

doi:10.3969/j.issn.1005-3697.2024.07.020

❖ 临床研究 ❖

# 神经根沉降征四分法预测腰椎管狭窄患者疗效的临床价值

杨利, 王芬, 马远博, 张静, 李娜

(衡水市第四人民医院影像科, 河北 衡水 053000)

**【摘要】目的:** 研究神经根沉降征(NRS)四分法分型预测腰椎管狭窄(LSS)患者疗效的临床价值。**方法:** 回顾性分析 181 例腰椎管狭窄患者的临床资料, 根据治疗方法分为手术组( $n=82$ )和保守组( $n=98$ ), 比较两组患者不同 NRS 分型患者治疗前后 VAS 评分、JOA 评分及功能障碍指数 ODI 变化。**结果:** 手术组和保守组不同 NRS 分型患者最小硬膜囊横截面积(CSA)差异均有统计学意义( $P<0.05$ )。两组患者治疗前及治疗后 12 个月不同 NRS 分型间 VAS、JOA 评分、ODI 指数比较, 差异均有统计学意义( $P<0.05$ )。两组各 NRS 分型患者 VAS、JOA 评分、ODI 指数治疗前后差值比较, 差异均有统计学意义( $P<0.05$ )。组间两两比较: 手术组阳 a 型、阳 b 型、阳 c 型 VAS 评分、JOA 评分、ODI 指数治疗前后差值均大于阴性; 阳 c 型 VAS 评分、JOA 评分、ODI 指数治疗前后差值均大于阳 a 型( $P<0.05$ )。保守组阴性 VAS 评分、JOA 评分、ODI 指数治疗前后差值均大于阳 a 型、阳 b 型、阳 c 型( $P<0.05$ )。**结论:** LSS 不同 NRS 分型患者手术治疗后症状均有所改善, 提示 NRS 对 LSS 患者疗效预测有一定的参考价值。

**【关键词】** 神经根沉降征; 腰椎管狭窄; 疗效; 价值

**【中图分类号】** R687.3 **【文献标志码】** A

## Clinical value of the quadripartite method of nerve root settling sign in predicting the curative effect of lumbar spinal stenosis

YANG Li, WANG Fen, MA Yuan-bo, ZHANG Jing, LI Na

(Department of Imaging, the No. 4 People's Hospital of Hengshui, Hengshui 053000, Hebei, China)

**【Abstract】Objective:** To investigate the clinical value of nerve root settling sign (NRS) quadrilateral method in predicting the curative effect of lumbar spinal stenosis (LSS). **Methods:** 181 patients with symptomatic lumbar spinal stenosis were retrospectively analyzed, and they were divided into surgical treatment group ( $n=82$ ) and conservative treatment group ( $n=98$ ) according to treatment methods. The changes of pain VAS score, JOA score, and Oswestry dysfunction index (ODI) were compared between the two groups of patients with different NRS classifications before and after treatment. **Results:** The minimal cross-sectional area (CSA) of the dural sac in patients with different types from two groups showed statistically significant differences ( $P<0.05$ ). There were significant differences in the VAS, JOA scores, and ODI between the two groups before treatment and 12 months after treatment ( $P<0.05$ ). The comparison of the changes in VAS, JOA scores, and ODI index between the surgical and conservative groups twelve months after treatment showed significant differences ( $P<0.05$ ). Upon intergroup comparison, the improvement in VAS score, JOA score, and ODI index for the positive a, b, and c types in the surgical group were all greater than those for the negative types, the improvement for the positive c type was greater than that for the positive a type, with significant differences ( $P<0.05$ ). In the conservative group, the improvement in VAS score, JOA score, and ODI index for the negative type twelve months after treatment was greater than that for the positive a, b, and c types, with significant differences ( $P<0.05$ ). **Conclusion:** The symptoms of patients with different NRS subtypes of LSS are improved after operation, suggesting that NRS has certain reference value in predicting the curative effect of LSS patients.

**【Key words】** Nerve root subsidence sign; Lumbar spinal stenosis; Curative effect; Value

腰椎管狭窄症(lumbar spinal stenosis, LSS)是腰椎间孔、椎中央管、侧隐窝部位狭窄导致腰部神经根受压, 而出现压迫性腰腿痛、马鞍区麻木等症状, 引起间歇性跛行和功能障碍的退变性脊柱疾病<sup>[1-2]</sup>。

LSS 可采用手术治疗和保守治疗, X 线、CT 等影像学检查虽可对大部分 LSS 作出诊断, 但由于 LSS 的临床症状相对复杂, 普遍存在狭窄程度与临床症状、体征不符的情况, 常出现检查结果与症状不相符的

情况。有研究<sup>[3]</sup>采用影像学检查了 >60 岁无压迫性腰腿痛、马鞍区麻木等 LSS 症状的老年人, 结果发现 20% 有影像学椎管狭窄征象, 说明 LSS 的诊断和治疗存在较大的不确定性, 目前仍无统一客观的指标进行诊断和评估。神经根沉降征 (nerve root sedimentation sign, NRS) 是诊断 LSS 的辅助手段<sup>[4]</sup>, 陈佳等<sup>[5]</sup>综合了传统的二分法和 MRI 椎管最狭窄层面横断面马尾神经的 Schizas 分型<sup>[6]</sup>, 提出的四分法在临床应用后被证实在辅助诊断 LSS 上具有很大的帮助, 但四分法与疗效是否存在关系尚不确定, 国内也无类似的研究。为此, 本研究对保守与手术治疗的 LSS 患者的疗效与 NRS 四分法的关系进行分析。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选取 2019 年 1 月至 2020 年 12 月衡水市第四人民医院收治的 181 例腰椎管狭窄患者作为研究对象, 根据治疗方法分为手术组 ( $n = 82$ ) 和保守组 ( $n = 98$ )。本研究经院医学伦理委员会批准。纳入标准: (1) 年龄 40 ~ 70 岁, 反复双侧交替腰腿痛, 伴有明显的间歇性跛行, 严重者有尿频或排尿困难; (2) 查体显示腱反射减弱、下肢肌萎缩, 腰过伸试验阳性, MRI 检查最小硬膜囊横截面积 (CSA) < 180 mm<sup>2</sup>; (3) 知情同意研究方法, 签署知情同意书。排除标准: (1) 单纯腰椎滑脱或腰椎间盘突出; (2) 不能排除可能由血管源性疾病或类风湿性关节炎等引起的腰腿痛和跛行; (3) 合并脊柱外伤史、腰椎肿瘤、下肢动脉闭塞征等导致腰腿痛和跛行者; (4) 狭窄节段为 L<sub>5</sub> ~ S<sub>1</sub> 的患者, 或因行骨折钢板内固定手术等原因无法行 MRI 检查者。

### 1.2 方法

保守组予以口服非甾体类抗炎药物或乙酰氨基酚类药物、针灸牵引及中药外敷衍等治疗, 疗程 6 个月。手术组根据检查结果及临床症状采用适宜的手术方式治疗, 其中 51 例行微创椎管减压术, 16 例行内固定术和植骨融合, 6 例行椎板切除术, 9 例行椎板开窗术。术后 48 h 给予糖皮质激素消肿, 抗生素预防感染, 拔除引流管后可佩戴腰围下床活动。

### 1.3 观察指标

(1) NRS 分型标准: 马尾神经束在硬膜囊内的分布以背侧为主, 少量位于硬膜囊腹侧。在 MRI 横断面上对 L<sub>3-4</sub>、L<sub>4-5</sub> 节段对各节段采用新的四分法分型, 以腰椎左右侧小关节顶点作水平直线, 将硬膜囊分为背侧和腹侧, 以马尾神经束在硬膜囊内占据面积百分比分型。阴性: 占据面积 < 50%; 阳 a 型: ≤ 50% 占据面积 < 100%; 阳 b 型: 占据面积 =

100%, 但可见马尾神经的束状结构; 阳 c 型: 占据面积 = 100%, 无法分辨马尾神经的束状结构。型别判断标准为只要有一个层面为阳性, 则该节段 NRS 阳性, 如多个层面为阳性, 则以最高阳性分型作为该节段的分型。(2) 腰椎功能: 采用日本骨科协会制定的 JOA 评价量表<sup>[7]</sup> 评估治疗前、治疗 12 个月后腰椎功能, 并计算治疗前后差值 (治疗前后差值 = 治疗后 JOA 评分 - 治疗前 JOA 评分)。该量表总分 29 分, 分值越高则腰椎功能恢复越好。(3) 疼痛情况: 采用视觉模拟评分法 (VAS) 评估, 并计算治疗前后差值 (治疗前后差值 = 治疗前 VAS 评分 - 治疗后 VAS 评分)。以 0 ~ 10 分表示无痛到剧烈疼痛, 评分越高腰腿痛越严重。(4) 功能障碍: 采用 Oswestry 功能障碍指数 (ODI)<sup>[8]</sup> 评定, 并计算治疗前后差值 (治疗前后差值 = 治疗前 ODI 评分 - 治疗后 ODI 评分)。总分 50 分, ODI = 实际得分 / 总评分 × 100% (如果某个问题患者未回答, 则总评分为 45 分), 指数越高表明功能障碍越严重。

### 1.4 统计学分析

应用 SPSS19.0 对数据进行统计学分析。计量资料以 ( $\bar{x} \pm s$ ) 表示, 多组间比较采用单因素方差分析, 两两比较采用 LSD-*t* 检验, 两组间比较采用独立样本 *t* 检验, 同组治疗前后比较采用配对样本 *t* 检验; 计数资料以 [ $n(\%)$ ] 表示, 组间比较采用独立样本  $\chi^2$  检验。  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 手术组各 NRS 分型疗效相关指标比较

组间两两比较, 阳 b 型、阳 c 型最小 CSA 面积均小于阴性及阳 a 型 ( $P < 0.05$ )。阴性与阳 a 型、阳 b 型与阳 c 型最小 CSA 面积比较, 差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。见表 1。

表 1 各 NRS 分型患者一般资料比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

NRS 分型	男/女 (例)	年龄 (岁)	病程 (年)	最小 CSA (mm <sup>2</sup> )
阴性 ( $n = 20$ )	7/13	62.78 ± 7.22	2.71 ± 0.42	114.69 ± 16.49
阳 a 型 ( $n = 26$ )	9/17	61.41 ± 8.65	2.88 ± 0.55	106.72 ± 15.14
阳 b 型 ( $n = 23$ )	8/15	62.05 ± 7.96	2.91 ± 0.48	100.36 ± 9.36 **
阳 c 型 ( $n = 13$ )	5/8	63.27 ± 9.07	2.82 ± 0.47	97.25 ± 9.25 **
$\chi^2/F$ 值	1.027	1.936	0.836	9.443
<i>P</i> 值	0.086	0.062	0.262	< 0.001

\*  $P < 0.05$ , 与阴性比较; #  $P < 0.05$ , 与阳 a 型比较。

治疗前, 组间两两比较: 阳 c 型 VAS 评分高于阴性, 阳 a 型、阳 b 型、阳 c 型 JOA 评分均低于阴性; ODI 指数均高于阴性 ( $P < 0.05$ )。治疗后 12 个月, 各分型 VAS 评分、ODI 指数均低于治疗前, JOA 评分高于治疗前, 差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。组间差值两两比较: 阳 a 型、阳 b 型、阳 c 型治疗后 12

个月 VAS 评分、JOA 评分、ODI 指数差值均大于阴性;阳 c 型 VAS 评分、JOA 评分、ODI 指数差值均大于阳 a 型,差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。见表 2。

表 2 手术组治疗前后 VAS、JOA 评分、ODI 指数比较( $\bar{x} \pm s$ )

NRS 分型	VAS 评分(分)			JOA 评分(分)			ODI 指数(%)		
	治疗前	治疗后 12 个月	差值	治疗前	治疗后 12 个月	差值	治疗前	治疗后 12 个月	差值
阴性( $n=20$ )	4.67 ± 0.82	3.14 ± 0.61 <sup>*</sup>	1.53 ± 0.21	6.40 ± 0.89	8.81 ± 1.08 <sup>*</sup>	2.41 ± 0.19	78.25 ± 11.38	70.69 ± 9.47 <sup>*</sup>	7.56 ± 1.91
阳 a 型( $n=26$ )	4.82 ± 0.98	2.02 ± 0.59 <sup>*#</sup>	2.80 ± 0.39 <sup>#</sup>	5.82 ± 0.76 <sup>#</sup>	10.64 ± 1.24 <sup>*#</sup>	4.82 ± 0.48 <sup>#</sup>	82.69 ± 13.05 <sup>#</sup>	56.69 ± 7.29 <sup>*#</sup>	26.00 ± 5.76 <sup>#</sup>
阳 b 型( $n=23$ )	4.93 ± 0.88	1.96 ± 0.41 <sup>*#</sup>	2.97 ± 0.47 <sup>#</sup>	5.93 ± 0.79 <sup>#</sup>	11.42 ± 1.19 <sup>*#</sup>	5.49 ± 0.40 <sup>#</sup>	82.72 ± 13.82 <sup>#</sup>	53.17 ± 8.03 <sup>*#</sup>	29.55 ± 5.79 <sup>#</sup>
阳 c 型( $n=13$ )	5.23 ± 0.95 <sup>#</sup>	1.71 ± 0.38 <sup>*#</sup>	3.52 ± 0.57 <sup>#△</sup>	5.72 ± 0.81 <sup>#</sup>	12.75 ± 1.33 <sup>*#</sup>	7.03 ± 0.52 <sup>#△</sup>	84.26 ± 14.02 <sup>#</sup>	50.72 ± 8.11 <sup>*#</sup>	33.54 ± 5.91 <sup>#△</sup>
F 值	3.926	8.251	9.276	3.741	9.006	16.408	5.283	22.726	36.726
P 值	0.028	<0.001	<0.001	0.031	<0.001	<0.001	0.009	<0.001	<0.001

\*  $P < 0.05$ ,与同分型治疗前比较;# $P < 0.05$ ,与阴性比较;△ $P < 0.05$ ,与阳 a 型比较。

### 2.2 保守组各 NRS 分型疗效相关指标比较

组间两两比较,阳 b 型、阳 c 型最小 CSA 面积均小于阴性、阳 a 型( $P < 0.05$ )。见表 3。

治疗前,组间两两比较:阳 c 型患者 VAS 评分高于阴性,阳 a 型、阳 b 型、阳 c 型 JOA 评分均低于阴性,ODI 指数均高于阴性( $P < 0.05$ )。治疗后 12 个月,阴性患者 VAS 评分、ODI 指数低于治疗前;JOA 评分高于治疗前( $P < 0.05$ )。组间两两比较:阴性患者 VAS 评分、JOA 评分、ODI 指数治疗前后差值均大于阳 a 型、阳 b 型、阳 c 型( $P < 0.05$ )。见

表 4。

表 3 保守组各 NRS 分型患者一般资料比较( $\bar{x} \pm s$ )

NRS 分型	男/女(例)	年龄(岁)	病程(年)	最小 CSA(mm <sup>2</sup> )
阴性( $n=64$ )	23/41	58.26 ± 7.22	1.11 ± 0.21	131.27 ± 17.60
阳 a 型( $n=14$ )	5/9	59.34 ± 8.65	1.24 ± 0.25	121.45 ± 16.73
阳 b 型( $n=11$ )	8/15	60.71 ± 7.96	1.35 ± 0.20	107.36 ± 10.82 <sup>*#</sup>
阳 c 型( $n=9$ )	3/6	60.48 ± 9.07	1.42 ± 0.26	103.25 ± 9.07 <sup>*#</sup>
$\chi^2/F$ 值	0.976	1.786	0.271	12.807
P 值	0.115	0.067	0.820	<0.001

\*  $P < 0.05$ ,与阴性比较;# $P < 0.05$ ,与阳 a 型比较。

表 4 保守组患者治疗前后 VAS、JOA 评分、ODI 指数比较( $\bar{x} \pm s$ )

NRS 分型	VAS 评分(分)			JOA 评分(分)			ODI 指数(%)		
	治疗前	治疗后 12 个月	差值	治疗前	治疗后 12 个月	差值	治疗前	治疗后 12 个月	差值
阴性( $n=64$ )	3.71 ± 0.63	2.14 ± 0.42 <sup>*#</sup>	1.57 ± 0.21	8.02 ± 0.83	16.53 ± 1.96 <sup>*</sup>	8.51 ± 1.13	61.37 ± 8.94	50.18 ± 7.06 <sup>*</sup>	11.19 ± 1.88
阳 a 型( $n=14$ )	3.92 ± 0.58	3.71 ± 0.56 <sup>#</sup>	0.21 ± 0.02 <sup>#</sup>	7.38 ± 0.72 <sup>#</sup>	7.59 ± 0.73 <sup>#</sup>	0.21 ± 0.01 <sup>#</sup>	69.49 ± 9.36	66.38 ± 8.79 <sup>#</sup>	3.11 ± 0.57 <sup>#</sup>
阳 b 型( $n=11$ )	4.16 ± 0.74	4.22 ± 0.72 <sup>#</sup>	-0.06 ± 0.02 <sup>#</sup>	7.26 ± 0.76 <sup>#</sup>	7.43 ± 0.77 <sup>#</sup>	0.17 ± 0.01 <sup>#</sup>	72.15 ± 10.73 <sup>#</sup>	70.04 ± 10.44 <sup>#</sup>	2.11 ± 0.29 <sup>#</sup>
阳 c 型( $n=9$ )	4.46 ± 0.77 <sup>#</sup>	4.29 ± 0.75 <sup>#</sup>	0.17 ± 0.02 <sup>#</sup>	7.08 ± 0.69 <sup>#</sup>	7.26 ± 0.72 <sup>#</sup>	0.18 ± 0.03 <sup>#</sup>	74.39 ± 11.25 <sup>#</sup>	72.33 ± 11.02 <sup>#</sup>	2.06 ± 0.23 <sup>#</sup>
F 值	4.183	12.429	8.011	3.582	19.605	20.619	16.305	14.809	18.064
P 值	0.024	<0.001	<0.001	0.037	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

\*  $P < 0.05$ ,与同分型治疗前比较;# $P < 0.05$ ,与阴性比较。

### 3 讨论

LSS 的临床表现不具有特异性,大多数症状与腰椎间盘突出症高度相似,所以其在诊断和预后评估至今尚无统一固定的标准<sup>[9]</sup>。了解 LSS 的自然进程是制定治疗措施的关键。LSS 保守治疗的方法很多,包括生活方式改善、药物治疗、脊柱介入封闭治疗、理疗及多学科综合康复治疗等<sup>[10-11]</sup>;手术治疗方法包括微创椎管减压术、内固定术和植骨融合、椎板开窗术及椎板切除术等<sup>[12-13]</sup>。上述众多手术方法中并无特别有效的术式,患者的所有症状也不一定能在术后完全消除,故本研究对行手术治疗的 患者根据病程、狭窄节段、狭窄程度、神经受压情况、是否合并其他腰椎疾病等确定合适术式。

Fazal 等<sup>[14]</sup>调查了 71 例行减压手术的 LSS 患者的 NRS 分型,结果显示,NRS 阳性率为 89.50%,阴性率为 10.5%,NRS 阳性患者出现腰腿痛等症状者较多,患者更多因症状无法忍受而接受手术治疗。本研究采用 NRS 四分法对手术与保守治疗的 LSS 患者进行分型,手术组患者 NRS 分型中以阳性患者居多,保守组以阴性患者居多,与上述相符。NRS 阴性提示硬膜囊内的神经根能很好地沉降,反之 NRS 阳性说明硬膜囊内的神经根不能很好地沉降,原因可能是腰部神经根在长期慢性无菌性炎症的刺激下形成广泛粘连,导致其在硬膜囊内的沉降受阻,阳性分型越高,沉降受阻越严重。故 NRS 分型可在一定程度上反映患者腰部病变的严重程度,也间接反映患者的疗效。Braz 等<sup>[15]</sup>对 138 例 LSS 患者进

行了 2 年的随访,其中 69 例行手术治疗,2 年后 NRS 阳性患者 ODI 平均指数较术前平均提高 29.00%,NRS 阴性患者平均提高 28.40%,两组无统计学差异。而在保守治疗的 49 例患者中,随访 2 年,NRS 阳性患者 ODI 平均指数较术前平均提高 0.60%,NRS 阴性患者平均提高 17.70%,两组比较差异有统计学意义。故发现 NRS 不能预测手术治疗的长期疗效,且 NRS 阳性患者不宜采用保守治疗,手术治疗可能更加适宜。

本研究结果显示,NRS 各型患者采用手术治疗后 12 个月疼痛及临床症状均较治疗前改善;而保守组患者在治疗后 12 个月后有 NRS 阴性患者疼痛及临床症状体征较治疗前有明显改善,阳性 3 个亚型患者治疗后 12 个月疼痛及临床症状较治疗前均无统计学差异。手术组治疗后 12 个月 NRS 阳性患者手术治疗效果明显好于阴性,阳性分型越高手术效果越好。而保守组 NRS 阳性患者保守治疗无明显效果。说明 NRS 对 LSS 患者疗效预测有一定的参考价值,与 Braz 等<sup>[15]</sup>研究存在明显差异。可能是其使用的是 NRS 二分法,仅有阴性和阳性之分,故其研究中 NRS 仅对保守治疗的患者疗效的预测有一定的价值。

NRS 阳性患者手术治疗效果较好,且阳 c 型患者疗效优于阳 a 型。分析原因可能是 NRS 阳性患者硬膜囊内神经根存在不同程度的压迫和粘连,药物、理疗等保守治疗无法解除压迫和粘连,所以症状改善有限。而手术可松解神经根,解除对神经根的压迫,消除周围组织粘连,可从根本上去除病因,故近期可获得满意效果,NRS 分型越高的患者疗效越大。同时鉴于 NRS 阴性患者手术治疗的效果欠佳,故对此类拟行手术的患者应慎重,建议进一步通过肌电图、下肢血管彩超等相关检查,在排除可能引起压迫性腰痛、间歇性跛行和功能障碍等症状的其他神经源性和血管源性疾病后再行手术治疗。NRS 阳性患者保守治疗无显著疗效,甚至部分患者疼痛较治疗前加重,故建议 NRS 阳性且影像学上责任节段狭窄严重且保守治疗无效患者给予手术治疗。

综上,NRS 四分法对指导 LSS 患者治疗方式的选择及疗效预测方面有一定的价值。

#### 参考文献

[1] Yang F,Wang Y, Ma Y, *et al.* Single-segment central lumbar spinal

stenosis: correlation with lumbar X-ray measurements[J]. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*,2021,34(4):581-587.

[2] Nagai S,Kawabata S,Michikawa T, *et al.* Association between frailty and locomotive syndrome in elderly patients with lumbar spinal stenosis:A retrospective longitudinal analysis [J]. *Geriatrics and Gerontology International*,2024,24(1):116-122.

[3] Zhao XB, Ma HJ, Geng B, *et al.* Percutaneous endoscopic unilateral laminotomy and bilateral decompression for lumbar spinal stenosis [J]. *Orthopaedic Surgery*,2021,13(2):641-650.

[4] 赵李奔,孙笛,高晓荣,等. 探讨神经根沉降症在退变性腰椎管狭窄症临床治疗中的意义[J]. *神经损伤与功能重建*,2020,15(4):240-242.

[5] 陈佳,赵凤东,范顺武. 马尾沉降征在腰椎管狭窄症诊断中的价值[J]. *中华骨科杂志*,2015,35(6):636-642.

[6] Schizas C, Theumann N, Burn A, *et al.* Qualitative grading of severity of lumbar spinal stenosis based on the morphology of the dural sac on magnetic resonance images [J]. *Spine*,2010,35(21):1919-1924.

[7] 孙兵,车晓明. 日本骨科协会评估治疗(JOA 评分) [J]. *中华神经外科杂志*,2013(9):969.

[8] 刘绮,麦明泉,肖灵君,等. 中文版 Oswestry 功能障碍指数评定慢性腰痛患者的反应度研究[J]. *中国康复医学杂志*,2010,25(7):621-624.

[9] 李敏红,余林,李志铭,等. MRI 检查神经根沉降征诊断 LSS 患者的价值及其危险因素分析[J]. *影像科学与光化学*,2022,40(1):53-58.

[10] 邓罗义,宁旭,杨华,等. 神经根沉降征在非手术治疗腰椎间盘突出症中的疗效预测价值[J]. *中国骨与关节损伤杂志*,2022,37(5):449-452.

[11] 赵李奔,孙笛,高晓荣. 神经根沉降征在退行性腰椎管狭窄治疗中的评估价值[J]. *临床骨科杂志*,2020,23(2):183-186.

[12] 李增,肖杰,龙浩,等. 基于 MRI 分析黄韧带横截面积与神经根沉降征的相关性[J]. *东南国防医药*,2019,21(5):478-481.

[13] 涂志鹏,解放,黄培培,等. 神经根沉降征在腰椎管狭窄症诊治中的作用[J]. *骨科*,2019,10(4):359-362.

[14] Fazal A, Yoo A, Bendo JA. Does the presence of the nerve root sedimentation sign on MRI correlate with the operative level in patients undergoing posterior lumbar decompression for lumbar stenosis? [J]. *The Spine Journal: Official Journal of the North American Spine Society*,2013,13(8):837-842.

[15] Barz T, Melloh M, Staub LP, *et al.* Increased intraoperative epidural pressure in lumbar spinal stenosis patients with a positive nerve root sedimentation sign [J]. *European Spine Journal: Official Publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*,2014,23(5):985-990.

(收稿日期:2024-02-20

修回日期:2024-04-21)