32±7.12	7	29	14
B 组	27	23	63.08±7.22	9	26	15
统计检验值	$\chi^2=0.360$		$F=0.530$	$\chi^2=0.448$		
$P$	0.548		0.597	0.799		

### 2.2 临床疗效

A 组患者的临床疗效显著优于 B 组,差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),见表 2。

表 2 临床疗效对比[ $n=50$ ,例(%)]

组别	显效	有效	无效	总有效
A 组	28(56%)	20(40%)	2(4%)	48(96%)
B 组	14(28%)	27(54%)	9(18%)	41(82%)
$Z$				9.876
$P$				0.002

### 2.3 疼痛介质

经过治疗后,两组患者 5-HT 及 PGE<sub>2</sub> 水平显著降低,且 A 组水平显著低于 B 组,差异有统计学意义( $P < 0.05$ ); $\beta$ -EP 显著升高,且 A 组水平高于 B 组,差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),见表 3。

### 2.4 炎症因子

经过治疗后,患者 IL-1 $\beta$ 、IL-17 及 SDF-1 水平显著降低,差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),且 A 组降低程度显著高于 B 组,差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),见表 4。

表 3 疼痛介质对比( $n=50, \bar{x} \pm s$ )

组别	5-HT/( $\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ )		PGE <sub>2</sub> /( $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ )		$\beta$ -EP/( $\text{pg} \cdot \text{mL}^{-1}$ )	
	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
A 组	1.09±0.28	0.31±0.10 <sup>1)</sup>	33.96±4.38	16.28±2.64 <sup>1)</sup>	36.85±4.62	56.11±6.42 <sup>1)</sup>
B 组	1.07±0.27	0.45±0.12 <sup>1)</sup>	33.67±4.32	20.67±3.05 <sup>1)</sup>	36.87±4.63	43.28±5.31 <sup>1)</sup>
$t$	0.364	6.338	0.333	7.695	0.022	10.889
$P$	0.717	<0.001	0.740	<0.001	0.983	<0.001

注:1)与同组治疗前相比, $P < 0.05$ 。

表 4 炎症因子对比( $n=50, \bar{x} \pm s$ )

组别	IL-1 $\beta$ /( $\text{ng} \cdot \text{L}^{-1}$ )		SDF-1/( $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ )		IL-17/( $\text{ng} \cdot \text{L}^{-1}$ )	
	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
A 组	1.31±0.34	0.81±0.21 <sup>1)</sup>	25.64±3.51	12.36±2.28 <sup>1)</sup>	42.67±5.21	35.62±4.57 <sup>1)</sup>
B 组	1.34±0.35	0.97±0.25 <sup>1)</sup>	25.68±3.53	15.69±2.71 <sup>1)</sup>	42.58±5.19	30.84±4.03 <sup>1)</sup>
$t$	0.435	3.465	0.057	6.649	0.087	5.547
$P$	0.665	0.001	0.955	<0.001	0.931	<0.001

注:1)与同组治疗前相比, $P < 0.05$ 。

### 2.5 疼痛程度

经过治疗后,患者 VAS 评分较治疗前显著降低,且 A 组患者评分显著低于 B 组,差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),见表 5。

### 2.6 腰椎功能

经过治疗后,两组患者 JOA 评分显著降低,且 A 组评分显著低于 B 组,差异有统计学意义( $P < 0.05$ );

表 5 VAS 评分对比( $n=50, \bar{x} \pm s$ ,分)

组别	治疗前	治疗 1 个月后	治疗 6 个月后
A 组	8.37±1.35	4.78±0.84 <sup>1)</sup>	2.84±0.65 <sup>1)2)</sup>
B 组	8.34±1.32	4.03±0.82 <sup>1)</sup>	2.03±0.54 <sup>1)2)</sup>
$t$	0.112	4.518	6.778
$P$	0.911	<0.001	<0.001

注:1)与同组治疗前相比, $P < 0.05$ ;2)与同组治疗 1 个月相比, $P < 0.05$ 。

患者 ODI 评分则显著升高, A 组评分显著高于 B 组, 差异有统计学意义( $P < 0.05$ ), 见表 6。

表 6 腰椎功能对比( $n=50, \bar{x} \pm s$ , 分)

组别	JOA 评分			ODI 评分		
	治疗前	治疗 1 个月后	治疗 6 个月后	治疗前	治疗 1 个月后	治疗 6 个月后
A 组	10.25±2.99	20.02±3.04 <sup>1)</sup>	23.54±3.75 <sup>1)2)</sup>	77.61±8.74	18.38±2.87 <sup>1)</sup>	13.05±2.42 <sup>1)2)</sup>
B 组	10.17±2.95	18.37±1.45 <sup>1)</sup>	21.04±3.11 <sup>1)2)</sup>	77.52±8.71	12.53±2.36 <sup>1)</sup>	8.61±1.43 <sup>1)2)</sup>
<i>t</i>	0.135	3.464	3.629	0.052	11.133	11.169
<i>P</i>	0.893	0.001	<0.001	0.959	<0.001	<0.001

注: 1)与同组治疗前相比,  $P < 0.05$ ; 2)与同组治疗 1 个月后相比,  $P < 0.05$ 。

## 2.7 并发症

两组患者的并发症比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ ), 见表 7。

表 7 并发症对比( $n=50$ , 例(%))

组别	椎间盘感染	穿刺点疼痛	椎管内血肿	合计
A 组	1(2%)	1(2%)	0(0%)	2(4%)
B 组	1(2%)	0(0%)	2(4%)	3(6%)
$\chi^2$				0.000
<i>P</i>				1.000

## 3 讨论

腰椎间盘突出症是临床常见的腰部退行性病变, 普遍认为腰椎间盘突出症的发病机制与患者腰椎间盘的结构改变密切相关。在外力作用下, 腰椎间盘纤维环发生破裂, 导致髓核物质从破裂处突出至椎管内, 进而对邻近的脊神经根产生刺激或压迫效应, 患者的主要症状为腰腿疼痛<sup>[10]</sup>。治疗腰椎间盘突出症的传统手术方式(如椎间融合术、椎板切除术等), 虽然能够缓解患者的症状, 然而存在一定的局限性, 包括较大的手术创伤、漫长的恢复期及较高的并发症发生率。相比之下, 低温等离子射频消融术与射频热凝术作为微创治疗方法, 其创伤小、恢复快、并发症较少, 逐渐成为治疗腰椎间盘突出症的重要选择<sup>[11]</sup>。

低温等离子射频消融术是通过射频能量技术, 将射频电流通过穿刺针输送至腰椎间盘的突出位置, 利用低温射频能力来消除髓核组织, 再配合高温热凝来缩小腰椎间盘的体积, 进而减少椎间盘组织对神经的刺激, 达到治疗的目的<sup>[12]</sup>。射频热凝术则是在高温的条件下, 通过射频电流来破坏髓核组织的分子链, 缩小椎间盘的体积, 从而减少腰椎间盘突出组织对神经的压迫<sup>[13]</sup>。而胶原酶在注入机体后可以水解胶原蛋白, 从而使突出的髓核缩小、变软或溶解, 进而减轻或解除其对神经根的压迫, 缓解患者的临床症状<sup>[14]</sup>。目前临床上针对低温等离子射频消融术和射频热凝术与胶原酶联合治疗的研究较少, 且缺乏对低温等离子射频消融术和射频热凝术与胶原酶联合治疗后疗效的研究。基于此, 本研究将低温等离子射频消融术和射频热凝术分别与胶原酶联合应用于腰椎间盘突出症的临床治疗, 并对其疗效进行对比。本研究结果显示在治疗 6

个月后, A 组患者的疗效显著优于 B 组, 说明低温等离子射频消融术的远期疗效优于射频热凝术, 其原因可能是在治疗过程中, 低温等离子射频消融术在消除髓核组织的同时, 对周围组织的损伤较小, 保留了更多的腰椎间盘结构, 有利于腰椎的稳定性和生物力学平衡。

腰椎间盘突出症患者的临床常见症状为腰腿疼痛, 疼痛也是影响患者日常生活学习的重要原因。5-HT 是重要的神经递质, 在调节疼痛感受中发挥重要作用;  $PGE_2$  是临床常用的疼痛因子指标, 其水平升高会加重机体的微循环障碍和疼痛感受<sup>[15]</sup>;  $\beta$ -EP 则是一种内源性镇痛物质, 可以抑制机体的痛觉过敏, 减少 P 物质的释放, 其水平升高有助于缓解疼痛<sup>[16]</sup>。本研究结果显示, 两组患者的 5-HT 及  $PGE_2$  水平显著降低,  $\beta$ -EP 显著升高, 且 A 组的改善程度优于 B 组, 说明低温等离子射频消融术联合胶原酶治疗能够更明显地降低患者的疼痛介质水平, 从而缓解患者的疼痛感受。腰椎间盘突出会导致患者机体内的炎症因子释放, 促进炎症反应发生, 进而加重患者的疼痛<sup>[17]</sup>。IL-1 $\beta$  是机体重要的炎症因子, 其还具有致痛作用, 较高水平的 IL-1 $\beta$  会加重机体的炎症反应及疼痛感受<sup>[18]</sup>; SDF-1 是一种趋化因子, 可以趋化免疫细胞迁移至炎症部位, 从而加重炎症反应, 同时 SDF-1 能够与软骨组织表面的趋化因子受体结合, 促进关节软骨的损伤<sup>[19]</sup>; IL-17 作为机体关键的促炎细胞因子, 具备增强血管内皮细胞通透性之功能, 并能促进其他炎症介质的释放<sup>[20]</sup>。本研究结果显示, 两组患者的 IL-1 $\beta$ 、SDF-1、IL-17 水平显著降低, 且 A 组的改善程度优于 B 组, 说明低温等离子射频消融术联合胶原酶治疗能够更明显地调节患者的炎症因子水平, 改善机体的免疫状态。此外, 本研究对患者的腰椎功能恢复状态进行评估, 结果显示 A 组患者的 JOA 评分显著增高, VAS 评分及 ODI 评分显著降低, 提示低温等离子射频消融术联合胶原酶治疗能够更明显地缓解患者的疼痛, 改善患者的腰椎功能。其原因可能在于低温等离子射频消融术与胶原酶的联合应用进一步增强了髓核组织的降解作用并导致其体积缩小, 明显缓解了对神经根的压迫状况, 从而更明显地缓解了患者的临床症状。相比之下,

尽管射频热凝术也具有一定的疗效,但在远期疗效及腰椎功能改善等方面,低温等离子射频消融术联合胶原酶治疗表现出更明显的优势<sup>[21]</sup>。针对疗效较差的患者,其原因可能在于其病程较长,椎间盘结构破坏严重,髓核突出程度较高,导致神经根受压严重,同时患者的个体差异也可能导致其疗效较差,患者后续仍接受相关腰椎间盘突出症治疗。

综上所述,低温等离子射频消融术与射频热凝术联合胶原酶治疗腰椎间盘突出症均有一定的疗效,能够明显减轻患者的疼痛,改善患者的腰椎功能,且具有较高的安全性,但低温等离子射频消融术联合胶原酶治疗的术后长期疗效优势显著,为临床治疗腰椎间盘突出症提供了新的思路和方法。

### 参考文献

- [1] BOREM R, WALTERS J, MADELINE A, et al. Characterization of chondroitinase-induced lumbar intervertebral disc degeneration in a sheep model intended for assessing biomaterials[J]. *J Biomed Mater Res: A*, 2021, 109(7): 1232-1246.
- [2] ZHANG A S, XU A, ANSARI K, et al. Lumbar disc herniation: diagnosis and management[J]. *Am J Med*, 2023, 136(7): 645-651.
- [3] 赵家贵, 张荣宜, 朱本藩, 等. 椎间孔镜技术与胶原酶溶解术治疗极外侧型(Ⅱ型)腰椎间盘突出症的疗效比较[J]. *中国疼痛医学杂志*, 2023, 29(2): 113-119.
- [4] 林楚妍, 方泽斌, 刘少颜, 等. 低温等离子射频消融术与双极射频热凝术治疗颈椎间盘突出症患者的疗效比较[J]. *中华疼痛学杂志*, 2021, 17(4): 367-372.
- [5] 朱金山, 葛友平. 脊神经脉冲射频联合射频热凝靶点消融在治疗腰椎间盘突出症中的应用效果[J]. *现代医学与健康研究电子杂志*, 2022, 6(19): 69-72.
- [6] 中华医学会骨科分会脊柱外科学组, 中华医学会骨科分会康复学组. 腰椎间盘突出症诊疗指南[J]. *中华骨科杂志*, 2020, 40(8): 477-487.
- [7] FAIZ K W. VAS-visuell analog skala [VAS-visual analog scale][J]. *Tidsskr Nor Laegeforen*, 2014, 134(3): 323.
- [8] POOSIRIPINYO T, PAHOLPAK P, JIRARATTANA-PHOCHAI K, et al. The Japanese orthopedic association back pain evaluation questionnaire (JOABPEQ): a validation of the reliability of the Thai version[J]. *J Orthop Sci*, 2017, 22(1): 34-37.
- [9] ZIGLER J E, DELAMARTER R B. Oswestry disability index[J]. *J Neurosurg Spine*, 2014, 20(2): 241-242.
- [10] 戚敬涛. 经皮椎间孔镜下髓核摘除术对腰椎间盘突出症患者术后疼痛及腰椎功能恢复的影响[J]. *实用中西医结合临床*, 2021, 21(7): 29-30.
- [11] MOMIN A A, STEINMETZ M P. Evolution of minimally invasive lumbar spine surgery [J]. *World Neurosurg*, 2020, 140: 622-626.
- [12] HUANG L, BAI Q, SHEN Y, et al. Radiofrequency ablation of lumbar disc herniation with the two-channel low-temperature plasma[J]. *Asian J Surg*, 2023, 46(1): 565-566.
- [13] KNIGHT M, INKLEBARGER J, TELFEIAN A E, et al. Radiofrequency treatment of iliac and paravertebral cluneal nerves for low back pain[J]. *Pain Physician*, 2022, 25(7): E1129-E1136.
- [14] 胡龙泉, 史小花, 吕卓敏, 等. 胶原酶化学溶解术治疗巨大腰椎间盘突出症的临床疗效和影响因素分析[J]. *空军军医大学学报*, 2024, 45(4): 436-439.
- [15] 夏俊, 奚向东, 张建明. 针刺推拿对老年腰椎间盘突出症患者腰椎功能及疼痛介质的影响[J]. *光明中医*, 2021, 36(3): 439-441.
- [16] 张学良. 射频消融联合胶原酶对腰椎间盘突出症患者血清疼痛介质水平、腰椎功能的影响[J]. *实用中西医结合临床*, 2024, 24(5): 58-60.
- [17] 熊靖, 刘权祥, 程维. 经皮椎弓根螺钉治疗胸腰椎爆裂骨折伴椎管占位疗效分析[J]. *北华大学学报(自然科学版)*, 2022, 23(3): 365-369.
- [18] 于丹丹, 阿荣. CHD 发生发展中炎症因子 TGF- $\beta$ 1、IL-35 作用的研究进展[J]. *山东医药*, 2021, 61(7): 92-95.
- [19] FANG J, XU J, ZHANG Y, et al. Stromal cell-derived factor-1 may play pivotal role in distraction-stimulated neovascularization of diabetic foot ulcer[J]. *Med Hypotheses*, 2021, 149: 110548.
- [20] 郭森勇. 血清 TNF- $\alpha$ 、IL-17 表达预测腰椎间盘突出症患者术后残留疼痛的价值[J]. *河南医学研究*, 2024, 33(16): 2935-2938.
- [21] 徐妍, 潘寅兵, 孙晓迪. 低温等离子消融术和射频热凝术治疗腰椎间盘突出症的临床疗效及安全性比较[J]. *医学研究与战创伤救治*, 2024, 37(9): 972-976.

(收稿日期: 2025-02-07)