

术前选择性神经根阻滞对经皮椎间孔镜下腰椎间盘突出髓核切除术疗效的影响 *

马钰钦¹ 胡颖¹ 蔡猛² 刘红军^{2△} 金毅^{1,2△}

(¹ 徐州医科大学麻醉学院, 徐州 221004; ² 中国人民解放军东部战区总医院疼痛科, 南京 210002)

摘要 目的: 探讨术前选择性神经根阻滞 (selective nerve root block, SNRB) 对经皮椎间孔镜下腰椎间盘突出髓核切除术 (percutaneous endoscopic lumbar discectomy, PELD) 疗效的影响。**方法:** 选取东部战区总医院疼痛科 2023 年 5 月至 2024 年 7 月单节段腰椎间盘突出伴神经根性疼痛病人 77 例, 按随机数字表法分为 P 组 ($n=39$) 与 S 组 ($n=38$)。P 组仅行 PELD, S 组于 PELD 术前 1 天行 SNRB 治疗。比较两组术前、术后 3 天 VAS 评分, 以及术后 3 个月 VAS 评分、JOA 评分、ODI 指数、SF-36 评分、术后并发症和复发率。**结果:** 与入院时相比, 两组病人各时间点 VAS 评分、ODI 指数明显降低, JOA 评分、SF-36 评分显著升高。与 P 组比较, S 组术前、术后 3 天时 VAS 评分, 以及术后 3 个月时的 VAS 评分、JOA 评分、ODI 指数、SF-36 评分、术后残余腰痛和疼痛反复的发生率差异均有统计学意义; 两组术后总体优良率差异无统计学意义。**结论:** PELD 术前联合 SNRB 治疗单节段腰椎间盘突出术后短期疼痛缓解显著, 术后 3 个月内残余腰痛与疼痛反复的发生率更低, 腰椎功能恢复和生活质量提高更明显。

关键词 腰椎间盘突出症; 经皮椎间孔镜; 选择性神经根阻滞

The effect of preoperative selective nerve root block on the efficacy of percutaneous endoscopic lumbar discectomy for nucleus pulposus *

MA Yu-qin¹, HU Ying¹, CAI Meng², LIU Hong-jun^{2△}, JIN Yi^{1,2△}

(¹ School of Anesthesiology, Xuzhou Medical University, Xuzhou 221004, China; ² Department of Pain Medicine, General Hospital of Eastern Theater Command, Nanjing 210002, China)

Abstract Objective: To explore the impact of preoperative selective nerve root block (SNRB) on the therapeutic effect of percutaneous endoscopic lumbar discectomy (PELD). **Methods:** A total of 77 patients with single-segment lumbar disc herniation accompanied by radicular pain in the Department of Pain Medicine, General Hospital of Eastern Theater Command from May 2023 to July 2024 were selected and randomly divided into group P ($n=39$) and group S ($n=38$) by random number method. Group P underwent PELD only, while group S received SNRB treatment one day before PELD. The VAS scores before and 3 days after surgery, as well as the VAS scores, JOA scores, ODI index, SF-36 scores, postoperative complications, and recurrence rate 3 months after surgery were compared between the two groups. **Results:** Compared with the time of admission, the VAS scores and ODI index of both groups significantly decreased at each time point, and the JOA scores and SF-36 scores significantly increased. Compared with group P, group S had statistically significant differences in VAS scores before surgery and at 3 days after surgery, as well as in VAS scores, JOA scores, ODI index, SF-36 scores, the incidence of postoperative residual low back pain, and recurrent pain at 3 months after surgery. There was no statistically significant difference in the overall excellent rate between the two groups. **Conclusion:** The combination of SNRB before PELD for single-segment lumbar disc herniation leads to significant short-term pain relief after surgery, a lower incidence of residual low back pain and recurrent pain within 3 months, and more obvious improvement in lumbar function recovery and quality of life.

Keywords lumbar disc herniation; percutaneous endoscopic lumbar discectomy; selective nerve root block

* 基金项目: 江苏省社会发展医药项目 (竞争性) (BE2021728)

△ 通信作者 刘红军 spike810@163.com; 金毅 kimye@vip.163.com



腰椎间盘突出症 (lumbar disc herniation, LDH) 是引起腰腿痛最常见原因之一。相较于传统开放手术, 经皮椎间孔镜下腰椎间盘突出髓核切除术 (percutaneous endoscopic lumbar discectomy, PELD) 具有切口小、出血少、恢复快、局部麻醉风险小等优点^[1], 是目前较为推荐的 LDH 微创治疗手段^[2]。国内外有研究统计, 有 25%~30% 的病人于 PELD 术后存在残余腰痛^[3,4], 6%~7% 的病人在术后 2 年内因 LDH 复发再次接受手术治疗^[5]。选择性神经根阻滞 (selective nerve root block, SNRB) 除被用于 PELD 术前定位责任椎间隙外^[6], 也常作为 PELD 术后疼痛发生后的补救治疗措施, 虽然其缓解腰痛及神经根性疼痛的疗效已得到证实^[7], 但在一定程度上延长了病人的治疗周期, 影响了手术疗效。有研究认为, PELD 术中联合 SNRB 能够有效降低术后并发症的发生率^[8], 但目前关于 PELD 术前预防性 SNRB 的临床研究尚不多见。基于此, 本研究拟观察 PELD 术前行 SNRB 对 LDH 病人疗效的影响, 探讨其临床价值。

方 法

1. 一般资料

本研究为单中心、前瞻性、随机对照试验。通过东部战区总医院医学伦理委员会审核 (伦理批号 2024DZKY-024-02), 并于中国临床试验注册中心申请注册 (注册号: CHICTR2500098755)。纳入东部战区总医院疼痛科 2023 年 5 月至 2024 年 7 月因腰椎间盘突出导致神经根性疼痛住院行 PELD 手术治疗病人 77 例。

纳入标准: 年龄 18~80 岁, 男女不限; 临床确诊为单节段 LDH; 单侧下肢放射性疼痛, 伴或不伴有腰痛; 影像学诊断 (MRI、CT 等) 明确, 且突出节段与症状、体征相符合; 经 3 个月以上保守治疗效果不佳。

排除标准: 存在腰椎不稳及腰椎滑脱等其他脊柱疾病; 存在马尾神经损伤表现; 合并椎管内占位、感染或下肢关节疾病; 体重指数 (body mass index, BMI) < 18.5 kg/m² 或 > 30 kg/m², 影响阻滞药物定量; 基础状况差, 无法耐受手术; 诊断不明确/信息不完整; 因自身原因拒绝行 PELD 手术治疗、失访。

2. 分组

病人入院后进行基础情况评估, 符合纳入标准的病人入组前签署知情同意书, 按随机数字表法分为 P 组 ($n=39$) 和 S 组 ($n=38$), P 组仅行 PELD, S 组于 PELD 术前 1 天行 SNRB 治疗。两组病人入院

后均给予依托考昔片每日 60 mg, 手术前停止服用。

3. 样本量计算

根据预实验结果, P 组出院时 (术后 3 天) 疼痛完全缓解率为 43%, S 组为 80%。设双侧 $\alpha=0.05$, 把握度为 90%, 按照两组样本数量 1:1, 利用 PASS 15 软件计算得到至少需要 S 组与 P 组样本量各 33 例。按失访率 10% 计算, 最终至少需要两组各 37 例, 共纳入 74 例。

4. 治疗方法

经皮椎间孔镜下腰椎间盘突出髓核摘除术 (PELD): 病人取侧卧位, 取屈髋、屈膝位, 用腰垫使腹部悬空。C 形臂 X 光机透视定位责任节段, 标记棘突、穿刺路径及穿刺点, 选择经椎间孔入路, 注意避开髂嵴。用 0.25% 利多卡因 (湖北天圣药业有限公司) 沿穿刺点、皮下、筋膜逐层进行局部浸润麻醉。麻醉满意后, 18G 穿刺针穿刺到达病变节段上关节突腹侧, 切开皮肤约 8 mm, 扩张软组织, 逐级放置各级骨钻扩孔, 放置 3 级导杆, 安装工作通道, 随后撤出 3 级导杆, 侧位透视导杆位于椎间孔内, 置入环锯保护套管, 置入环锯去除上关节突根部腹侧, 进行椎间孔成形。X 线透视下环锯位于椎弓根连线内 2~3 mm, 侧位位于椎体后缘连线之后, 置入工作套管, 连接椎间孔镜系统, 生理盐水持续冲洗。如果上关节突尖部对视野有阻挡, 则镜下用咬骨钳或磨钻去除其腹侧。去除突出髓核、增生的黄韧带, 探查、减压神经根, 见神经根自主搏动良好, 水压变化时神经根有回落, 用射频刀头进行纤维环成形, 止血, 缝合切口。所有手术均由同一高年资医师完成。

选择性神经根阻滞 (SNRB): S 组病人于 PELD 术前 1 天行 SNRB。病人取俯卧位, CT 透视下定位穿刺间隙, 体表标记穿刺点。常规消毒铺巾, 穿刺点予以 1% 利多卡因局部逐层浸润麻醉, 麻醉满意后采用 20G×100 穿刺针, 穿刺至病变神经根出口处 (椎间孔外口)。CT 扫描确认针尖位置后回抽注射器无出血, 注入配比为 0.75% 罗哌卡因 (浙江仙琚制药股份有限公司) 1 ml + 地塞米松棕榈酸酯 (广州绿十字制药股份有限公司) 1 ml + 生理盐水 (安徽双鹤药业有限责任公司) 4 ml 的混合液 2 ml。病人无明显不适返回病房。

5. 观察指标

入院收集基线资料包括人口学统计资料 (性别、年龄、BMI)、腰椎间盘突出节段、腰椎间盘突出程度 (Pfirrmann 分级^[9])、病程时间、合并症等。并于出院前复查腰椎 MRI 以确认手术减压效果。



(1) 疼痛程度: 视觉模拟评分法 (visual analogue scale, VAS) 评分, 0 代表无痛, 10 代表最剧烈的疼痛。1~3 分: 轻度疼痛, 4~6 分: 中度疼痛, 7~10 分: 重度疼痛。

(2) 腰椎功能障碍情况: ① Oswestry 功能障碍指数问卷表 (Oswestry disability index, ODI), 包括疼痛强度、日常活动自理、提物、步行、坐位、站立、干扰睡眠、性生活、社会生活、旅游 10 个维度, 得分越高表明功能障碍越严重。② 腰椎日本骨科协会评估治疗分数 (Japanese orthopaedic association, JOA), JOA 总评分最高为 29 分, 最低 0 分。分数越高表明腰椎功能状态越好, 分数越低表明功能障碍越明显。

(3) 生活质量: 健康状况调查问卷 (36-item short-form, SF-36), 包含生理功能、生理职能、躯体疼痛、总体健康、活力、社会功能、情感职能、精神健康 8 个维度, 总分范围 0~100 分, 分数越高表示生活质量越高。

(4) 术后并发症: ① 术后残留腰痛 (postoperative residual low back pain, PRLBP): 术后腰部的持续疼痛、不适和僵硬^[10]; ② 疼痛反复 (recurrent pain): 术前腰腿疼痛经手术痊愈或缓解后再次出现或加重; ③ LDH 复发: 症状反复, 复查 MRI 与术后影像结果对比提示再突出; ④ 其他严重并发症: 如硬膜外血肿、硬脊膜破坏、椎间隙感染、神经根损伤等。

(5) 临床疗效及治疗优良率: ① MacNab 评定标准 (优: 症状完全消失, 恢复原来的工作和生活; 良: 有稍微症状, 活动轻度受限, 对工作生活无影响; 可: 症状减轻, 活动受限, 影响正常工作和生活; 差: 治疗前后无差别, 甚至加重); ② 治疗优良率: $[(\text{优例数} + \text{良例数}) / \text{总例数}] \times 100\%$ 。

VAS 评分分别于入院时、术前、术后 3 天、术后 3 个月进行记录。JOA 评分、ODI 指数、SF-36 评分分别于入院时、术后 3 个月进行记录。在术后 3 个月时记录并发症发生情况并计算优良率。

6. 统计学分析

采用 SPSS 25.0 软件进行统计学处理。计数资料用绝对数 (例数) 和相对数 (率/构成比) 表示, 差异性分析采用卡方检验或 Fisher 精确概率法。使用 Shapiro-Wilk 检验判断连续型数据是否服从正态分布, 用 Levene 检验评估方差齐性。同组前后比较根据是否满足正态分布选择配对样本 t 检验或 Wilcoxon 符号秩和检验。组间比较正态分布

的计量资料用均数 $\pm$ 标准差 ($\bar{x} \pm SD$) 表示, 根据是否满足方差齐性选择独立样本 t 检验或 t' 检验, 非正态分布计量资料用中位数 (M) 和第一四分位数至第三四分位数 (Q1-Q3), 使用曼-惠特尼 U 检验 (Mann-Whitney U test)。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 基线特征

本研究最终纳入 77 例单节段腰椎间盘突出所致神经根性疼痛病人, 其中男性 37 例, 女性 40 例, S 组和 P 组人口学资料 (年龄、BMI)、基础疾病 (高血压、糖尿病)、疾病特征 (突出节段、椎间盘退变情况、伴发症状)、院内因素 (手术时间、术中出血量、住院天数) 等差异均无统计学意义 (见表 1)。出院时所有病人影像学检查结果均未见病变椎间盘取出不全以及髓核残留。

2. 疼痛缓解情况

两组病人入院时 VAS 评分差异无统计学意义, 术后各时间点 VAS 评分均较入院时显著降低 ($P < 0.001$)。S 组术前、术后 3 天、术后 3 个月 VAS 评分均低于 P 组 ($P < 0.05$, 见表 2)。

3. 术后 3 个月腰椎功能障碍及生活质量改善程度

两组病人入院时 JOA 评分、ODI 指数、SF-36 评分差异均无统计学意义。在术后 3 个月时, 两组腰椎功能及生活质量较入院时均有明显改善 ($P < 0.001$)。S 组病人 JOA 评分显著高于 P 组 ($P < 0.01$), 同时较 P 组有更低的 ODI 指数和更高的 SF-36 评分 ($P < 0.05$, 见表 3)。

4. 术后并发症

S 组术后残留腰痛 1 例 (2.6%), 疼痛反复 3 例 (7.9%), 复发 4 例 (10.5%); P 组术后残留腰痛 7 例 (17.9%), 疼痛反复 11 例 (28.2%), 复发 3 例 (7.7%)。S 组术后残留腰痛与疼痛反复发生率均低于 P 组 ($P < 0.05$), 两组间复发率差异无统计学意义 (见表 4)。

所有病人均未出现椎间隙感染、神经根损伤等术后严重并发症。

5. 治疗优良率

根据改良 MacNab 评定标准, S 组 38 例中, 优 30 例, 良 5 例, 优良率 92.1%; P 组 39 例中, 优 25 例, 良 9 例, 优良率 87.2%。两组间优良率差异无统计学意义 (见表 5)。



表 1 两组病人一般资料
Table 1 General data of patients in the two groups

特征 Characteristics	S 组 S group (n = 38)	P 组 P group (n = 39)	P
年龄 (岁) Age (Years)	60.2 (54.0, 71.5)	56.2 (49.0, 68.0)	0.089
体重指数 (kg/m ²) BMI (kg/m ²)	25.9±4.0	25.8±2.7	0.901
下肢疼痛病程时间 (天) Duration of leg pain (Days)	1010.7 (55.0, 1440.0)	451.6 (60.0, 1440.0)	0.058
腰椎间盘突出 Pfirrmann 分级 Pfirrmann grading of lumbar disc degeneration, n (%)			0.461
I	0	0	
II	5 (13.2%)	9 (23.1%)	
III	21 (55.3%)	19 (48.7%)	
IV	12 (31.6%)	10 (25.6%)	
V	0	1 (2.6%)	
伴随症状 Accompanying symptoms, n (%)			
麻木 Numbness	21 (55.3%)	24 (61.5%)	0.576
乏力 Fatigue	8 (21.1%)	14 (35.9%)	0.149
背痛 Back pain	8 (21.1%)	3 (7.7%)	0.088
腰椎间盘突出节段 Segment of the lumbar disc herniation, n (%)			1.000
L ₂₋₃	1 (2.6%)	0	
L ₃₋₄	2 (5.3%)	3 (7.7%)	
L ₄₋₅	21 (55.3%)	21 (53.8%)	
L ₅ S ₁	14 (36.8%)	15 (38.5%)	
高血压病史 Hypertension, n (%)	20 (52.6%)	15 (38.5%)	0.212
糖尿病病史 Diabetes, n (%)	8 (21.1%)	6 (15.4%)	0.519
手术时间 (分钟) Duration of surgery (Minutes)	94.6 (68.8, 110.0)	102.8 (75.0, 126.0)	0.261
术中出血量 (ml) Intraoperative blood loss (ml)	34.5 (13.8, 50.0)	28.6 (0, 50.0)	0.312
住院时间 (天) Length of stay (Days)	7.3 (6.0, 7.3)	6.7 (5.0, 8.0)	0.069

表 2 两组疼痛缓解情况
Table 2 Pain relief of patients in the two groups

记录时间 Time of recording	VAS 评分 VAS scores		P
	S 组 S group (n = 38)	P 组 P group (n = 39)	
入院时 On admission	5.2 (4.0, 6.0)	5.8 (4.0, 7.0)	0.080
术前 Before surgery	2.5 (2.0, 3.2) ****	3.9 (2.8, 5.2) ###	0.000
术后 3 天 3 days after surgery	1.2 (0.6, 1.6) ****	1.8 (1.0, 2.8) ###	0.008
术后 3 个月 3 months after surgery	0.8 (0, 1.2) ****	1.4 (0, 2.1) ###	0.044

*P < 0.05, **P < 0.01, 与 P 组相比; ###P < 0.001, 与入院时相比
*P < 0.05, **P < 0.01, compared with group P; ###P < 0.01, compared with on admission.

表 3 两组腰椎功能障碍及生活质量改善情况
Table 3 Improvement of lumbar spine dysfunction and quality of life in the two groups

评分量表 Rating scale	S 组 S group (n = 38)		P 组 P group (n = 39)	
	入院时 On admission	术后 3 个月 3 months after surgery	入院时 On admission	术后 3 个月 3 months after surgery
JOA 分数 JOA scores	11.3 (8.0, 13.2)	25.3 (24.0, 28.0)****	9.7 (6.0, 14.0)	21.1 (15.0, 27.0) ###
ODI 指数 ODI scores	49.2 (40.0, 61.2)	12.4 (5.0, 18.0)****	50.8 (45.0, 60.0)	19.0 (7.5, 27) ###
SF-36 分数 SF-36 scores	87.2 (75.1, 93.7)	118.2 (110.6, 124.2)****	82.5 (73.2, 85.1)	107.5 (90.2, 124.4) ###

*P < 0.05, **P < 0.01, 与 P 组相比; ###P < 0.001, 与入院时相比
*P < 0.05, **P < 0.01, compared with group P; ###P < 0.001, compared with on admission.

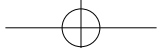


表 4 两组术后并发症发生率

Table 4 The incidence of postoperative complications in the two groups

并发症 Complications	S 组 S group (n = 38)	P 组 P group (n = 39)	P
术后残留腰痛 Postoperative residual low back pain	1 (2.6%) *	7 (17.9%)	0.031
疼痛反复 Recurrent pain	3 (7.9%) *	11 (28.2%)	0.020
复发 Relapse	4 (10.5%)	3 (7.7%)	0.485

*P < 0.05, 与 P 组相比; *P < 0.05, compared with group P.

表 5 两组临床疗效

Table 5 The clinical efficacy of the two groups

MacNab 评定标准 MacNab criteria	S 组 S group (n = 38)	P 组 P Group (n = 39)	P
优 Excellent	30 (78.9%)	25 (64.1%)	0.161
良 Good	5 (13.2%)	9 (23.1%)	
可 Fair	3 (7.9%)	5 (12.8%)	
差 Poor	0	0	

讨 论

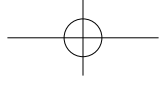
神经根机械压迫与炎性刺激被认为是 LDH 引起疼痛的重要机制。腰椎神经根的神经系统受到突出椎间盘的直接压迫和刺激而受阻, 可导致神经根局部功能性缺血、炎性水肿和酸性代谢产物积聚, 进而引起腰腿痛症状发生^[11]。研究表明, LDH 受压的神经根均伴有不同程度的炎症反应, 神经根性疼痛病人椎间盘切除术标本中存在多种炎症介质 (IL-1 α 、IL-1 β 、IL-6、IL-8、TNF- α 和 PGE2 等) 的升高^[12], 证实了其在致神经根性疼痛中的重要作用^[13]。糖皮质激素可以降低磷脂酶 A2 活性、抑制花生四烯酸及其代谢物的产生与释放^[14], 并将 T 细胞从神经炎症处迁移到外周组织, 抑制促炎因子 IFN- γ 、IL-17 释放, 从而改善神经周围炎症反应^[15]。同时, 糖皮质激素分子还可以与内皮细胞特定受体结合, 中断前蛋白炎症分子的转录和表达, 防止白细胞粘附聚集并减少内皮损伤, 改善组织水肿, 两种机制构成了 SNRB 治疗神经根性疼痛的主要机制^[16]。刁浩峰等^[17] 在一项随机对照试验中表明, PELD 术中联合 SNRB 治疗 LDH 相较于传统椎间开窗减压术具有更加显著的疗效。上述研究结果为本研究方法的可行性提供了理论依据。

地塞米松棕榈酸酯注射液是将地塞米松用棕榈酸酯化以增加其脂溶性, 采用脂微球技术制成脂肪乳剂^[18], 脂质微球直径小, 可快速通过毛细血管, 经巨噬细胞吞噬, 酯酶缓慢水解、释放出活性成分地塞米松, 发挥抗炎作用, 与水溶性地塞米松相比抗炎作用更持久^[19]。钟桥生等^[20] 在一项观察性研究中发现, 将地塞米松棕榈酸酯注射至椎间孔外口

治疗 LDH, 能有效缓解多数病人神经根性疼痛达 4 周。本研究中, SNRB 除能有效减轻术前腰腿疼痛外, 相较于仅行 PELD 的病人能够更加明显地缓解早期术后疼痛。推测可能的原因为长效糖皮质激素能有效减轻因术中损伤、机械牵拉等刺激所引起的炎症反应, 从而减轻术后炎性疼痛; 同时, 其在围手术期内较长时间发挥抗炎作用, 能够充分抑制内源性炎性因子对伤害感受器的刺激和兴奋作用, 抑制外周敏化^[21] 形成, 通过超前镇痛^[22] 机制缓解术后疼痛。

Zhong 等^[23] 在一项随机对照试验中发现, 椎体终板的炎性改变程度 (Modic 改变) 与腰背筋膜水肿为术后残余腰痛的重要危险因素。Xu 等^[24] 通过回顾性研究显示, 终板骨软骨炎是 PELD 术后复发的潜在风险因素。上述研究指出 PELD 术后残余腰痛与复发也与局部炎症反应密切相关。在本研究中, 病人术后早期残余腰痛与疼痛反复的发生率明显降低, 与上述研究结论相符; 而复发率无明显改变, 后续还需要更长时间随访观察以得出进一步的结论。

国外一项报道表明, 经椎间孔入路 PELD 术后 3 个月内梨状肌综合征 (pyriformis syndrome, PS) 的发生率高达 40.4%, 且在第 1 个月左右达到高峰^[25], 这可能是术后臀部及下肢疼痛反复的原因之一。Kim 等^[25] 在研究中通过 logistic 回归分析比较得出, 病人的焦虑情绪能够增加 PS 的发生率, 并认为由焦虑导致的术中肌肉高度紧张会使下方走行的坐骨神经受累, 从而导致术后臀部和下肢疼痛。本研究中观察到, S 组病人术后 3 个月内疼痛反复的发生率显著低于 P 组, 推测其原因为术前更好地镇痛效果降低了病人的焦虑程度, 从而减少了术后因 PS



所导致的疼痛发生。同时,相较于P组,S组病人在围手术期,尤其是术前,表现出更好地依从性和更加稳定的情绪,这可能也是术前行SNRB相较于术中联合SNRB的优势所在。

目前研究显示,PELD术后早期康复锻炼能够缩短活动恢复时间,提升恢复效果^[26]。本研究中S组病人较P组术后疼痛缓解程度更高,可使其术后卧床时间减少、提前下地活动,在术后3个月时表现为更低的肢体功能障碍水平以及更高的生活质量。

本研究存在的临床局限性。首先,本研究为单中心、前瞻性试验,病例选择具有空间聚集性,存在选择偏倚。其次,试验中设置的随访时间点跨度较小,只能监测早期预后情况,缺乏对长期疗效的评估。再者,虽然所有入组病例均为首次手术,但存在部分病史较长病人,入院前曾有多次保守治疗史或者可能已形成痛觉敏化,在一定程度上影响了治疗效果。

综上所述,对于单节段腰椎间盘突出所致神经根性疼痛病人,PELD术前联合SNRB是一种有效的治疗方法。相较于单纯PELD方式,联合SNRB治疗的病人围手术期与术后早期疼痛缓解更佳,术后3个月内残留腰痛与疼痛反复发生率更低,腰椎功能恢复情况更好,且生活质量更高。

利益冲突声明:作者声明本文无利益冲突。

参 考 文 献

- [1] Tacconi L, Baldo S, Mercì G, *et al.* Transforaminal percutaneous endoscopic lumbar discectomy: outcome and complications in 270 cases[J]. J Neurosurg Sci, 2021, 64(6):531-536.
- [2] 中华医学会疼痛学分会脊柱源性疼痛学组. 腰椎间盘突出症诊疗中国疼痛专家共识[J]. 中国疼痛医学杂志, 2020, 26(1):2-6.
- [3] Xia Y, Ishii K, Matsumoto M, *et al.* Radiographic predictors of residual low back pain after laminectomy for lumbar spinal canal stenosis: minimum 5-year follow-up[J]. J Spinal Disord Tech, 2008, 21(3):153-158.
- [4] Yu Y, Wang J, Wang L, *et al.* Prognostic factors for residual symptoms following percutaneous endoscopic lumbar discectomy[J]. Neurosurg Rev, 2024, 47(1):250.
- [5] Tang T, Liu J, Cao J, *et al.* Risk factors and causes of reoperation in lumbar disc herniation patients after percutaneous endoscopic lumbar discectomy: a retrospective case series with a minimum 2-year follow-Up[J]. Med Sci Monit, 2023, 29:e939844.
- [6] Lee SH, Kim KT, Jeong BO, *et al.* The safety zone of percutaneous cervical approach: a dynamic computed tomographic study[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2007, 32(20):E569-E574.
- [7] Deer TR, Pope JE, Hayek SM, *et al.* The polyanalgesic consensus conference (PACC): recommendations on intrathecal drug infusion systems best practices and guidelines[J]. Neuromodulation, 2017, 20(2):96-132.
- [8] 贾志科, 郭银吉, 尹二成. 经皮椎间孔镜技术联合选择性神经根阻滞术对单节段DLSS术后患者腰椎功能及疼痛程度的影响[J]. 现代临床医学, 2021, 47(4):258-260.
- [9] Pfirrmann CW, Metzendorf A, Zanetti M, *et al.* Magnetic resonance classification of lumbar intervertebral disc degeneration[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2001, 26(17):1873-1878.
- [10] Huang S, Wang Z, Xu L, *et al.* Percutaneous endoscopic lumbar discectomy via the medial foraminal and interlaminar approaches: a comparative study with 2-year follow-up[J]. Front Surg, 2022, 9:990751.
- [11] 王刚, 刘尚礼, 程志安, 等. 椎间盘切除术对腰椎间盘突出症腰痛的影响[J]. 中国矫形外科杂志, 2009, 17(1):23-26.
- [12] Burke JG, Watson RW, McCormack D, *et al.* Intervertebral discs which cause low back pain secrete high levels of proinflammatory mediators[J]. J Bone Joint Surg Br, 2002, 84(2):196-201.
- [13] 赵太茂, 刘淼, 赵文, 等. TNF- α 、IL-1 β 在腰椎间盘突出症中致痛作用的研究[J]. 颈腰痛杂志, 2010, 31(3):174-176.
- [14] Sinniah A, Yazid S, Flower RJ. From NSAIDs to glucocorticoids and beyond[J]. Cells, 2021, 10(12):3524.
- [15] Reichardt SD, Amouret A, Muzzi C, *et al.* The role of glucocorticoids in inflammatory diseases[J]. Cells, 2021, 10(11):2921.
- [16] McInnis RF, Kapural L, Mekhail NA. Epidural steroid therapy for back and leg pain: mechanisms of action and efficacy[J]. Spine J, 2005, 5(2):191-201.
- [17] 刁浩峰, 王晓东, 李士学, 等. 椎间孔镜手术联合选择性神经根阻滞治疗腰椎间盘突出症的临床应用[J]. 内蒙古医科大学学报, 2021, 43(3):251-254.
- [18] 余静. 地塞米松棕榈酸酯脂肪乳注射液的制备[J]. 中国药师, 2016, 19(12):2262-2266.
- [19] 梁雁, 许俊羽, 赵侠, 等. 地塞米松棕榈酸酯注射液在中国健康受试者的药代动力学研究[J]. 中国临床药理学杂志, 2015(16):1613-1617.
- [20] 钟桥生, 马东晖. 超声引导椎间孔注射地塞米松棕榈酸酯治疗腰椎间盘突出症的疗效观察[J]. 中国现代药物应用, 2021, 15(12):26-29.
- [21] Ochroch EA, Mardini IA, Gottschalk A. What is the role of NSAIDs in pre-emptive analgesia?[J]. Drugs, 2003, 63(24):2709-2723.



- [22] 张倩, 尤浩军. “超前镇痛”研究进展及麻醉中应用 [J]. 中国疼痛医学杂志, 2016, 22(4):241-244.
- [23] Zhong D, Ke ZY, Chen Q, *et al.* A clinical nomogram for predicting the residual low back pain after percutaneous endoscopic surgery for lumbar disc herniation[J]. *Int Orthop*, 2023, 47(3):819-830.
- [24] Xu J, Li Y, Wang B, *et al.* Percutaneous endoscopic lumbar discectomy for lumbar disc herniation with modic changes via a transforaminal approach: a retrospective study[J]. *Pain Physician*, 2019, 22(6):E601-E608.
- [25] Kim JE, Kim KH. Piriformis syndrome after percutaneous endoscopic lumbar discectomy via the posterolateral approach[J]. *Eur Spine J*, 2011, 20(10):1663-1668.
- [26] 王华勇, 周莉娜. 术后系统化康复功能锻炼在腰椎间盘突出症行经皮椎间孔镜技术治疗的辅助价值 [J]. 颈腰痛杂志, 2019, 40(4):512-514.

• 国际译文 •

抑郁症的新机制——应激动态调控外侧缰核的神经元自噬

重度抑郁症是最致残的精神疾病之一, 全球终生患病率高达 10.6%。压力是抑郁症的重要风险因素。短期适度压力对生存有益, 但长期压力则会扰乱情绪稳态并诱发抑郁。自噬是一种关键的细胞分解代谢过程, 通过形成自噬体包裹胞内蛋白, 并将其转运至溶酶体进行降解。该研究阐述自噬调节应激情绪的具体机制。主要结果: (1) 在慢性束缚应激 (chronic restriction stress, CRS) 小鼠模型中, 系统给予抗抑郁药帕罗西汀和氯胺酮, 两种药物均显著降低外侧缰核 (lateral habenula, LHb) 的 p62 蛋白水平 (自噬降解的底物), 升高 Beclin-1 蛋白水平 (自噬体形成增加标志物), 而其他 8 个脑区 (如 mPFC、NAc 等) 无显著变化。同时, CRS 通过特异性地抑制 LHb 神经元自噬基因表达, 同时激活 mTOR 通路, 导致小鼠抑郁样行为。(2) LHb 自噬对压力的响应具有双向性。急性应激 (acute restraint stress, ARS) 显著增强 LHb 自噬, 而慢性应激导致自噬功能受损。通过增强 LHb 自噬 (给予 mTOR 通路抑制剂雷帕霉素), 可发挥抗抑郁作用; 敲除自噬相关基因 *Atg7* 后, 帕罗西汀和氯胺酮抗抑郁作用可被阻断。(3) LHb 存在按需自噬机制 (on-demand activation)。自噬在高度活跃的神经元中被激活。在 CRS 中, 自噬激活剂选择性降解了 LHb 神经元膜上过度积累的谷氨酸受体 (GluRs), 恢复神经元兴奋性稳态, 缓解抑郁样行为。(4) CRS 中兴奋高的 LHb 神经元更容易发生自噬缺陷, 同时这些特异性 LHb 神经元是产生抑郁的细胞基础。敲除特异性 LHb 神经元的 *Atg7*, 神经元自噬水平降低, CRS 小鼠抑郁样行为增加; 化学遗传学沉默特异性 LHb 神经元, 则可以成功缓解 CRS 中 *Atg7*^{LHb-/-} 小鼠的抑郁样行为。(5) 自噬影响突触可塑性, 是长时程抑制 (long-term depression, LTD) 的必需环节。在未经处理的小鼠中, 低频刺激迅速上调自噬并诱导 LTD, 而对 CRS 小鼠却无法发挥同样作用。结论: 该研究首次揭示了 LHb 脑区在急、慢性应激响应中的自噬双向作用, 发现了自噬缺陷的 LHb 神经元存在谷氨酸受体累积, 提示自噬受损可能是抑郁症的核心病理机制之一。

(Yang L, Guo C, Zheng Z, *et al.* Stress dynamically modulates neuronal autophagy to gate depression onset. *Nature*, 2025, 641(8062):427-437. 北京大学神经科学研究所, 刘一璇 译, 刘风雨 校)

基于三维超声深度学习模型诊断腰部多裂肌慢性损伤 *

闫龙涛¹ 毛 鹏¹ 朱 谦¹ 张 超² 陈伊葶³ 郑 锐³ 张明博² 樊碧发^{1△}

(¹中日友好医院疼痛科, 北京 100029; ²中国人民解放军总医院第一医学中心超声诊断科, 北京 100853; ³上海科技大学信息科学与技术学院, 上海 200120)

摘 要 目的: 多裂肌作为稳定脊柱的核心肌群, 其慢性退行性改变导致腰痛。本研究通过三维超声成像解析多裂肌纹理, 探索人工智能无创评估腰部慢性损伤的可行性。**方法:** 纳入 2024 年 5 月至 2025 年 1 月在中日友好医院疼痛科就诊的 46 例腰痛病人, 采用三维容积探头采集 L₂~S₁ 节段双侧多裂肌共 368 个三维超声容积数据。同步记录病人临床资料。以 MRI 脂肪浸润诊断为金标准, 分别构建随机森林 (random forest, RF) 机器学习模型和深度卷积神经网络 (deep convolutional neural network, DCNN) 模型进行特征分析, 并通过受试者工作特征曲线 (receiver operating characteristic curve, ROC) 比较模型性能。**结果:** DCNN 模型诊断多裂肌脂肪浸润的准确率达 69% (AUC = 0.76), 显著优于 RF 模型的 62% (AUC = 0.68) ($P = 0.032$)。**结论:** 基于三维超声的深度学习技术能有效评估多裂肌慢性损伤, 为腰痛的精准诊疗提供了新型无创影像学工具。

关键词 三维超声; 多裂肌; 深度学习; 脂肪浸润; 慢性腰痛

Diagnosis of chronic lumbar multifidus muscle injury based on a three-dimensional ultrasound deep learning model *

YAN Long-tao¹, MAO Peng¹, ZHU Qian¹, ZHANG Chao², CHEN Yi-ting³, ZHENG Rui³, ZHANG Ming-bo², FAN Bi-fa^{1△}

(¹ Department of Pain Medicine, China-Japan Friendship Hospital, Beijing 100029, China; ² Department of Ultrasound Diagnosis, The First Medical Center of Chinese PLA General Hospital, Beijing 100853, China; ³ School of Information Science and Technology, Shanghai University of Science and Technology, Shanghai 200120, China)

Abstract Objective: The multifidus muscle is the core muscle group for maintaining spinal stability, and its chronic degeneration is the key pathological factor causing low back pain. The aim of this study is to analyze the spatial texture features of the multifidus muscle by three-dimensional ultrasound imaging technology, and to explore the feasibility of artificial intelligence in noninvasive evaluation of chronic lumbar multifidus muscle injury. **Methods:** From May 2024 to January 2025, 46 patients with low back pain in the Department of Pain Medicine, China-Japan Friendship Hospital were enrolled. A total of 368 three-dimensional ultrasound volume data of bilateral multifidus muscles at L₂-S₁ segment were collected by three-dimensional volume probe. The clinical data of patients were recorded simultaneously. With MRI fatty infiltration diagnosis as the gold standard, random forest (random forest, RF) machine learning model and deep convolutional neural network deep convolutional neural network (DCNN) model were constructed for feature analysis, and the performance of the models was compared by receiver operating characteristic curve (ROC). **Results:** The accuracy of the DCNN model in diagnosing fatty infiltration of the multifidus muscle was 69% (AUC = 0.76), which was significantly better than 62% (AUC = 0.68) of the RF model ($P = 0.032$). **Conclusion:** Deep learning based on 3D ultrasound can effectively evaluate chronic multifidus muscle injury and provide a new non-invasive imaging tool for the precise diagnosis and treatment of low back pain.

Keywords three-dimensional ultrasound; multifidus muscle; deep learning; fatty infiltration; chronic low back pain

* 基金项目: 中日友好医院中央高水平医院临床业务费项目 (超声影像下老年人腰部多裂肌损伤早期诊断及疗效评估系统构建) 2024-NHLHCRF-PY-I-10

△ 通信作者 樊碧发 fb1616@yeah.net