·临床研究·

非手术脊柱减压系统牵引联合功能性训练在老年腰椎间盘突出症康复中的作用研究

冯雅娟,贾晓沛*,宋晓彤
(邯郸市第一医院康复医学科,河北 邯郸 056004)

【摘 要】 **目的** 探讨非手术脊柱减压系统牵引联合功能训练在老年腰椎间盘突出症(LDH)康复中的作用。**方法** 选取邯郸市第一医院康复医学科2023年1月至2024年1月收治的150例老年LDH患者为研究对象。采用随机数字表法,将患者分为对照组(普通牵引,$n=50$)、减压组(非手术脊柱减压系统牵引,$n=50$)及联合组(非手术脊柱减压系统牵引+功能性训练,$n=50$),连续干预4周,比较三组干预前后腰腿疼痛程度[视觉模拟评分法(VAS)]、疼痛缓解率、腰椎功能[Oswestry功能障碍指数问卷(ODI)及日本骨科学会(JOA)评分]、腰背竖脊肌积分肌电值(IEMG)及均方根(RMS)。随访1年,统计各组LDH复发率。采用SPSS 27.0统计软件进行数据分析。根据数据类型,多组间比较分别采用单因素方差分析或χ^2检验。**结果** 治疗4周后,三组患者腰腿疼痛VAS评分、ODI及JOA评分、竖脊肌IEMG及RMS水平均较治疗前下降($P<0.05$);减压组及联合组腰腿疼痛VAS评分、ODI及JOA评分、竖脊肌IEMG及RMS水平均低于对照组,疼痛缓解率高于对照组($P<0.05$);减压组及对照组以上指标比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。随访1年,联合组LDH复发率为2.00%(1/50),低于对照组30.00%(15/50)及减压组14.00%(7/50),差异有统计学意义($P<0.05$)。**结论** 非手术减压系统牵引在改善老年LDH患者腰腿疼痛程度,提高腰椎功能,缓解腰椎肌肉疲劳程度中的价值高于普通牵引,联合功能性训练可进一步维持非手术减压系统牵引治疗疗效,降低LDH 1年复发率。

【关键词】 老年人;腰椎间盘突出症;非手术脊柱减压系统牵引;功能性训练
【中图分类号】 R744.2;R493;R592 【文献标志码】 A 【DOI】 10.11915/j.issn.1671-5403.2026.06.092

Effect of non-surgical spinal decompression system traction and functional training on rehabilitation of elderly with lumbar disc herniation

Feng Yajuan, Jia Xiaopei*, Song Xiaotong
(Department of Rehabilitation Medicine, Handan First Hospital, Handan 056004, Hebei Province, China)

【**Abstract**】 **Objective** To investigate the effect of non-surgical spinal decompression system traction combined with functional training on the rehabilitation of elderly patients with lumbar disc herniation (LDH). **Methods** A total of 150 elderly LDH patients admitted to the Department of Rehabilitation Medicine of Handan First Hospital from January 2023 to January 2024 were enrolled as study subjects and were divided into a control group (conventional traction, $n=50$), a decompression group (non-surgical spinal decompression system traction, $n=50$), and a combination group (non-surgical spinal decompression system traction + functional training, $n=50$) using a random number table method. After 4 weeks of continuous intervention, the three groups were compared in the lumbar and leg pain [visual analogue scale (VAS)], pain relief rate, lumbar function [Oswestry disability index (ODI) and Japanese orthopedic association (JOA)], integrated electromyography (IEMG) and root mean square (RMS) of the lumbar erector spinae muscle before and after intervention. After 1 year of follow-up, the recurrence rate of LDH in each group was recorded. The data were analyzed by SPSS 27.0, and *Chi*-square test or *t* test was performed for multi-group comparisons according to the data type. **Results** After 4 weeks of treatment, the VAS scores for the lumbar and leg pain, ODI and JOA scores, and IEMG and RMS levels of the erector spinae muscle in all three groups decreased compared with those before treatment ($P<0.05$). The VAS, ODI, and JOA scores of the lumbar and leg pain, and IEMG and RMS levels in the decompression and combination groups were lower than those in the control group, while the pain relief rate was significantly higher than that in the control group ($P<0.05$). There were no statistical differences in the above indicators between the decompression group and the combination group ($P>0.05$). After 1 year of follow-up, the recurrence rate of LDH in the combination group was 2.00% (1/50), which was lower than 30.00% (15/50) in the control group and 14.00% (7/50) in the decompression group ($P<0.05$). **Conclusion** Non-surgical spinal decompression system traction is more effective than conventional

收稿日期: 2025-0-6-10; **接受日期**: 2025-08-04
基金项目: 河北省医学科学研究课题计划(20230268)
通信作者: 贾晓沛, E-mail: kfyxk8635192@163.com

traction in relieving the lumbar and leg pain, enhancing the lumbar function, and alleviating the lumbar muscle fatigue in elderly LDH patients. Combination of functional training can further maintain the efficacy of non-surgical decompression therapy and reduce the 1-year recurrence rate of LDH.

【**Key words**】 aged; lumbar disc herniation; non-surgical spinal decompression system traction; functional training

This work was supported by Medical Science Research Program of Hebei Province (20230268).

Corresponding author: *Jia Xiaopei*, *E-mail*: *kfyxk8635192@163.com*

腰椎间盘突出症(lumbar disc herniation, LDH)是临床常见病、多发病,患者有腰腿疼痛、下肢麻木等临床表现,生活质量明显下降[1]。腰椎牵引是 LDH 常见的非手术治疗方式,能有效减少腰骶部神经根压迫,缓解患者临床症状,但普通牵引存在见效慢、易复发等问题[2]。非手术脊柱减压系统是一种更先进的牵引技术,其产生的牵引力能维持椎间隙持续负压,并可根据病变部位调节牵引角度,精确定位牵引部位,但其疗效稳定性尚待研究[3]。有研究表示,LDH 患者腰椎旁肌还存在肌力下降、功能紊乱、耐疲劳能力下降等现象[4]。而功能性训练可加强患者腰背肌肉力量,提高腰椎稳定性。本研究通过对比普通牵引、非手术脊柱减压系统牵引以及非手术脊柱减压系统牵引联合功能性训练在老年 LDH 患者中的疗效,旨在寻找操作简单、疗效稳定的 LDH 治疗方式。

1 对象与方法

1.1 研究对象

开展前瞻性研究,选取 2023 年 1 月至 2024 年 1 月邯郸市第一医院康复医学科收治的 150 例老 LDH 患者为研究对象。采用随机数字表法将患者分为对照组(普通牵引,$n=50$)、减压组(非手术脊柱减压系统牵引,$n=50$)及联合组(非手术脊柱减压系统牵引+功能性训练,$n=50$)。纳入标准:年龄 60~70 岁;符合 LDH 诊断标准[5];影像学检查示 L3~S1椎间盘突出,以单节段突出为主;病程≥3 个月;椎间盘突出为轻中度突出,无椎间盘脱出或游离。排除标准:合并脊柱侧弯、脊柱融合、脊柱骨折、脊柱关节炎、脊柱滑脱炎等其他引起腰腿疼痛的系统性疾病;合并严重骨质疏松;合并脊髓受压或脊髓损伤;既往腰椎手术史;合并恶性肿瘤;合并重要器官功能严重不全;出凝血功能异常;合并高血压或糖尿病,且病情控制不佳;合并感染;腰椎间盘髓核突出压迫脊髓及马尾神经,导致严重功能障碍。样本量计算:本研究主要观察指标为 LDH 保守治疗后的腰椎功能及疼痛缓解率,依据上述指标计算样本量。采用均数配对检验公式:$N=\left[\frac{(Z_{\alpha/2}+Z_{\beta})^{\delta}}{\delta}\right]^{2}$,以治疗有效率计算,取最小样本量 $n=100$。本研究经邯郸市第一医院伦理委员会批准(伦理批号:20230471),参与者均知情同意且签署书面知情同意书。研究符合《赫尔辛基宣言》。

1.2 方法

1.2.1 普通牵引治疗 对照组进行普通牵引治疗,治疗仪器为 OL-2000 型电动牵引床(日本 OG Giken 公司)。患者取仰卧位,穿戴束缚带后平卧于治疗床,治疗师调节牵引参数。首次治疗时,牵引力设置为患者体质量的 40%,每进行 1~2 次牵引,将牵引力增加 1.0~2.0 kg,直至患者无法耐受,但最大牵引力应小于患者体质量的 50%+5 kg。每次牵引过程包括 40 个拉伸循环,单次治疗时间为 20 min,治疗结束后解开束缚带,要求患者平卧休息 20 min 后再离开。每周治疗 5 d,1 次/d,连续治疗 4 周。

1.2.2 非手术脊柱减压系统牵引 减压组进行非手术脊柱减压系统牵引,治疗仪器为非手术脊柱减压系统 DRX9000(美国埃克森公司)。治疗前嘱患者平卧硬板床 1~2 d。根据患者临床症状、体征,以及腰椎 CT 及磁共振检查结果,选择合适的治疗位置,将患者基本信息及治疗位置录入电脑。患者穿戴配套的束缚带,骨盆束缚带与牵引绳相连接。患者站立在机器上测量体质量,后将机器放平,患者平躺于机器,头部枕枕头,膝盖下方添加膝垫,使膝关节保持屈曲状,调节腰部气囊高度,使其贴合患者腰部。治疗师调节机器参数,根据患者腰椎治疗部位,调节牵引角度在 6°~40°,牵引时应保障牵引力与脊柱方向一致,第一次牵引质量为患者体质量的 50%-4.5 kg,每牵引 1~2 次后,将牵引力增加 2.27~4.00 kg,直至患者不能耐受,但最大牵引力应小于患者体质量的 50%+4.00 kg。单次治疗共12 个牵引循环,时间为 28.5 min,完成一次拉伸循环后,治疗师按动机器按钮,使治疗平台分离,以减少局部摩擦。若患者治疗过程中出现心慌、闷气、疼痛或下肢麻木等症状加重,则立即减轻牵引重量或停止治疗。治疗结束后将膝盖下的膝垫去除,解开束缚带,患者平卧休息 20 min 后再离开。每周治疗 5 d,1 次/d,连续治疗 4 周。

1.2.3 功能性训练 联合组在非手术脊柱减压治

疗基础上进行功能性训练。在专业康复训练师指导下进行操作,训练内容包含如下:(1)腹式呼吸。患者平卧于瑜伽垫,屈髋屈膝,腰部紧贴垫子,吸气时鼓动肚子,缓慢吸气,呼气时收紧腹部,缓慢呼气,该过程中保持胸部不要上下浮动,避免进行胸式呼吸。一呼一吸时间在10 s左右,每次训练3 min。(2)四足支撑。患者跪于瑜伽垫上,双手撑于肩部正下方,膝关节置于髋部正下方,腹部收紧,下巴微收,头部与躯干呈一条直线,背部保持平直,将瑜伽砖置于一侧膝盖下方,另一侧膝盖悬空,背部挺直与地面平行,保持骨盆稳定,处于中立位,使大腿与躯干呈90°,小腿与大腿呈90°,保持动作30 s,重复3~5组。(3)臀桥。患者在瑜伽垫上取仰卧位,双腿屈膝,大腿与小腿呈90°,腰部紧贴骨盆,双脚略宽于髋部,双脚向外张开30°,膝盖与脚尖方向一致,双手置于身体两侧,掌心向下,吸气时推起腿部,保持背部挺直,前推膝盖发力,至大腿与骨盆在一个平面,腹部收紧,在顶端位置30 s,呼吸时将身体缓慢放下,重复3~5组。(4)小飞燕。患者在瑜伽垫上取俯卧位,手臂伸直向后靠近贴近躯干,双脚与髋同宽,双手、头颈、胸及双腿用力抬高,仅腹部紧贴垫子,身体呈反弓形,双手与双脚向两侧延展,双手及双脚尽量维持在一个平面上,维持动作10~30 s,重复3~5组。患者训练过程中不可憋气,保持正常呼吸,若动作引起疼痛可在腹部垫一个枕头。

1.2.3 观察指标 连续干预4周后,观察治疗前以及治疗4周后各组疗效。(1)疼痛程度:采用视觉模拟量表(visual analogue scale, VAS)[6]评估患者疼痛程度,0分表示无痛,10分表示不能耐受的剧烈疼痛。计算患者治疗4周后疼痛缓解率,疼痛缓解率=(治疗前-治疗后)VAS评分/治疗前VAS评分×100%。(2)腰椎功能障碍程度:采用Oswestry功能障碍指数(Oswestry disability index, ODI)[7]评估患者腰椎功能障碍程度,ODI量表总得分50分,得分越高,患者腰椎功能障碍程度越严重。(3)腰椎功能:采用日本骨科学会(Japanese orthopaedic association, JOA)[8]评分评估患者腰椎功能,量表总得分29分,得分越高,患者腰椎功能越差。(4)腰背肌肉功能:采用上海诺诚医疗器械有限公司生产的型号为MyoMove-EOW的表面肌电图仪,测量患者竖脊肌积分肌电值(integrated electromyography, IEMG)与均方根值(root mean square,RMS),利用仪器自带软件处理数据。其中IEMG表示整个记录期间的肌肉活动总量,RMS用于衡量肌电信号的整体强度。(5)随访时间:随访1年,结合电话随访、微信随访与患者回院复诊资料,统计各组LDH复发情况。根据《脊柱外科学》[9]中LDH复发诊断标准,即患者原有腰腿痛症状缓解至少3个月后再次出现,VAS评分≥4分,出现下肢肌力下降或感觉减退区域与原突出节段一致,影像学检查提示突出节段及突出方向与原来一致。

1.3 统计学处理

采用SPSS 27.0统计软件进行数据分析。计量资料中呈正态分布者以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,组间比较采用配对样本t检验,多组间比较采用单因素方差分析,组间两两比较采用LSD-t检验;计数资料以例数(百分率)表示,组间比较采用χ^2检验。$P<0.05$为差异有统计学意义。多个样本率间的多重比较采用Bonferroni校正显著性水平P,将显著性水平P除以比较次数,得到校正后的显著性水平,以$P<0.016$(调整$\alpha'=0.016$)为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 三组患者基线资料

三组患者基线资料比较,差异均无统计学意义($P>0.05$;表1)。

表1 三组患者基线资料比较

Table 1 Comparison of baseline data among three groups ($n=50$)

Item	Control group	Decompression group	Combined group	F/χ^2	P value
Age(years, $\bar{x}\pm s$)	63.15±2.16	62.49±1.98	63.33±2.24	2.157	0.119
Male/female(n)	26/24	28/22	25/25	0.374	0.829
Average disease course(months, $\bar{x}\pm s$)	19.45±3.49	18.31±3.84	18.94±4.03	1.133	0.325
Body height(m, $\bar{x}\pm s$)	1.67±0.19	1.65±0.22	1.68±0.17	0.309	0.735
Body weight(kg, $\bar{x}\pm s$)	67.84±12.36	66.97±13.66	67.06±12.73	0.068	0.934
Type of disc herniation[n(%)]				1.068	0.586
Central type	19(38.00)	22(44.00)	17(34.00)		
Paracentral type	31(62.00)	28(56.00)	33(66.00)		
Segment of disc herniation[n(%)]				0.903	0.924
L3/4	16(32.00)	13(26.00)	12(24.00)		
L4/5	20(40.00)	21(42.00)	22(44.00)		
L5/S1	14(28.00)	16(32.00)	16(32.00)		

2.2 三组患者治疗前后腰腿疼痛程度

治疗 4 周后,三组患者腰腿疼痛 VAS 评分均较治疗前下降($P<0.05$);减压组及联合组腰腿疼痛 VAS 评分均低于对照组,疼痛缓解率均高于对照组($P<0.05$);减压组与联合组 VAS 评分及疼痛缓解率比较,差异均无统计学意义($P>0.05$;表 2)。

表 2 三组患者治疗前后腰腿疼痛程度比较

Table 2 Comparison of lumbar and leg pain degree before and after treatment among three groups ($n=50$, $\bar{x}\pm s$)

Group	VAS score of lumbar and leg pain(points)		Pain relief rate(%)
	Before treatment	After 4 weeks of treatment	
Control	5.43±1.15	3.03±0.87*	44.20±6.46
Decompression	5.51±1.23	1.56±0.46*#	71.69±10.45#
Combined	5.46±1.16	1.53±0.23*#	71.98±11.39#
F	0.059	107.984	136.061
P value	0.943	<0.001	<0.001

VAS: visual analogue scale. Compared with before treatment, *$P<0.05$; compared with control group, #$P<0.05$.

2.3 三组患者治疗前后 ODI 及 JOA 评分

治疗 4 周后,三组患者 ODI 及 JOA 评分均较治疗前下降($P<0.05$);减压组及联合组 ODI 及 JOA 评分均低于对照组($P<0.05$);减压组与联合组两量表评分比较,差异均无统计学意义($P>0.05$;表 3)。

2.4 三组患者治疗前后腰背竖脊肌表面肌电图仪检测结果

治疗 4 周后,三组竖脊肌 IEMG 及 RMS 均较治疗前下降($P<0.05$);减压组及联合组竖脊肌 IEMG 及 RMS 水平均低于对照组($P<0.05$);而减压组与联合组竖脊肌 IEMG 及 RMS 比较,差异均无统计学意义($P>0.05$;表 4)。

2.5 三组患者治疗后 LDH 复发情况

随访 1 年,三组均无失访病例。联合组 LDH 复发率[2.00%(1/50)]低于对照组[3.00%(5/50)]及减压组[16.00%(8/50)],差异有统计学意义($P<0.05$)。

3 讨 论

腰椎牵引是 LDH 常见的非手术治疗方式,腰椎牵引可将牵引力作用于腰椎及椎旁软组织,减少腰骶部神经根压迫,进而缓解腰腿疼痛及下肢麻木等症状。本研究结果显示,进行普通牵引治疗的对照组老年 LDH 患者治疗 4 周后,腰腿疼痛 VAS 评分以及 ODI、JOA 评分均较治疗前明显下降,但整体疼痛缓解率不高,且随访 1 年发现,对照组 LDH 复发率较高(30.00%),提示普通牵引在老年 LDH 患者中的疗效有限。

非手术脊柱减压系统牵引是一种更为先进的牵引技术,具有普通牵引所欠缺的优势:非手术脊柱减压治疗能保持椎间隙持续负压,方便营养物质及液体渗透至椎间隙,为椎间盘提供营养,促进病变恢复;非手术脊柱减压系统牵引能通过调整牵引角度与腰部气囊,保障牵引力精准作用于病变部位,而普通牵引只能作用于整个脊柱;此外,普通牵引治疗过程中患者存在椎旁肌肉收缩抵抗现象,而非手术脊柱减压系统牵引能分离床体,且仪器自带的压力反

表 3 三组患者治疗前后 ODI 及 JOA 评分比较

Table 3 Comparison of ODI and JOA scores before and after treatment among three groups ($n=50$, points, $\bar{x}\pm s$)

Group	ODI score		JOA score	
	Before treatment	After 4 weeks of treatment	Before treatment	After 4 weeks of treatment
Control	30.33±6.45	25.15±4.79*	19.23±3.45	15.49±2.84*
Decompression	30.68±7.23	11.45±3.74*#	19.56±3.63	6.45±2.25*#
Combined	30.39±7.75	10.78±2.54*#	19.48±2.98	6.24±1.74*#
F	0.034	227.412	0.131	258.931
P value	0.966	<0.001	0.877	<0.001

ODI: Oswestry disability index; JOA: Japanese orthopaedic association. Compared with before treatment, *$P<0.05$; compared with control group, #$P<0.05$.

表 4 三组患者治疗前后腰背竖脊肌表面肌电图仪检测结果比较

Table 4 Comparison of surface electromyography results of lumbar dorsal erector spinae before and after treatment among three groups ($n=50$, $\bar{x}\pm s$)

Group	IEMG(mVs)		RMS(μV)	
	Before treatment	After 4 weeks of treatment	Before treatment	After 4 weeks of treatment
Control	6.84±1.25	6.03±1.07*	0.37±0.07	0.31±0.05*
Decompression	6.74±1.43	5.21±1.12*#	0.39±0.08	0.23±0.06*#
Combined	6.79±1.34	5.16±1.02*#	0.38±0.09	0.21±0.07*#
F	0.069	10.406	0.773	38.182
P value	0.933	<0.001	0.463	<0.001

IEMG: integrated electromyography; RMS: root mean square. Compared with before treatment, *$P<0.05$; compared with control group, #$P<0.05$.

馈装置也能及时感受患者椎旁肌抵抗力度,进而调节牵引力度,避免腰部肌肉收缩抵抗,提高治疗舒适性[10,11]。本研究结果发现,进行非手术脊柱减压系统牵引的减压组患者治疗4周后腰腿疼痛VAS评分以及腰椎功能评分量表ODI和JOA评分均低于对照组,腰腿疼痛缓解率高于对照组,提示非手术脊柱减压系统牵引在治疗老年LDH中的疗效优于普通牵引,与梁英林等[12]研究结果相似。

此外,既往关于LDH患者治疗效果的评估多集中于量表评估,主观性较强。为加强结论客观性,本研究还利用表面肌电图仪对各组患者腰背竖脊肌功能进行检测,结果显示,经4周治疗后各组患者竖脊肌IEMG及RMS水平均较治疗前下降。其中IEMG是肌电信号绝对值积分,表示记录期间肌肉活动总量;RMS是衡量信号整体强度的指标。在静息放松状态下,肌肉IEMG及RMS水平越高,提示肌肉越紧张、疲劳。以上研究结果提示,患者经治疗后,腰背肌肉疲劳程度明显减轻,且减压组及联合组IEMG及RMS水平低于对照组,但减压组与联合组两指标水平无统计学差异($P>0.05$),提示减压组及联合组患者腰背肌肉疲劳改善程度相似,且均明显高于对照组。

有研究证实,LDH患者的椎旁肌肉纤维组织成分较正常人有所改变,具体表现为椎旁肌肉力量及肌耐力下降等[13,14]。椎旁肌肉功能训练在LDH康复中也具有重要意义。功能性训练通过腹式呼吸、四足支撑、臀桥、小飞燕等动作,训练深层腹横肌、膈肌、多裂肌、回旋肌、竖脊肌、腘绳肌等肌肉,改善肌肉耐力及功能。本研究结果发现,联合组患者经非手术脊柱减压系统牵引及功能性训练干预后,其腰腿疼痛VAS评分、疼痛缓解率、ODI评分、JOA评分以及竖脊肌IEMG及RMS均与减压组无差异,提示联合功能性训练在改善老年LDH患者腰腿疼痛程度、腰椎功能及腰背肌肉疲劳程度中的疗效与单独应用非手术脊柱减压系统牵引治疗相似。但随访1年后,联合组患者LDH复发率明显低于减压组,提示联合功能性训练能维持LDH治疗疗效,降低LDH复发风险,这可能与功能性训练能改善腰椎盘肌肉功能相关[15]。

综上,非手术减压系统牵引在改善老年LDH患者腰腿疼痛程度,提高腰椎功能,缓解腰椎肌肉疲劳程度中的价值高于普通牵引,联合功能性训练可进一步维持非手术减压系统牵引疗效,降低LDH 1年复发率。但本研究样本量较小,且均来源于同一所医院,所得结论代表性有限。

【参考文献】

[1] Awadalla AM, Aljulayfi AS, Alrowaili AR, *et al*. Management of lumbar disc herniation: a systematic review[J]. Cureus, 2023, 15(10): e47908. DOI: 10.7759/cureus.47908.

[2] Osama M, Afridi S, Rathore FA. Prone lumbar traction: an underexplored alternative for lumbar radiculopathy and discogenic low back pain[J]. J Pak Med Assoc, 2025, 75(3): 514-517. DOI: 10.47391/JPMA.25-24.

[3] Adar S, Apaydln O, Dündar U, *et al*. Comparison of the effectiveness of traditional motorized traction and non-surgical spinal decompression therapy added to conventional physiotherapy for treatment of chronic low back pain[J]. Cureus, 2024, 16(9): e69610. DOI: 10.7759/cureus.69610.

[4] Jin YZ, Zhao B, Zhao XF, *et al*. Lumbar intradural disc herniation caused by injury: a case report and literature review[J]. Orthop Surg, 2023, 15(6): 1694-1701. DOI: 10.1111/os.13723.

[5] 邱贵兴. 临床诊疗指南: 骨科分册[M]. 第1版. 北京: 人民卫生出版社, 2009: 97-99.

[6] Yan L, Zhang J, Wang X, *et al*. Efficacy of acupuncture for lumbar disc herniation: changes in paravertebral muscle and fat infiltration — a multicenter retrospective cohort study[J]. Front Endocrinol (Lausanne), 2024, 15: 1467769. DOI: 10.3389/fendo.2024.1467769.

[7] Berg B, Gorosito MA, Fjeld O, *et al*. Machine learning models for predicting disability and pain following lumbar disc herniation surgery[J]. JAMA Netw Open, 2024, 7(2): e2355024. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2023.55024.

[8] Zhong Z, Jin K, Qin F, *et al*. Huoxue Tongluo decoction combined with acupuncture in the treatment of lumbar disc herniation and its effect on JOA and VAS scores[J]. J Back Musculoskelet Rehabil, 2024, 37(2): 277-283. DOI: 10.3233/BMR-220347.

[9] 贾连顺, 李健, 林本丹. 脊柱外科学[M]. 第1版. 上海: 第二军医大学出版社, 2009: 128-132.

[10] Chen G, Zheng F, Wang Y, *et al*. Comparison of the clinical effect of cervical spondylotic suspension traction with sitting position and non-surgical spinal decompression system traction in the treatment of cervical spondylotic radiculopathy[J]. Minerva Pediatr (Torino), 2024, 76(1): 123-125. DOI: 10.23736/S2724-5276.23.07299-3.

[11] Andersen Mø, Carreon LY, Hummel S, *et al*. Spinal decompression improves walking capacity in patients with lumbar spinal stenosis[J]. Brain Spine, 2025, 5: 104268. DOI: 10.1016/j.bas.2025.104268.

[12] 梁英林, 张坤, 樊文勃, 等. 腰椎间盘突出症非手术脊柱减压系统治疗疗效及sEMG变化[J]. 颈腰痛杂志, 2023, 44(6): 1090-1091. DOI: 10.3969/j.issn.1005-7234.2023.06.051.

[13] Taşplnar G, Angln E, Oksüz S. The effects of Pilates on pain, functionality, quality of life, flexibility and endurance in lumbar disc herniation[J]. J Comp Eff Res, 2023, 12(1): e220144. DOI: 10.2217/cer-2022-0144.

[14] Yu H, Cancelliere C, Mior S, *et al*. Effectiveness of postsurgical rehabilitation following lumbar disc herniation surgery: a systematic review[J]. Brain Spine, 2024, 4: 102806. DOI: 10.1016/j.bas.2024.102806.

[15] Çelen ZE, Hanege F, Sarl S, *et al*. Medium-to long-term functional outcomes of artcure diffusional patch therapy for lumbar disc herniation: which herniation is more likely to require surgery? [J]. BMC Musculoskelet Disord, 2025, 26(1): 49. DOI: 10.1186/s12891-025-08314-7.

(编辑: 和雨璇)