

胶原酶靶点联合硬膜外注射与低温等离子髓核消融术治疗 HIZ 阳性盘源性腰痛的疗效比较

作者：刘欢 刘宇甲 汪强 王炎△

单位：安徽医科大学第四附属医院疼痛科，安徽 合肥 230000

摘要

目的：比较 CT 引导下胶原酶盘内靶点联合硬膜外注射与低温等离子髓核消融术治疗腰椎 MRI 高信号区（high-intensity zone, HIZ）阳性盘源性腰痛（discogenic low back pain, DLBP）的 6 个月临床结局。

方法：采用前瞻性随机对照研究设计，将 64 例符合纳入标准的 HIZ 阳性盘源性腰痛患者随机分为两组。胶原酶靶点注射组（CO 组， $n=32$ ）接受 CT 引导下盘内 HIZ 靶点（200 IU）联合同侧硬膜外（1000 IU）胶原酶注射；对照组（CN 组， $n=32$ ）接受 CT 引导下低温等离子髓核消融术。分别于术前、术后 3 天、术后 1 个月、术后 3 个月、术后 6 个月随访时采用视觉模拟评分法（visual analogue scale, VAS）记录患者腰腿痛情况、Oswestry 功能障碍指数评分（Oswestry disability index, ODI）评估腰椎功能改善情况和改良 MacNab 标准评价患者的手术疗效。

结果：两组患者基线资料具有可比性。术后各时间点，两组 VAS 与 ODI 评分均较术前显著改善（ $P<0.05$ ），且术后各个时间点两组间无统计学差异（ $P>0.05$ ）。术后 6 个月，两组改良 MacNab 优良率均为 87.5%（CN 组：优 21 例、良 7 例、可 4 例；CO 组：优 22 例、良 6 例、可 4 例），组间优良率差异无统计学意义（ $\chi^2=0.000$ ， $P=1.000$ ）；进一步采用 Mann-Whitney U 检验分析两组疗效等级整体分布，差异亦无统计学意义（ $U=496.0$ ， $Z=-0.316$ ， $P=0.752$ ）。CO 组在手术时间及住院费用方面均显著低于 CN 组（ $P<0.05$ ）。

结论：在本研究 6 个月随访范围内，两组患者的疼痛和功能评分均较术前改善，组间未检出统计学差异；胶原酶组手术时间和住院费用较低。本研究为探索性比较，不能据此认定两种术式等效或非劣效，远期疗效与安全性仍需验证。

关键词：盘源性腰痛；高信号区；胶原酶化学溶解术；靶点注射

中图分类号：R681.53

Comparison of intradiscal targeted plus epidural collagenase injection versus coblation nucleoplasty for HIZ-positive discogenic low back pain

Huan LIU, Yujia LIU, Qiang WANG, Yan WANG△

Department of Pain Medicine, The Fourth Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei 230000, Anhui, China

Abstract

Objective: To compare 6-month clinical outcomes of CT-guided intradiscal targeted plus epidural collagenase injection with coblation nucleoplasty in patients with MRI high-intensity zone (HIZ)-positive discogenic low back pain.

通信作者：王炎，E-mail: ch2004640029@fy.ahmu.edu.cn

Methods: A prospective randomized controlled trial was conducted. Sixty-four patients with HIZ-positive discogenic low back pain who met the inclusion criteria were randomly assigned to two groups. The collagenase group (CO group, $n = 32$) received CT-guided intradiscal HIZ-targeted collagenase injection (200 IU) combined with ipsilateral epidural collagenase injection (1000 IU). The control group (CN group, $n = 32$) underwent CT-guided percutaneous coblation nucleoplasty. Visual Analogue Scale (VAS) scores for low back and leg pain, Oswestry Disability Index (ODI), and modified MacNab criteria were assessed preoperatively and at 3 days, 1 month, 3 months, and 6 months postoperatively.

Results: Baseline characteristics were comparable between the two groups. At all postoperative time points, VAS and ODI scores improved significantly compared with preoperative values in both groups ($P < 0.05$), with no statistically significant intergroup differences at any time point ($P > 0.05$). At the 6-month follow-up, the excellent-and-good rate according to the modified MacNab criteria was 87.5% in both groups (CN group: excellent in 21, good in 7, fair in 4; CO group: excellent in 22, good in 6, fair in 4), and no significant difference was found in the excellent-and-good rate between the groups ($\chi^2 = 0.000$, $P = 1.000$). Further analysis using the Mann-Whitney U test revealed no significant difference in the overall distribution of efficacy grades between the two groups ($U = 496.0$, $Z = -0.316$, $P = 0.752$). Operative time and hospitalization costs in the CO group were significantly lower than those in the CN group ($P < 0.05$).

Conclusions: Within 6 months, pain and function improved in both groups, with no statistically significant between-group difference detected. Operative time and hospitalization costs were lower in the collagenase group. This exploratory study does not establish equivalence or noninferiority; longer follow-up and larger studies are needed.

Keywords: discogenic low back pain; high-intensity zone; collagenase chemonucleolysis; target injection

正文

盘源性腰痛（discogenic low back pain, DLBP）是慢性腰痛的重要类型，可造成明显的功能障碍及社会经济负担^[1]。椎间盘退变及纤维环损伤与DLBP的发生密切相关^[2]；纤维环损伤后，炎症反应和异常神经长入等因素可参与疼痛的发生与维持^[1-2]。

椎间盘造影术可辅助判断盘源性疼痛，但存在椎间盘炎、加速退变及假阳性等风险^[3]。Aprill 和 Bogduk 于 1992 年描述的高信号区（high-intensity zone, HIZ），是 T2 加权像上位于后方纤维环内、与髓核高信号分离且信号强于髓核的局灶性高信号^[4]。HIZ 与盘源性腰痛具有一定关联，但其敏感度有

限，不能单独确定疼痛责任节段，仍需结合症状、体征及其他影像表现^[5-6]。

胶原酶化学溶解术作为一种经典的治疗腰椎间盘突出症的微创手术技术，通过特异性溶解髓核中的胶原纤维，降低椎间盘内压力并清除炎症物质的来源，理论上能够缓解化学刺激与机械压迫共同作用所致的盘源性疼痛。尽管该技术用于腰椎间盘突出症已有数十年历史，但对于影像学明确存在 HIZ 特征的 DLBP 患者，针对硬膜外联合盘内靶点注射治疗的临床研究尚未见报道。

本研究对 HIZ 阳性 DLBP 患者进行前瞻性随机比较，观察两种微创治疗在术后 6 个月内的疼痛、功能和手术相关指标，为后续研究提供初步依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

本研究通过安徽医科大学第四附属医院临床研究伦理委员会批准（伦理号：KYXM-202511-017），所有患者均签署知情同意书。纳入 2025 年 1 月至 6 月在安徽医科大学第四附属医院疼痛科拟行微创治疗的 HIZ 阳性盘源性腰痛患者 64 例，按 1:1 分配至低温等离子髓核消融组（CN 组）和胶原酶靶点联合硬膜外注射组（CO 组），每组 32 例。

1.1.1 纳入标准

①18~80 岁，性别不限；②盘源性腰痛病程超过 1 个月且保守治疗效果不佳；③腰椎 MRI 显示单一节段或多节段 HIZ；HIZ 的影像学定义参照 Aprill 和 Bogduk^[4]，即 T2 加权像后方纤维环内局灶性高信号，与髓核信号之间有低信号纤维环相隔，且信号强于髓核。对于多节段 HIZ 患者，结合腰痛主要部位、临床症状与体征及 MRI 异常节段综合判定责任节段；④VAS 评分≥5 分。

1.1.2 排除标准

①合并严重心肺功能不全，不能耐受俯卧位及手术者；②严重凝血功能异常患者；③穿刺部位感染者；④影像学提示显示腰椎椎管狭窄及腰椎滑脱等；⑤合并精神障碍疾病无法配合者；⑥对本研究中所需要使用的药物过敏者。

1.2 手术操作方法

1.2.1 低温等离子髓核消融组(CN 组)

患者俯卧于 CT 操作台，充分暴露腰背部术区，粘贴定位格栅。CT 薄层扫描确定体表穿刺点与穿刺路径，标记后常规消毒、铺无菌洞巾，1% 利多卡因行局部浸润麻醉。穿刺针沿关节突外侧缘刺入椎间盘，到达预设靶点后拔出针芯，注入 1 mL 生理盐水确认针道位置，置入等离子刀头；射频仪输出功率设定为 2 级（约 2 W），针对 HIZ 病变髓核逐 1~3 档位完成热凝、消融操作，每档位热凝、消融各持续 15 s，单点总消融时长约 90 s；操作中间断 CT 扫描观察椎间盘气化状态，确认患者无下肢麻木、剧痛等不适后结束操作，

通信作者：王炎，E-mail: ch2004640029@fy.ahmu.edu.cn

术后返回病房监护。

1.2.2 胶原酶组（CO 组）

与 CN 组类似，患者俯卧于 CT 操作台，充分暴露手术区域，粘贴定位格栅。CT 扫描下确定两个穿刺点及穿刺路径：①关节突外侧缘进针路径及穿刺点；②脊柱中线旁开硬膜外穿刺点及穿刺路径（若患者左侧腰臀部及下肢症状，则选择左正中旁开，反之亦然）。当关节突外侧缘穿刺针进针至椎间盘高信号区靶点，脊柱旁开穿刺针进针至同侧硬膜外间隙时，各注射造影剂碘海醇 1~2 mL，观察造影剂在盘内及纤维环处渗漏情况，以及硬膜外穿刺针处造影剂在椎管内扩散情况，确认造影剂在椎管内而非蛛网膜下腔内扩散。椎管内注射 1%利多卡因 2 mL 作为试验剂量，排除蛛网膜下腔阻滞。然后盘内靶点处缓慢注射胶原酶 200 IU（注射时间约 1 分钟），椎管内缓慢注射胶原酶 1000 IU（注射时间约 2 分钟），注射过程中及注射后 30 分钟内严密观察与监测患者腰痛及下肢放射痛程度、生命体征与神经功能变化。为减轻盘内注药所致的化学性刺激痛，盘内注药前先经穿刺针注入 1%利多卡因 1 mL 局部镇痛；术后常规予以非甾体抗炎药物（如氟比洛芬酯注射液 50 mg，静脉滴注，每日 1 次，连用 3 天）预防性镇痛。若出现注药后疼痛明显加重（VAS 升高 ≥ 3 分），予以短期口服或静脉镇痛药物对症处理；本组无一例因疼痛无法耐受而中止治疗。无不适后拔出穿刺针，覆无菌敷贴，送回病房。

剂量选择：盘内 200 IU 处于既往盘内小剂量靶点注射报道的 75~200 IU 范围^[7]，硬膜外 1000 IU 与既往盘外给药经验所述剂量接近^[8]。结合既往临床应用经验及靶点治疗思路，本研究采用盘内 200 IU 联合硬膜外 1000 IU 的给药方案。由于既往研究的疾病人群、给药入路及药物组合与本研究并不完全相同，该剂量组合仍需进一步研究验证。

1.3 样本量估算

样本量计算我们参考了既往文献及临床共识的预期效应量（Cohen's $d=0.83$ ，属中等效应量）^[9]。使用 PASS 15.0 软件进行样本量估算，选择独立样本双侧 t 检验分析（ $\alpha=0.05$ ，检验功效=0.80），计算得出每组所需样本量为 27 例。考虑到约 20%的脱落率，最终确定每组纳入 32 例患者，总样本量为 64 例。该样本量估算旨在初步观察两种治疗方案的疗效趋势，未预设非劣效或等效界值，因此组间 $P>0.05$ 不能据此解释为两种术式等效或非劣效。

1.4 分组

采用计算机生成随机序列，按 1:1 比例将符合纳入标准的患者分为 CN 组 32 例与 CO 组 32 例。随机分组结果预先置于连续编号的不透明密闭信封中，由分组人员保管；患者完成入组后按顺序开启相应信封确定分组，以实施分配

隐藏。由于两种术式操作方式不同，患者与术者无法设盲，但术后随访评估者（VAS、ODI 评分采集者及 MacNab 疗效判定者）对分组信息保持盲态；数据统计人员不参与手术操作及疗效评估。两组患者均在 CT 引导下确定穿刺点与穿刺路径。

1.5 观察指标

记录年龄、性别、HIZ 节段、手术时间、住院天数和住院费用；于术前及术后 3 天、1 个月、3 个月、6 个月记录 VAS 和 ODI 评分；术后 6 个月按改良 MacNab 标准评价疗效。所有患者 MRI 由 2 名具有相关影像判读经验的医师独立阅片，阅片时不知晓患者分组信息；判定不一致时由两名医师共同复核并达成一致。

①VAS 评分：评估患者疼痛情况，VAS 评分按照数字分为 0~10 分。0 分时：患者无痛苦；1~3 分时：患者主诉有轻微的疼痛，但是尚可忍受（轻微疼痛）；4~6 分时：患者主诉有明显的疼痛并影响夜间睡眠（中度疼痛）；7~10 分时：患者有较为强烈疼痛，且疼痛难忍，夜间无法入睡（重度疼痛）。

②ODI 评分：采用改良 Oswestry 功能障碍指数^[10]评估患者疼痛与腰椎相关功能，包括疼痛、生活自理、提举、行走、坐位、站立、睡眠、性生活、社会生活和旅行 10 个维度；总分越低表示功能障碍越轻。

③MacNab 评分：用于评估腰椎间盘突出症手术的疗效，分为四个标准。优：症状和体征均消失，工作和生活能恢复原来水平；良：患者症状与术前相比明显缓解，偶有轻微腰腿疼痛，无需服用镇痛药物，对工作、生活影响小；可：患者症状减轻，但仍有肢体疼痛不适，对工作、生活影响较大，必要时需要口服止痛药物；差：手术后患者疼痛症状没有改善甚至加重，严重影响患者的工作和生活，需要进一步手术治疗。

1.6 统计分析

所有数据均采用 SPSS 27.0 软件进行统计分析。计量资料经 Shapiro-Wilk 检验证实符合正态分布者，以均数±标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示，组间比较采用独立样本 t 检验；不符合正态分布者，以中位数（四分位数间距） $[M(Q1, Q3)]$ 表示，组间比较采用 Mann-Whitney U 检验。计数资料（如性别、病变节段分布）以例数（百分比） $[n(\%)]$ 表示，组间比较采用 χ^2 检验或 Fisher 精确检验。改良 MacNab 疗效等级（优、良、可、差）为有序分类资料，组间比较采用 Mann-Whitney U 检验，并另行计算优良率（优+良）进行 χ^2 检验作为补充分析。所有检验均为双侧， $P < 0.05$ 视为差异有统计学意义。组间未检出差异不能据此推断等效或非劣效。

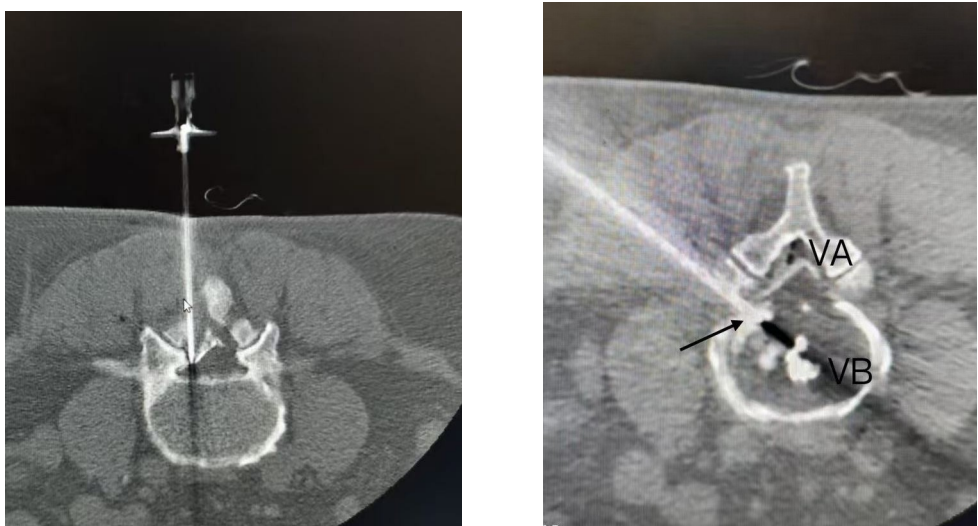


图 1 CT 引导下胶原酶硬膜外联合盘内靶点注射穿刺影像
黑色箭头所示为注射靶点位置 VB：椎体 VA：椎弓

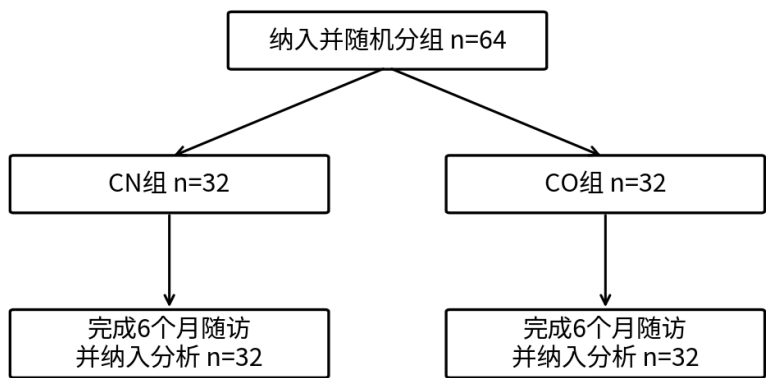


图 2 研究对象随机分组与随访流程

2 结果

2.1 两组患者基线资料的比较

CN 组共 32 例，男 17 例、女 15 例；年龄 38~80 岁，平均 (62.7 ± 10.8) 岁；HIZ 病变节段：L3/4 1 例、L4/5 22 例、L5/S1 9 例；术前 VAS (6.2 ± 0.7) 分，术前 ODI (51.3 ± 6.0) 分。

CO 组共 32 例，男 18 例、女 14 例；年龄 33~79 岁，平均 (60.4 ± 12.3) 岁；HIZ 病变节段：L3/4 3 例、L4/5 18 例、L5/S1 11 例；术前 VAS (6.1 ± 0.7) 分，术前 ODI (50.1 ± 5.1) 分。

两组患者年龄、性别、HIZ 节段、住院天数等一般资料差异无统计学意义

10.12201/bmr.202610.00068V1

($P>0.05$)，但 CO 组手术时间及住院费用均显著低于 CN 组 ($P<0.05$) (表 1)。

2.2 各随访时点 VAS 评分对比

两组术后各时间点 VAS 评分均较术前显著下降 ($P<0.05$)，术后各个时间点两组间无统计学差异 ($P>0.05$) (表 2)。

2.3 ODI 评分比较

两组术后 ODI 评分均较术前明显改善 ($P<0.05$)，术后各个时间点两组间无统计学差异 ($P>0.05$) (表 3)。

2.4 术后 6 个月改良 MacNab 疗效评价

CN 组优良率为 87.5% (优 21 例、良 7 例、可 4 例)，CO 组优良率为 87.5% (优 22 例、良 6 例、可 4 例)，组间优良率差异无统计学意义 ($\chi^2=0.000$, $P=1.000$)；进一步采用 Mann-Whitney U 检验分析两组疗效等级整体分布，差异亦无统计学意义 ($U=496.0$, $Z=-0.316$, $P=0.752$) (表 4)。

2.5 安全性及并发症观察

在术后 6 个月观察期内，两组均未发生蛛网膜下腔误注、化学性脑膜炎、严重过敏反应、硬膜外出血、穿刺部位感染或永久性神经根损伤。CO 组 5 例 (15.6%) 在盘内注药后出现一过性腰痛加重 (VAS 升高 3~4 分)，于术后 1~3 天缓解；CN 组 2 例 (6.3%) 出现一过性腰痛加重，组间发生率差异无统计学意义 ($P>0.05$)。本研究未系统评估椎间盘高度变化及硬膜外纤维化，不能据此判断远期安全性。

表 1 两组患者的基线资料 (n=32, $\bar{x}\pm s$)

变量 e	CN 组	CO 组	t/χ^2	P
年龄 (岁)	62.7 ± 10.8	60.4 ± 12.3	0.807	0.423
男/女 (例)	17/15	18/14		
病变节段 (例)			1.6	0.449

通信作者：王炎, E-mail: ch2004640029@fy.ahmu.edu.cn

10.12201/bmr.202610.00068V1

L3/4	1	3		
L4/5	22	18		
L5/S1	9	11		
住院天数（天）	6.0±0.8	5.9±0.7	0.729	0.431
住院花费（元）	9798.4 ± 23.5	6881.8±1654.8	59.272	<0.01
手术时间（分钟）	42.3 ± 4.1	31.0 ±3.9	11.187	<0.01

注： CN 组（低温等离子髓核成形术）； CO 组（胶原酶靶点注射）。

表 2 两组患者各时间点 VAS 评分 (n=32, x±s)

	CN 组	CO 组	t/χ ²	P
治疗前评分	6.2±0.7	6.1±0.7	0.505	0.616
术后 3 天	2.3±0.7*	2.1±0.7*	0.855	0.396
术后 1 月	1.8±0.5*	1.8±0.5*	0.436	0.664
术后 3 月	1.8±0.6*	2.0±0.6*	-1.184	0.241
术后 6 月	1.9±0.6*	1.8±0.6*	0.20	0.842

注： CN 组（低温等离子髓核成形术）； CO 组（胶原酶靶点注射）； *P < 0.05,与治疗前相比。

表 3 两组患者各时间点 ODI 评分 (n=32, x±s)

ODI 评分	CN 组	CO 组	t/χ ²	P
治疗前评分	51.3±6.0	50.1±5.1	0.844	0.402
术后 3 天	20.5±2.3*	20.7±2.0*	-0.338	0.736
术后 1 月	17.3±1.6*	16.8±1.5*	1.246	0.217
术后 3 月	14.9±1.5*	15.1±1.1*	-0.56	0.578
术后 6 月	14.0±1.4*	13.5±1.3*	1.287	0.203

注： CN 组（低温等离子髓核成形术）； CO 组（胶原酶靶点注射）； *P < 0.05,与治疗前相比。

表 4 两组患者的术后疗效比较（例，%）

MacNab 评分	CN 组	CO 组
-----------	------	------

优	21 (65.6)	22 (68.8)
良	7 (21.9)	6 (18.8)
可	4 (12.5)	4 (12.5)
差	0	0
优良率	28 (87.5)	28 (87.5)

注：优良率对比 $\chi^2=0.000$ ， $P=1.000$ ；疗效等级整体分布 $U=496.0$ ， $Z=-0.316$ ， $P=0.752$ 。

讨论

腰椎间盘突出与盘源性腰痛密切相关，MRI 高信号区（HIZ）可提示纤维环损伤，但其诊断价值仍需结合临床表现判断。近期系统评价及荟萃分析提示 HIZ 与盘源性腰痛存在关联，但单独用于确诊的敏感度有限^[5-6]。对于保守治疗效果不佳的患者，微创介入治疗是可考虑的治疗选择^[1, 11]。低温等离子术主要通过消融髓核、降低盘内压力发挥作用；本研究 CO 组在 CT 引导下采用盘内 HIZ 靶点联合硬膜外胶原酶注射，旨在兼顾局部病变区域与硬膜外相关区域的治疗。

本研究采用造影剂确认盘内及硬膜外穿刺位置，并结合试验剂量和围术期监测降低误注风险。盘内 200 IU 与硬膜外 1000 IU 联合给药的选择参考既往临床应用经验^[7-8]，但两种途径的独立作用及协同效应尚不能由本研究设计加以区分，联合方案的最佳剂量仍有待验证。

本研究两组术后 VAS 及 ODI 评分均较术前改善，术后 6 个月改良 MacNab 优良率均为 87.5%，组间未检出统计学差异。但本研究未按非劣效或等效性试验设计，不能据此认定两种术式等效或非劣效。

手术相关指标方面，CO 组手术时间和住院费用均低于 CN 组，可能与其无需低温等离子刀头及逐档消融操作有关。胶原酶注射仍需精确影像引导、规范疼痛介入操作及急救保障；在具备上述条件的医疗机构中具有一定应用前景。

综上，在本研究 6 个月观察期内，两种术式均可改善 HIZ 阳性盘源性腰痛患者的疼痛及功能，胶原酶组手术时间较短、住院费用较低；组间未检出差异不能证明等效或非劣效，远期疗效及安全性仍需验证。

本研究的局限性包括单中心、小样本及随访仅 6 个月，尚不能评估椎间盘高度丢失、节段不稳、硬膜外纤维化和远期复发；未动态检测炎症指标及纤维环修复情况，也未采用 Kappa 值量化两名阅片医师的一致性。胶原酶作为异种蛋白存在过敏及化学性神经炎等潜在风险，双通道注射还需警惕误注导致的神经损伤。本研究观察期内未发现相关严重并发症，但不能排除少见或迟发事件，仍需长期随访与更大样本研究。

参考文献

通信作者：王炎，E-mail: ch2004640029@fy.ahmu.edu.cn

10.12201/bmr.202610.00068V1

- [1] van Os W K M, Alvarez-Jimenez R, Cohen S P, et al. Discogenic low back pain[J]. Pain Pract, 2025, 25(7): e70062. DOI:10.1111/papr.70062.
- [2] Kaneda G, Zila L, Wechsler J T, et al. What a pain in the back: etiology, diagnosis and future treatment directions for discogenic low back pain[J]. Bone Res, 2025, 13: 89. DOI:10.1038/s41413-025-00472-7.
- [3] Carragee E J, Lincoln T, Parmar V S, et al. A gold standard evaluation of the "discogenic pain" diagnosis as determined by provocative discography[J]. Spine, 2006, 31(18): 2115-2123.
- [4] Aprill C, Bogduk N. High-intensity zone: a diagnostic sign of painful lumbar disc on magnetic resonance imaging[J]. Br J Radiol, 1992, 65(773): 361-369.
- [5] Yang L, Li W, Yang Y, et al. The correlation between the lumbar disc MRI high-intensity zone and discogenic low back pain: a systematic review and meta-analysis[J]. J Orthop Surg Res, 2023, 18: 758. DOI:10.1186/s13018-023-04187-5.
- [6] Yang L, He L, Hu H, et al. Does the high-intensity zone of lumbar intervertebral disc at magnetic resonance imaging have diagnostic value for discogenic low back pain? A meta-analysis[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2024, 25: 869. DOI:10.1186/s12891-024-07981-2.
- [7] 王志剑, 张学学, 翁泽林, 等. 靶点射频联合盘内小剂量胶原酶注射治疗腰椎间盘突出症的临床观察[J]. 中国疼痛医学杂志, 2011(7): 12-14.
- [8] 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, 2025, 11: 1522568. DOI:10.3389/fmed.2024.1522568.
- [9] 刘亚明, 张静涛, 齐璨, 等. 低温等离子联合胶原酶治疗腰椎融合术后邻近节段椎间盘突出症的临床研究[J]. 中国疼痛医学杂志, 2025, 31(7): 528-535.
- [10] 程继伟, 王振林, 刘伟, 等. Oswestry 功能障碍指数的改良及信度和效度检验[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2017, 27(3): 235-241.
- [11] Ravikanth R. A review of discogenic pain management by interventional techniques[J]. J Craniovert Jun Spine, 2020, 11(1): 1-8.