

CT 引导下胶原酶联合射频治疗腰椎间盘突出症的疗效分析

王付建

四川省资阳市人民医院康复疼痛科, 四川 资阳 641300

【摘要】 目的 探究 CT 引导下盘外胶原酶联合选择性神经根射频治疗腰椎间盘突出症的临床疗效。**方法** 2023 年 6 月至 2025 年 6 月我院收治的 198 例腰椎间盘突出症患者,按随机数表法分为研究组 99 例(采用 CT 引导下盘外胶原酶联合选择性神经根射频治疗),对照组 99 例(采用 CT 引导下盘外胶原酶溶解术),比较两组疗效、腰椎功能障碍[Roland-Morris 功能障碍调查表(RMDQ)]、疼痛[视觉模拟法(VAS)]、椎间盘形态学(椎间盘容积、椎体高度、椎间孔高度)及并发症。以治疗 3 个月时疗效将研究组分为疗效良好亚组(疗效优+良+可)和疗效不良亚组(疗效差),比较两组临床资料。**结果** 术后 3 个月,研究组总有效率高于对照组($P<0.05$),两组治疗优良率比较差异无统计学意义($P>0.05$);术后 3 个月,研究组 VAS 及 RMDQ 评分低于对照组($P<0.05$);研究组邻近节段髓核容积大于对照组,椎体高度、椎间孔高度均高于对照组($P<0.05$);两组均未发生神经损伤、感染等严重并发症,两组并发症发生率比较差异无统计学意义($P>0.05$);研究组不同疗效患者年龄、病程、椎间盘容积、改良 Pfirrmann 分级、Modic 分型、椎间孔狭窄程度比较,差异有统计学意义($P<0.05$)。**结论** CT 引导下盘外胶原酶联合选择性神经根射频治疗腰椎间盘突出症,在改善疼痛、功能及椎间盘形态方面均优于单一胶原酶疗法,且安全性良好。

【关键词】 腰椎间盘突出症;胶原酶;神经根射频;疗效;影响因素

【中图分类号】 R814.42

【文献标志码】 A

【文章编号】 1672-6170(2026)04-0111-05

Efficacy analysis of CT-guided collagenase combined with radiofrequency ablation for lumbar disc her WANG Fu-jian *Rehabilitation and Pain Department, Ziyang People's Hospital, Ziyang 641300, China*

【Abstract】 Objective To explore the clinical efficacy of CT-guided extradiscal collagenase combined with selective nerve root radiofrequency in the treatment of lumbar disc herniation (LDH). **Methods** A total of 198 patients with LDH admitted to our hospital between June 2023 and June 2025 were recruited. According to the random number table method, the patients were divided into a study group and a control group, 99 in each group. The study group was treated with CT-guided extradiscal collagenase combined with selective nerve root radiofrequency. The control group was treated with CT-guided extradiscal collagenase. The efficacy, lumbar dysfunction assessed by Roland-Morris Dysfunction Questionnaire (RMDQ), pain assessed by visual analogue scale (VAS), intervertebral disc morphology such as intervertebral disc volume, vertebral height and intervertebral foramen height as well as complications were compared between the two groups. The study group were further classified into a good efficacy subgroup (excellent efficacy, good efficacy, fair efficacy) and a poor efficacy subgroup (poor efficacy) based on efficacy status after 3 months of treatment. Clinical data were compared between the two subgroups. **Results** After 3 months of surgery, the overall response rate in the study group was higher than that in the control group ($P<0.05$). There was no significant difference in the excellent and good rate between the two groups ($P>0.05$). After 3 months of surgery, VAS and RMDQ scores in the study group were lower than those in the control group ($P<0.05$). The nucleus pulposus volume of adjacent segments in the study group was larger ($P<0.05$), and the vertebral height and intervertebral foramen height were higher than those in the control group ($P<0.05$). There were no serious complications such as severe nerve injury and infection in the two groups. Some patients experienced transient postoperative pain aggravation. There was no significant difference in incidence of complications between the two groups ($P>0.05$). There were differences in age, course of disease, intervertebral disc

- [19] Matsuda T, Umeda Y, Matsuda T, et al. Preoperative prognostic nutritional index predicts postoperative infectious complications and oncological outcomes after hepatectomy in intrahepatic cholangiocarcinoma[J]. BMC Cancer, 2021,21(1):708.
- [20] She Y, Mangat R, Tsai S, et al. The interplay of obesity, dyslipidemia and immune dysfunction: a brief overview on pathophysiology, animal models, and nutritional modulation[J]. Front Nutr, 2022,9:840209.
- [21] Amorim Sacramento L, Gonzalez-Lombana C, Scott P. Malnutrition disrupts adaptive immunity during visceral leishmaniasis by enhancing IL-10 production[J]. PLoS Pathog, 2024,20(11):e1012716.
- [22] Rajanikanth BR, Achar AT, Prasad K, et al. Comparative evaluation of effect of therapeutic nutrition on serum albumin levels and

nutritional indices in patients undergoing open reduction and internal fixation for maxillofacial fractures-a prospective clinical trial [J]. J Maxillofac Oral Surg, 2025,24(1):110-116.

- [23] Liu K, Liu S, Han Q, et al. Geriatric nutritional risk index and prognostic nutritional index improves predictive value of postoperative mortality: a large-scale retrospective cohort study[J]. Perioper Med (Lond), 2025,14(1):98.
- [24] Kuroda Y, Shiomi H, Morimoto T, et al. The impact of low body mass index on clinical outcomes after coronary artery bypass graft surgery[J]. JTCVS Open, 2025,28:157-179.

(收稿日期:2025-12-18;修回日期:2026-03-05)

(本文编辑:彭 羽)

②疼痛情况:术前、术后 7 d、1 个月、3 个月用视觉模拟法^[15](VAS)评估疼痛,评价工具用 10 cm 标尺上标记疼痛程度,0 分无痛,10 分最剧痛,分数越高疼痛越剧烈。③腰椎功能障碍:术前、术后 7 d、1 个月、3 个月用 Roland-Morris 功能障碍调查表(RMDQ)评估腰椎功能状态^[16],共 24 个问题,选项为是、否,对应 1、0 分,总分 0~24 分,分数越高腰椎功能障碍越严重。④椎间盘形态学:术前、术后 3 个月行腰椎 CT 平扫及三维重建,记录邻近节段髓核容积、椎体高度、椎间孔高度。⑤并发症:记录术后 3 个月内并发症,主要记录感染、神经损伤、过敏反应、术后一过性腰腿痛加重等。

1.4 统计学方法 应用 SPSS 26.0 统计学软件进行数据分析。计量资料经 Kolmogorov-Smirnov 法证实符合正态分布的指标以均数±标准差表示,组间

比较采用独立样本 *t* 检验和重复测量数据的方差分析;计数资料以例数(%)表示,组间比较用 χ^2 检验或 Fisher 精确检验,有序指标用非参数 Mann-Whitney *U* 检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组临床疗效比较 本研究纳入 198 例符合要求的患者,最终 185 例完成研究,丢失患者均为出院后随访丢失,研究完成率 93.43%,最终完成研究:研究组 94 例,对照组 91 例。术后 3 个月研究组总有效率高于对照组($\chi^2=4.363, P<0.05$),两组治疗优良率比较差异无统计学意义($\chi^2=1.450, P>0.05$)。见表 1。

2.2 两组疼痛及腰椎功能障碍评分比较 术后 3 个月,研究组 VAS 及 RMDQ 评分均低于对照组,差异有统计学意义($P<0.05$)。见表 2。

表 1 两组临床疗效比较 [n(%)]

组别	<i>n</i>	优	良	可	差	优良率	有效率
研究组	94	46(48.94)	32(34.04)	9(9.57)	7(7.45)	78(82.98)	87(92.55)
对照组	91	36(39.56)	33(36.26)	6(6.59)	16(17.58)	69(75.82)	75(82.42)

表 2 两组疼痛及腰椎功能障碍评分比较 (分)

组别	<i>n</i>	术前	术后 7d	术后 1 个月	术后 3 个月
研究组	VAS 评分	94	7.24±1.10	3.43±1.04 [#]	2.81±0.99 [#]
	RMDQ 评分	91	18.52±3.20	12.60±2.83 [#]	7.95±2.11 [#]
对照组	VAS 评分	94	7.10±1.23	5.15±1.20	3.72±1.04
	RMDQ 评分	91	18.35±3.24	14.21±3.03	9.97±2.04

[#]与对照组比较, $P<0.05$

2.3 两组椎间盘形态比较 术后 3 个月,研究组邻近节段髓核容积大于对照组($P<0.05$),两组椎体高

度、椎间孔高度差异无统计学意义($P>0.05$)。见表 3。

表 3 两组椎间盘形态比较

组别	<i>n</i>	邻近节段髓核容积(mm ³)		椎体高度(mm)		椎间孔高度(mm)	
		术前	术后 3 个月	术前	术后 3 个月	术前	术后 3 个月
研究组	94	1196.33±213.04	1320.15±198.76 [*]	28.32±2.01	27.93±2.05	18.46±1.84	18.10±1.77
对照组	91	1184.96±208.27	1256.42±201.53 [*]	28.25±2.22	28.08±1.98	18.42±1.92	18.15±1.80
<i>t</i>		0.367	2.165	0.225	0.506	0.145	0.190
<i>P</i>		0.714	0.032	0.822	0.613	0.885	0.849

^{*}与术前比较, $P<0.05$

2.4 两组并发症发生情况比较 术后 3 个月内两组均未发生严重神经损伤、感染等严重并发症,部分患者出现术后一过性疼痛加重,其中研究组 2 例(2.13%),对照组 1 例(1.10%),两组并发症发生率比较,差异无统计学意义($P=1.000$)。

2.5 研究组不同疗效患者一般资料比较 不同疗效亚组患者年龄、病程、椎间盘容积、改良 Pfirrmann 分级、Modic 分型、椎间孔狭窄程度比较,差异有统计学意义($P<0.05$)。见表 4。

表 4 研究组不同疗效患者一般资料比较

项目	疗效良好亚组(<i>n</i> =87)	疗效不良亚组(<i>n</i> =7)	统计量	<i>P</i>
性别[n(%)]	男	48(55.17)	$\chi^2=0.396$	0.529
	女	39(44.83)		
年龄(岁)	48.22±10.5	62.83±8.93	<i>t</i> =3.574	0.001
病程(月)	14.33±4.82	19.62±6.22	<i>t</i> =2.735	0.007
患椎节段[n(%)]	L ₃₋₄	7(8.05)	$\chi^2=1.111$	0.266

项目		疗效良好亚组 (n=87)	疗效不良亚组 (n=7)	统计量	P
改良 Pfirrmann 分级 [n(%)]	L ₄₋₅	47(54.02)	3(42.86)	$\chi^2 = 2.558$	0.011
	L ₅ ~S ₁	33(37.93)	4(57.14)		
	Ⅲ级	30(34.48)	0(0.00)		
	Ⅳ级	48(55.17)	4(57.14)		
	Ⅴ级	9(10.34)	3(42.86)		
Modic 分型 [n(%)]	0 型	62(71.26)	2(28.57)	$\chi^2 = 16.103$	0.001
	Ⅰ型	15(17.24)	2(28.57)		
	Ⅱ型	10(11.49)	2(28.57)		
	Ⅲ型	0(0.00)	1(14.29)		
椎间孔狭窄程度 [n(%)]	无或轻度	68(78.16)	2(28.57)	$\chi^2 = 8.379$	0.004
	中重度	19(21.84)	5(71.43)		

3 讨论

腰椎间盘突出症患者椎间盘源性疼痛的复杂性与其神经支配密切相关。源自脊神经腹支和灰交通支的窦椎神经支配后纵韧带与纤维环外层,基椎神经分布于椎体后部及终板^[17]。椎间盘退变及突出后,炎性介质持续刺激上述神经末梢,并可诱导新生血管长入退变椎间盘组织,形成病理性神经支配,从而导致慢性疼痛^[18]。因此,干预受累神经根的病理状态是提升疗效的关键环节。本研究结果中,虽然两组术后 VAS 评分均呈现下降趋势,但研究组得分仍低于对照组,提示联合选择性神经根射频治疗可提高 CT 引导下盘外胶原酶治疗腰椎间盘突出症患者疼痛缓解效果。盘外注射胶原酶缓解疼痛主要是通过缩小椎间盘容积以解除对神经根机械压迫实现,属于间接起效,而且胶原酶的水解作用需要一定时间显现,因此短期疼痛缓解效果不显著^[19];而选择性神经根射频治疗能靶向作用于责任神经根,通过射频电场的神经调节作用感觉神经 C 纤维和 Aδ 纤维的异常放电,干扰疼痛信号的传导,为患者提供即时的镇痛效果^[20-22]。可见使用 CT 引导下盘外胶原酶联合选择性神经根射频治疗,能通过直接及间接两种路径发挥疼痛缓解效果,使患者急慢性疼痛程度均有效下降。此外,从结果可见 RMDQ 评分与 VAS 评分变化水平同步改变,且研究组表现更佳,表明联合选择性神经根射频治疗能辅助改善腰椎间盘突出症患者腰椎功能。选择性神经根射频治疗的电信号调节作用,不仅能抑制神经根疼痛信号,而且有助于改善受损神经支配区域的肌肉收缩-舒张功能,提高患者肌肉协调性与运动控制能力,使其在同等疼痛程度下有更佳腰椎稳定性和活动耐力,为术后日常活动中表现出更强的功能代偿与适应能力奠定基础^[23]。

腰椎间盘突出症发生发展过程中可导致纤维环破裂、髓核突出,突出椎间盘挤压椎管空间,引发神经压迫的同时,对相邻椎间盘形态有负面影

响^[24,25]。影像学结果显示,术后 3 个月,研究组邻近节段髓核容积显著大于对照组,这说明联合选择性神经根射频治疗能更有效地缓解患椎节段的机械压迫和炎症负荷,胶原酶缩小突出椎间盘容积,辅助神经根射频减轻因局部炎症引发的水肿,在短期内为相邻节段髓核容积提供更多空间。胶原酶发挥水解作用的过程会伴随椎间盘不同程度的皱缩,从而导致椎体力学结构发生一定变化^[26]。而结果显示两组在患椎节段的椎体高度与椎间孔高度没有明显改变,联合疗法在有效解除压迫、控制症状的同时,并未在结构稳定性方面带来额外的负面影响。在安全性方面,本研究两组均未发生严重的神经损伤、感染等并发症,仅少数患者出现一过性疼痛加重,这主要是胶原酶注射后的初期化学刺激反应所致,具有自限性,通常无需特别处理。两组并发症发生率无明显差异,可见联合治疗并未额外增加严重并发症的风险,具有良好的安全性。

本文结果显示,术后 3 个月两组治疗优良率无显著差异,表明单纯盘外胶原酶治疗已能够保障良好的疾病缓解效果,联合射频治疗并未显著提升优质疗效的比例。然而,研究组总有效率显著高于对照组,说明联合选择性神经根射频治疗有助于降低治疗完全失败的风险,确保患者能获得基本治疗效果,这可能提醒对单纯胶原酶治疗反应欠佳的患者,联合治疗能帮助其提供额外获益。进一步对研究组内部不同疗效亚组进行单因素分析,发现该联合疗法的疗效存在异质性,不同疗效研究组患者年龄、病程、椎间盘容积、改良 Pfirrmann 分级、Modic 分型、椎间孔狭窄程度存在差异。具体而言,联合治疗对椎间盘退变程度较轻的患者获益最大,该类患者多以软性突出物压迫和炎症反应为主要病理特征,联合治疗通过胶原酶溶解突出物与射频调控神经疼痛信号的双重机制发挥协同作用,显著改善预后。但对改良 Pfirrmann 分级为Ⅳ~Ⅴ级、存在Ⅱ型或Ⅲ型 Modic 改变、合并中重度椎间孔狭窄的患

者,其症状多源于终板炎性病变或骨性结构狭窄等复杂病理改变,联合治疗改善效果有限,因此疗效不佳。针对此类退变严重的患者有必要考虑更积极的手术干预,以实现彻底减压与稳定。需要指出的是,本研究样本量较少,因此在研究组亚组分析中,无法进一步进行多因素分析以排除混杂因素的干扰,对临床实际指导意义不足。此外,本研究为单中心设计,随访时间较短,未来需通过更大样本、多中心、长期随访的研究进一步明确联合治疗的优势人群及远期疗效。

综上,CT 引导下盘外胶原酶联合选择性神经根射频治疗腰椎间盘突出症,在改善疼痛、腰椎功能及椎间盘形态方面均优于单一胶原酶疗法,且安全性良好。单因素分析提示,患者年龄、病程、椎间盘容积、改良 Pfirrmann 分级、Modic 分型及椎间孔狭窄程度可能与联合疗法的疗效分组有关,这为筛选潜在的影响因素提供了初步线索,有待后续研究验证。

【参考文献】

- [1] Zhang AS, Xu A, Ansari K, et al. Lumbar disc herniation: diagnosis and management[J]. *Am J Med*, 2023, 136(7):645-651.
- [2] Beall DP, Kim KD, Macadaeg K, et al. Treatment gaps and emerging therapies in lumbar disc herniation[J]. *Pain Physician*, 2024, 27(7):401-413.
- [3] Kögl N, Petr O, Löscher W, et al. Lumbar disc herniation—the significance of symptom duration for the indication for surgery[J]. *Dtsch Arztebl Int*, 2024, 121(13):440-448.
- [4] Albert HB, Sayari AJ, Barajas JN, et al. The impact of novel inflammation-preserving treatment towards lumbar disc herniation resection in symptomatic patients: a prospective, multi-imaging and clinical outcomes study[J]. *Eur Spine J*, 2024, 33(3):964-973.
- [5] Albert HB, Sayari AJ, Barajas JN, et al. The impact of novel inflammation-preserving treatment towards lumbar disc herniation resection in symptomatic patients: a prospective, multi-imaging and clinical outcomes study[J]. *Eur Spine J*, 2024, 33(3):964-973.
- [6] Zhang H, Zhang C, Li L, et al. Developments and clinical experiences in collagenase chemonucleolysis for lumbar disc herniation: a narrative review[J]. *Front Med (Lausanne)*, 2025, 11:1522568.
- [7] Yuan P, Shi X, Wei X, et al. Development process and clinical application of collagenase chemonucleolysis in the treatment of lumbar disc herniation: a narrative review in China[J]. *Postgrad Med J*, 2023, 99(1172):529-534.
- [8] Ma X, Tao R, Zhang S, et al. Collagenase chemical lysis versus foraminotomy endoscopic surgery for lumbar disc herniation: superior efficacy and prognostic factors in postoperative recovery[J]. *Am J Transl Res*, 2025, 17(5):3778-3789.
- [9] Li Q, Yang J, Liu T, et al. Percutaneous intradiscal radiofrequency thermocoagulation combined with sinuvertebral nerve ablation for the treatment of discogenic low back pain[J]. *Pain Physician*, 2024, 27(7):E705-E714.
- [10] Živković N, Ruetten S, Tasić G, et al. Percutaneous radiofrequency disc decompression: a study of 27 patients[J]. *Niger J Clin Pract*, 2023, 26(12):1850-1853.
- [11] 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.
- [12] 中华医学会疼痛学分会, 中国医师协会疼痛科医师分会. 腰椎间盘突出胶原酶溶解术临床应用中国专家共识[J]. *中国疼痛医学杂志*, 2022, 28(2):81-85.
- [13] 腰脊神经根阻滞疗法中国专家共识编写专家组, 陈黔, 郑拥军, 等. 腰脊神经根阻滞疗法中国专家共识(2023 版)[J]. *中华疼痛学杂志*, 2023, 19(6):897-906.
- [14] 王立奎, 朱本藩, 赵家贵, 等. 低温等离子射频消融联合 O3 及消炎镇痛液治疗包容性双节段腰椎间盘突出症的疗效分析[J]. *中国疼痛医学杂志*, 2018, 24(6):435-439.
- [15] 万丽, 赵晴, 陈军, 等. 疼痛评估量表应用的中国专家共识(2020 版)[J]. *中华疼痛学杂志*, 2020, 16(3):177-187.
- [16] 梁元文, 陈红, 陈千古, 等. 腰痛功能障碍评价量表 QBPDS、ODI、RMDQ 的比较研究[J]. *颈腰痛杂志*, 2024, 45(6):1040-1046.
- [17] Kim HS, Wu PH, Jang IT. Lumbar degenerative disease part 1: anatomy and pathophysiology of intervertebral discogenic pain and radiofrequency ablation of basivertebral and sinuvertebral nerve treatment for chronic discogenic back pain: a prospective case series and review of literature[J]. *Int J Mol Sci*, 2020, 21(4):1483.
- [18] Kaneda G, Zila L, Wechsler JT, et al. What a pain in the back: etiology, diagnosis and future treatment directions for discogenic low back pain[J]. *Bone Res*, 2025, 13(1):89.
- [19] 董蕊, 杨旭, 杜思扬, 等. CT 三维重建引导低温等离子射频消融联合臭氧及胶原酶治疗腰椎间盘突出症的疗效分析[J]. *临床和实验医学杂志*, 2023, 22(9):991-994.
- [20] Kim WJ, Park HS, Park MK. The effect of needle tip position on the analgesic efficacy of pulsed radiofrequency treatment in patients with chronic lumbar radicular pain: a retrospective observational study[J]. *Korean J Pain*, 2019, 32(4):280-285.
- [21] Sluijter ME, Teixeira A, Vissers K, et al. The anti-inflammatory action of pulsed radiofrequency—a hypothesis and potential applications[J]. *Med Sci (Basel)*, 2023, 11(3):58.
- [22] De M, Mohan VK, Bhoi D, et al. Transforaminal epidural injection of local anesthetic and dorsal root ganglion pulsed radiofrequency treatment in lumbar radicular pain: a randomized, triple-blind, active-control trial[J]. *Pain Pract*, 2020, 20(2):154-167.
- [23] Li SJ, Zhang SL, Feng D. A comparison of pulsed radiofrequency and radiofrequency denervation for lumbar facet joint pain[J]. *J Orthop Surg Res*, 2023, 18(1):331.
- [24] 张琳聆, 王辉昊, 俞仲翔, 等. 基于有限元分析不同类型腰椎间盘突出症的生物力学特征[J]. *医用生物力学*, 2025, 40(3):706-712.
- [25] 王国军, 张世民, 林海, 等. 青少年腰椎间盘突出症脊柱结构形态学异常研究进展[J]. *中国临床解剖学杂志*, 2025, 43(3):366-369.
- [26] 孙涛, 宋文阁. 胶原酶化学溶解术再认识[J]. *中国疼痛医学杂志*, 2013, 19(1):23-25, 28.

(收稿日期:2025-12-12;修回日期:2026-03-05)

(本文编辑:林 赞)