

# 破裂型腰椎间盘突出症转归预测因素的 Logistic 回归分析

俞鹏飞<sup>1</sup>, 刘锦涛<sup>2</sup>, 马智佳<sup>2</sup>, 钟鸣<sup>3</sup>, 李晓春<sup>2</sup>, 姜宏<sup>2</sup>

(1. 南京中医药大学, 江苏 苏州 210046; 2. 南京中医药大学附属苏州市中医医院, 江苏 苏州 215009; 3. 苏州大学附属瑞华医院; 江苏 苏州 215104)

**【摘要】** 目的: 探讨破裂型腰椎间盘突出症经保守治疗后突出物的转归及预测因素。方法: 选取 2009 年 6 月至 2016 年 6 月期间, 对苏州市中医医院骨伤科单纯接受保守治疗的 147 例破裂型腰椎间盘突出症患者进行临床疗效及 MRI 随访。采用多因素非条件 Logistic 回归分析(后退逐步回归法), 分析患者性别(X1)、年龄(X2)、病程(X3)、突出率(X4)、Komori 分型(X5)、MSU 分型(X6)、Iwabuchi 分型(X7)、Pfirrmann 分级(X8)、相邻椎体 Modic 改变(X9)、椎管形态(X10)、马尾沉降征 Schizas 分型(X11)共 11 项二分类变量与突出物吸收率的关系。结果: 所有病例经随访, 共发现 64 例突出物重吸收(吸收率 $\geq 30\%$ ), 占 43.5%。其中病程 $< 1$ 年( $P=0.006$ )、MSU 分型 3 型( $P=0.001$ )、Iwabuchi 分型 1 或 5 型( $P=0.000$ )、马尾沉降征 Schizas 分型 A 型或 B 型( $P=0.004$ )的患者最容易发生重吸收。回归方程  $Y = -10.363 + 1.916X_3 + 1.446X_4 - 1.445X_5 + 2.070X_6 + 4.679X_7 + 1.125X_9 + 1.023X_{10} + 2.223X_{11}$ 。而年龄、性别、Pfirrmann 分级和椎管形态对突出物重吸收的影响无统计学意义。结论: 破裂型腰椎间盘突出症经非手术治疗后可出现突出物的重吸收现象, 其中病程 $< 1$ 年、MSU 分型 3 型、Iwabuchi 分型 1 或 5 型、马尾沉降征 Schizas 分型 A 型或 B 型的患者最容易发生重吸收, 可作为突出物转归预测的关键参考因素。

**【关键词】** 椎间盘移位; 腰椎; 后纵韧带; 预测

DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2018.06.008

**Logistic regression analysis on the outcome predictive factors of ruptured lumbar disc herniation** YU Peng-fei, LIU Jin-tao, MA Zhi-jia, ZHONG Ming, LI Xiao-chun, and JIANG Hong\*. \*Suzhou Traditional Chinese Medicine Hospital Affiliated to Nanjing University of Traditional Chinese Medicine, Suzhou 215009, Jiangsu, China

**ABSTRACT Objective:** To investigate the outcome predictive factors of ruptured lumbar disc herniation after conservative treatment. **Methods:** From June 2009 to June 2016, 147 patients with ruptured lumbar intervertebral disc herniation were treated with conservative treatment in the orthopedics department of Suzhou Traditional Chinese Medicine Hospital for clinical efficacy and MRI follow-up. Multivariate Logistic regression analysis (Stepwise regression method) was used to analyze the relationship between the 11 categorical variables and absorptivity of protrusions: sex (X1), age (X2), course of disease (X3), the rate of protrusion (X4), the Komori type (X5), the MSU type (X6), the Iwabuchi type (X7), the Pfirrmann grade (X8), the Modic change on adjacent vertebrae (X9), spinal canal morphology (X10), the Schizas types of cauda equina sedimentation sign (X11). **Results:** A total of 64 cases of prominent reabsorption among all cases followed-up (absorption rate  $\geq 30\%$ ), accounting for 43.5%. The reabsorption of protrusions is more likely to occur in patients with a duration of less than 1 year ( $P=0.006$ ), MSU type 3 ( $P=0.001$ ), Iwabuchi type 1 or 5 ( $P=0.000$ ), the Schizas type of cauda equina sedimentation sign A or B ( $P=0.004$ ). Regression equation  $Y = -10.363 + 1.916X_3 + 1.446X_4 - 1.445X_5 + 2.070X_6 + 4.679X_7 + 1.125X_9 + 1.023X_{10} + 2.223X_{11}$ . Such factors as age, gender, Pfirrmann classification and spinal canal morphology had no significant effect on reabsorption of protrusions. **Conclusion:** Ruptured lumbar disc herniation can be reabsorbed after nonoperative treatment. And the reabsorption of protrusions is more likely to occur in patients with a duration of less than 1 year, MSU type 3, Iwabuchi type 1 or 5, the Schizas type of cauda equina sedimentation sign A or B, which can be used as the key reference factors for predicting the outcome of the projections.

**KEYWORDS** Intervertebral disc displacement; Lumbar vertebrae; Posterior longitudinal ligament; Prediction

Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2018, 31(6): 522-527 www.zggszz.com

通讯作者: 姜宏 E-mail: honghong751@126.com

Corresponding author: JIANG Hong E-mail: honghong751@126.com

腰椎间盘突出症是骨伤科常见病之一, 多数患者可经非手术疗法得到缓解或治愈, 手术与非手术常常能获得同样好的疗效<sup>[1]</sup>。近年来, 国内外学者通

过影像学(CT 或 MRI)追踪发现,部分腰椎间盘突出症患者,尤其是破裂型突出,在接受保守治疗后突出物能够缩小或消失。2016 年新英格兰医学杂志报道了一则关于破裂型腰椎间盘突出后重吸收的现象,引起了国内外研究者的广泛关注<sup>[2]</sup>。然而,目前国内外对于破裂型腰椎间盘突出突出物大小及疗效转归影响因素的研究还较少,尚未形成体系。笔者根据国内外的研究进展,直接或间接地推测出影响腰椎间盘突出突出后重吸收的可能因素,结合笔者的临床观察综合评价,筛选出一些关键的预测因素,对临床判断破裂型腰椎间盘突出的转归具有一定的参考价值。

### 1 资料与方法

#### 1.1 一般资料

2009 年 6 月至 2016 年 6 月期间,选取苏州市中医医院骨伤科单纯接受保守治疗的 147 例破裂型腰椎间盘突出症患者进行临床疗效及 MRI 随访。在治疗后 2~48 个月进行 2~6 次 MRI 复查,取初末次

MRI 检查结果进行观察比较,平均间隔 5.92 个月。男 88 例,女 59 例;年龄 16~60 岁,平均 39.6 岁;病程 3 d~10 年,平均 11.83 个月。突出节段:L<sub>3,4</sub> 5 例,L<sub>4,5</sub> 57 例,L<sub>5</sub>S<sub>1</sub> 85 例。

#### 1.2 MRI 检测方法

MRI 检查在苏州市中医医院影像科完成,采用西门子 1.5T 磁共振成像仪,自旋回波序列,观察经治疗后 MRI 上突出物的大小变化。T1 与 T2 加权矢状位均扫描 11 层,层间距 1.25 mm,层厚 5 mm。图像数据用医学影像存储和传输系统(Picture Archiving and Communication Systems, PACS)描计并处理。

#### 1.3 观察项目与方法

对 MRI 图片进行突出物体积测量。突出物体积及吸收率的计算以上位椎体后下缘及下位椎体后上缘连线作为内边界,突出物边缘作为外边界,由 2 名熟练的影像科医师描计得出突出物面积并计算平均值。在 T2 加权矢状位图像上,突出物体积 mm<sup>2</sup>=(层

表 1 破裂型腰椎间盘突出发生重吸收预测因素的二分类变量

Tab.1 Two categorical variables for predictors of reabsorption in ruptured lumbar disc herniation

观察项目	分类	例数	吸收(RR≥30%,例)	未吸收(RR<30%,例)
临床特征				
性别(X1)	男(1)	88	41	47
	女(0)	59	23	36
年龄(X2)	41~50岁(1)	71	36	35
	≤40岁或>50岁(0)	76	28	48
病程(X3)	≤1年(1)	124	57	67
	>1年(0)	23	7	16
突出程度				
突出率(X4)	>50%(1)	103	55	48
	≤50%(0)	44	9	35
Komori分型(X5)	3型(1)	27	7	20
	1型/2型(0)	120	57	63
MSU分型(X6)	3型(1)	63	43	20
	1型/2型(0)	84	21	63
组织成分特点				
Iwabuchi分型(X7)	1型/5型(1)	90	63	27
	2~4型(0)	57	1	56
Pfirrmann分级(X8)	3~5级(1)	71	24	47
	1~2级(0)	76	40	36
Modic改变(X9)	无(1)	100	46	54
	有(0)	47	18	29
椎管形态/内容物				
椎管形态(X10)	椭圆形(1)	81	39	42
	三角/三叶型(0)	66	25	41
马尾沉降征(X11)	SchizasA/B型(1)	105	58	47
	SchizasC/D型(0)	42	6	36

间距+层厚)mm×Σ 各层突出物面积 mm<sup>2</sup>,吸收率(resorption rate, RR)=[(治疗前突出物体积-治疗后突出物体积)/治疗前突出物体积]×100%<sup>[3-4]</sup>。突出物吸收率≥30%者视为重吸收。分析患者性别(X1)、年龄(X2)、病程(X3)、突出率(X4)、Komori 等<sup>[5]</sup>分型(X5)、MSU 分型(X6)<sup>[6]</sup>、Iwabuchi 等<sup>[7]</sup>分型(X7)、Pfirrmann 等<sup>[8]</sup>分级(X8)、相邻椎体 Modic 等<sup>[9]</sup>改变(X9)、椎管形态(X10)<sup>[10]</sup>、马尾沉降征 Schizas 等<sup>[11]</sup>分型(X11)共 11 项二分类变量与吸收率的关系。预测因素的二分类变量见表 1。

### 1.4 统计学处理

应用 IBM SPSS Statistics 20.0 软件进行统计分析。重吸收的预测因素采用多因素非条件 Logistic 回归分析(后退逐步回归法),分析 11 项二分类变量及吸收率的关系。以 P<0.05 为差异有统计学意义。

## 2 结果

147 例中 64 例重吸收(吸收率≥30%),占 43.5%。各预测因素二分类变量及吸收比例见表 1。Logistic 回归分析结果见表 2,采用后退法逐步回归差异有统计学意义的变量是病程、MSU 分型、Iwabuchi 分型及马尾沉降征 Schizas 分型(P<0.01)。回归方程:Y=-10.363+1.916 X3+1.446X4-1.445X5+2.070X6+4.679X7+1.125X9+1.023X10+2.223X11。由表 2 可知:病程<1 年、MSU 分型 3 型、Iwabuchi 分型 1 或 5 型、马尾沉降征 Schizas 分型 A 型或 B 型的患者最容易发生重吸收。突出率>50%、Komori 分型 3 型、相邻椎体无 Modic 改变可视为突出物重吸收的可疑影响因素(P<0.1)。而年龄、性别、Pfirrmann 分级和椎管形态对突出物重吸收的影响无统计学意义(P>0.1)。典型病例见图 1。

表 2 破裂型腰椎间盘突出后重吸收预测因素(Logistic 回归分析筛选后结果)

Tab.2 Predictive factors on the resorption of ruptured lumbar disc herniation(filtered results by Logistic regression analysis)

变量	B	S.E.	Wald	Sig.	Exp (B)
病程(X3)	1.916	0.701	7.469	0.006	6.797
突出率(X4)	1.446	0.758	3.636	0.057	4.246
Komori 分型(X5)	-1.445	0.759	3.622	0.057	0.236
MSU 分型(X6)	2.070	0.629	10.837	0.001	7.921
Iwabuchi 分型(X7)	4.679	1.120	17.437	0.000	107.619
Modic 改变(X9)	1.125	0.648	3.012	0.083	3.082
椎管形态(X10)	1.023	0.633	2.611	0.106	2.782
马尾沉降征(X11)	2.223	0.765	8.445	0.004	9.233
常量	-10.363	2.079	24.847	0.000	0.000

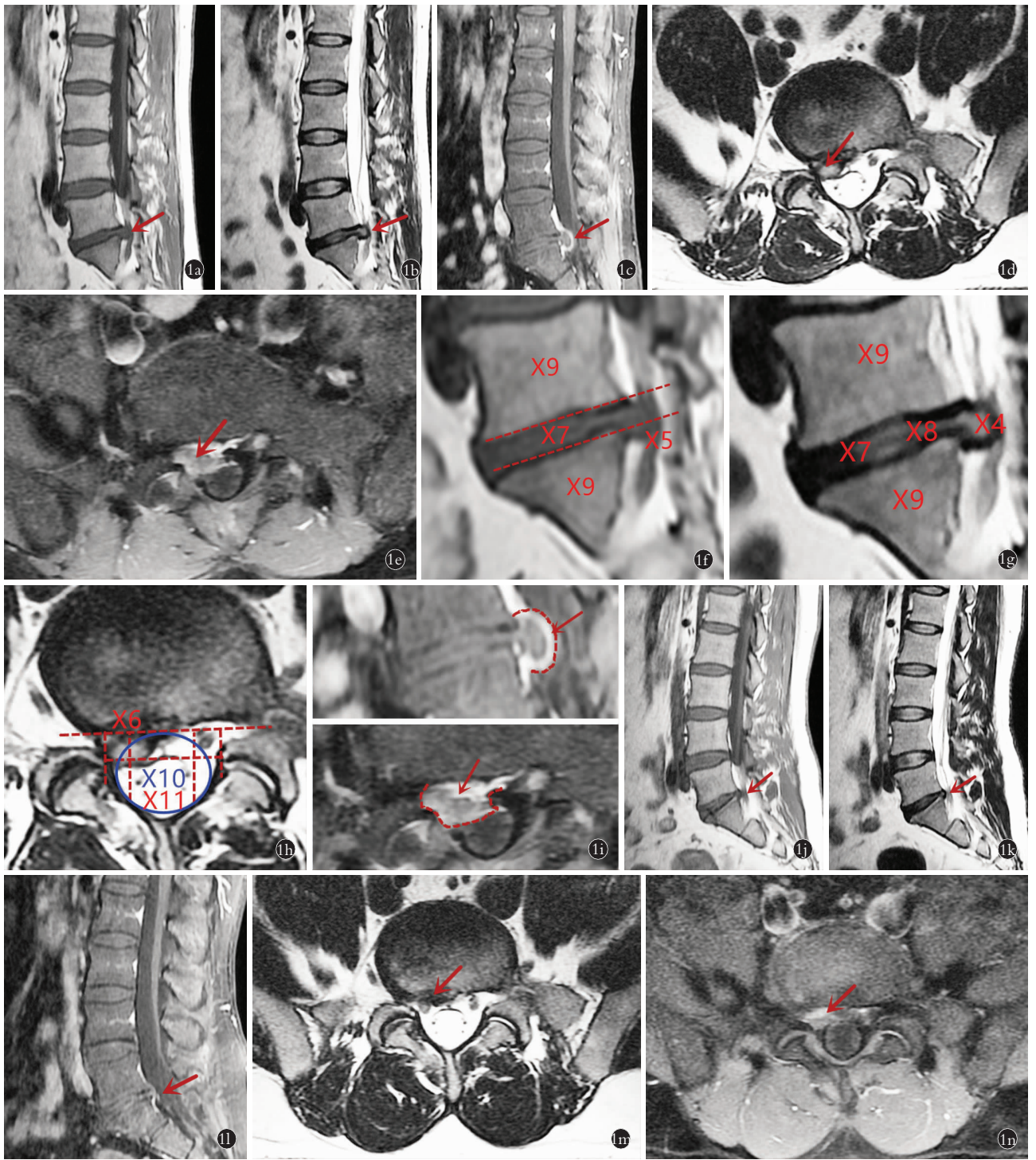
## 3 讨论

破裂型腰椎间盘突出由于突出物接触硬膜外血运,容易发生如免疫炎性反应<sup>[12-13]</sup>、新生血管长入<sup>[14-15]</sup>、组织脱水<sup>[16]</sup>、组织降解<sup>[17-18]</sup>、细胞凋亡<sup>[19]</sup>等一系列复杂变化,容易出现突出物的重吸收现象。然而对于发生重吸收机制研究的同时,相关临床研究却并不多见。事实上,对于破裂型腰椎间盘突出,突出物发生重吸收现象是有条件的,总结国内外文献及笔者的临床观察,可能的影响因素主要有以下几个方面。

(1)根据临床因素进行转归预测。通过 MRI 的追踪观察,目前比较公认观点为突出椎间盘重吸收的活跃期为初期前 6 个月,其发生缩小或者完全重吸收的时间跨度为 2~12 个月,临床可以根据其进行治疗决策和临床随访。因此,病程越短,重吸收的可能性越大。Macki 等<sup>[20]</sup>统计了 53 例破裂型 LDH 重吸收病例,发现临床症状改善发生在(1.33±1.34)个月, MRI 观察到髓核缩小或消失的时间是(9.27±13.32)个月。Autio 等<sup>[14]</sup>的研究表明,41~50 岁的患者更易发生重吸收。Martínez-Quinones 等<sup>[21]</sup>观察到 37 例腰椎间盘突出后重吸收案例中 29 例为男性,故认为男性更容易发生重吸收现象。

(2)根据突出物的大小及移位程度进行转归预测。突出物的重吸收现象发现后的几年内,学者们纷纷对这种现象开展临床观察,发现一些突出程度重、体积大的椎间盘组织反而易于吸收<sup>[22]</sup>。Henmi 等<sup>[23]</sup>的研究指出:突出物越大,含水量越高,重吸收概率越大。日本学者小森博达(Komori 等<sup>[5]</sup>)根据 MRI 上突出物的移位程度,将腰椎间盘突出分为 3 型,Ⅰ型和Ⅱ型的区别在于突出的椎间盘组织后方黑线是否完整,中断或消失说明突出物已越过后纵韧带。Ⅱ型和Ⅲ型的区别在于,突出后的椎间盘组织的主要部分是否有上下潜行移位,若移位越大就越有可能吸收。Iwabuchi 等<sup>[7]</sup>将以椎体高度 1/4 为界将突出物的位移分为有位移和无位移两类,发现有位移者更容易发生重吸收。美国密歇根州立大学的 MSU 分类,能更好地通过局部椎管的解剖考虑椎间盘突出大小和位置<sup>[6]</sup>。在 MSU 水平位分区中的 3 级,突出物超过了椎管前后径的 1/2 的巨大型突出,更容易发生重吸收现象。Mochida 等<sup>[24]</sup>的研究发现:侧方型比中央型更容易出现重吸收。因此在额状位分区中越接近 B、C 区,重吸收概率增加。

(3)根据 MRI 组织成分特点进行转归预测。Iwabuchi 等<sup>[7]</sup>为了研究突出物的成分对重吸收的预测价值,根据普通 MRI 上 T1、T2 加权像中突出物的不同信号特点,将突出髓核分为 5 型,发现 21 例重



**图 1** 患者,男,44 岁,腰痛牵及左下肢疼痛半年,加重 2 个月 **1a,1b,1c,1d,1e.** 初诊增强 MRI 示 L<sub>5</sub>S<sub>1</sub> 破裂型突出(箭头所示),突出率 64.1% **1f,1g,1h.** MRI 突出物转归预测因素 X4(L<sub>5</sub>S<sub>1</sub> 破裂型突出,突出率>50%),X5(Komori 分型 3 型),X6(MSU 分型 3-B 型),X7(Iwabuchi 分型 1 型),X8(椎间盘 Pfirrmann 分级 4 级),X9(相邻椎体无 Modic 改变),X10(椎管形态为椭圆形),X11(马尾沉降征 Schizas 分型 A2 型) **1i.** 增强 MRI 上突出物周围环状高信号(牛眼征,箭头所示) **1j,1k,1l,1m,1n.** 治疗 4 个月后复查 MRI 示突出率 2.9%、吸收率 95.4%,增强 MRI 上牛眼征消失(箭头所示)

**Fig.1** A 44-year-old male patient, low back pain and left leg pain for half a year, aggravation for 2 months **1a, 1b, 1c, 1d, 1e.** Newly diagnosed enhanced MRI showed L<sub>5</sub>S<sub>1</sub> rupture type (arrow showed), with a herniated rate of 64.1% **1f, 1g, 1h.** Factors of herniation from MRI X4 (L<sub>5</sub>S<sub>1</sub> ruptured herniation, herniated rate > 50%), X5 (Komori type 3), X6 (MSU type 3-B), X7 (Iwabuchi type 1), X8 (Pfirrmann grade 4), X9 (no Modic change on adjacent vertebral), X10 (spinal canal morphology was elliptic), X11 (the Schizas type of cauda equina sedimentation sign was A2) **1i.** A ring of high signal enhancement around the projection is visible on the MRI (Bull eye sign, arrow showed) **1j, 1k, 1l, 1m, 1n.** Enhanced MRI reexamination 4 months after treatment showed that the herniated rate was 2.9% and the resorption rate was 95.4%. The "bull eye sign" disappeared (arrow showed)

吸收病例中 19 例是 1 型、2 例 5 型，而 2、3、4 型都没有被吸收。从而推测 1 型和 5 型容易发生重吸收。在容易吸收的 1 型突出中，突出物成分大部分是髓核，含水量高，且变性程度小，故更容易发生血管长入及组织脱水，实现突出物的重吸收。Yukawa 等<sup>[25]</sup>通过对 30 例患者的长达 30 个月的 4 次 MRI 随访表明，高度变性的椎间盘更容易发生重吸收现象。故本文采用表达椎间盘变性程度的 Pfirrmann 等<sup>[8]</sup>分级来进行转归预测，根据 Yukawa 等<sup>[25]</sup>的观点，Pfirrmann 分级程度越高，越容易出现重吸收现象。Modic 等<sup>[9]</sup>改变指腰椎终板及终板下骨质在 MRI 上信号的改变(异常信号)，分为 3 型，I 型为纤维组织增加型，II 型为骨髓组织脂肪增加型，III 型为骨质硬化型。伴 Modic 改变者含软骨成分增多，髓核成分减少，毛细血管形成和巨噬细胞浸润较少，故不利于重吸收。Tsarouhas 等<sup>[26]</sup>通过临床随访发现，如果 MRI 影像学显示椎体有 Modic 改变，其变性的终板软骨成分可能作为突出物进入椎管，将不利于重吸收的发生，且保守治疗的疗效也较差。笔者曾对 95 例经非手术治疗的腰椎间盘突出症患者进行 MRI 随访，发现其中 22 例伴 Modic 改变，其中 I 型 7 例，II 型 14 例，III 型 1 例；大多未发生重吸收现象<sup>[27]</sup>。此外，游离椎间盘至硬膜外间隙可引起自身免疫反应导致炎性反应的发生，周围形成肉芽组织，表现为环形强化，中心游离椎间盘无强化，称为“牛眼征”。Autio 等<sup>[14]</sup>利用 Gd-DTPA 对比增强 MRI 来预测破裂型突出的重吸收，发现 MRI 轴状面上均可见突出物周围信号环形增强，而且边缘增强的厚度越大、信号强度越高，即突出物周围血管化程度越高，越容易发生重吸收现象。由于本研究中病例未全部行增强 MRI 检查，故无法对加入这个影响因素进行统计学分析。

(4) 根据 MRI 椎管形态及内容物进行转归预测。有学者发现，椎管的容积大小在有临床症状的腰椎间盘突出患者中存在明显差异，有严重症状的患者其椎管容积更小，认为椎管管径是决定患者症状轻重的重要因素<sup>[28]</sup>。高凌云等<sup>[10]</sup>发现椎管截面积越大重吸收的概率越大，椭圆型椎管最容易发生重吸收、三角型次之、三叶型最差。正常人体站立位时马尾神经分布于整个硬膜囊内，当由站立位变为仰卧位时，马尾神经因重力能沉降到硬膜囊背侧，此即为马尾神经沉降现象。椎管管径越大、硬膜囊前后径比值越大，马尾沉降征阳性率越低，两者呈负相关；小关节突关节增生程度越严重，马尾沉降征阳性率越高，两者呈正相关<sup>[29]</sup>。Schizas 等<sup>[11]</sup>根据椎管最狭窄层面的 MRI 横断面图像中马尾神经束的形态分为 7 型，在巨大突出的腰椎间盘突出症中，巨大突

出物压迫硬膜囊，也可使马尾神经的分布呈 SchizasC、D 型，脊髓造影显示脊髓信号中断，提示此类患者的突出物不容易被吸收，可考虑手术治疗。

根据笔者以往的病例对照研究结果，益气活血化瘀利水中药对破裂型腰椎间盘突出症的重吸收具有促进作用<sup>[3,4,30]</sup>。本组研究共发现 64 例突出物重吸收(吸收率≥30%)，占 43.5%，均采用了中医药非手术治疗。本研究结果综合了目前文献上大多数可能影响重吸收的因素，并做了 Logistic 回归分析，结果表明：各因素均对判断能否重吸收有一定价值，但并非单一因素起作用，综合相关因素评估可提高准确率，尤其要关注病程、MSU 分型、Iwabuchi 分型及神经根沉降征的 Schizas 分型。但此项研究结果的可重复性，还有待进一步扩大样本量深入研究。

参考文献

- [1] Weinstein JN, Tosteson TD, Lurie JD, et al. Surgical vs nonoperative treatment for lumbar disk herniation; the Spine Patient Outcomes Research Trial (SPORT): a randomized trial[J]. JAMA, 2006, 296(20): 2441-2450.
- [2] Hong J, Ball PA. Images in clinical medicine. Resolution of lumbar disk herniation without surgery[J]. N Engl J Med, 2016, 374(16): 1564.
- [3] Yu PF, Jiang FD, Liu JT, et al. Outcomes of conservative treatment for ruptured lumbar disc herniation[J]. Acta Orthop Belg, 2013, 79(6): 726-730.
- [4] Yu PF, Jiang H, Liu JT, et al. Traditional Chinese medicine treatment for ruptured lumbar disc herniation: clinical observations in 102 cases[J]. Orthop Surg, 2014, 6(3): 229-235.
- [5] Komori H, Shinomiya K, Nakai O, et al. The natural history of herniated nucleus pulposus with radiculopathy[J]. Spine, 1996, 21(2): 225-229.
- [6] Mysliwiec LW, Cholewicki J, Winkelpleck MD, et al. MSU classification for herniated lumbar discs on MRI: toward developing objective criteria for surgical selection[J]. Eur Spine J, 2010, 19(7): 1087-1093.
- [7] Iwabuchi M, Murakami K, Ara F, et al. The predictive factors for the resorption of a lumbar disc herniation on plain MRI[J]. Fukushima J Med Sci, 2010, 56(2): 91-97.
- [8] 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.
- [9] Modic MT, Steinberg PM, Ross JS, et al. Degenerative disk disease: assessment of changes in vertebral body marrow with MR imaging[J]. Radiology, 1988, 166(1 Pt 1): 193-199.
- [10] 高凌云, 崔惠云, 田庄, 等. 腰椎间盘突出后自然吸收及其相关因素的研究[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2004, 12(5): 17-19. GAO LY, CUI HY, TIAN Z, et al. Research on internal absorption and related factors after protrusion of intervertebral disc in lumbar[J]. Zhongguo Zhong Yi Gu Shang Ke Za Zhi, 2004, 12(5): 17-19. Chinese.
- [11] 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 (Phila Pa 1976),

- 2010, 35(21): 1919-1924.
- [12] 姜宏, 刘锦涛, 惠初华, 等. 黄芪对破裂型椎间盘突出重吸收动物模型的影响[J]. 中国骨伤, 2009, 22(3): 205-207.  
JIANG H, LIU JT, HUI RH, et al. An experimental study on the influence of radix astragali on the resorption of ruptured disc herniation[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2009, 22(3): 205-207. Chinese with abstract in English.
- [13] Vo NV, Sowa GA, Kang JD, et al. Prostaglandin E2 and prostaglandin F2 $\alpha$  differentially modulate matrix metabolism of human nucleus pulposus cells[J]. J Orthop Res, 2010, 28(10): 1259-1266.
- [14] Autio RA, Karppinen J, Niinimäki J, et al. Determinants of spontaneous resorption of intervertebral disc herniations[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2006, 31(11): 1247-1252.
- [15] 李晓春, 姜宏, 刘锦涛, 等. 血管内皮生长因子在突出椎间盘重吸收中的表达及其意义[J]. 颈腰痛杂志, 2011, 32(2): 88-91.  
LI XC, JIANG H, LIU JT, et al. The expression and significance of vascular endothelial growth factor in the spontaneous re-sorption of herniated lumbar intervertebral disc[J]. Jing Yao Tong Za Zhi, 2011, 32(2): 88-91. Chinese.
- [16] Orif T, Orz Y, Attia W, et al. Spontaneous resorption of sequestered intervertebral disc herniation[J]. World Neurosurg, 2012, 77(1): 146-152.
- [17] Haro H. Translational research of herniated discs: current status of diagnosis and treatment[J]. J Orthop Sci, 2014, 19(4): 515-520.
- [18] 钱祥, 姜宏, 王拥军, 等. MMP3, MMP7 在腰椎间盘突出组织中的表达及其临床意义[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2012, 20(8): 1-3.  
QIAN X, JIANG H, WANG YJ, et al. Expression and Clinical Significance of MMP-3 and MMP-7 in resorption of intervertebral disc herniation[J]. Zhongguo Zhong Yi Gu Shang Ke Za Zhi, 2012, 20(8): 1-3. Chinese.
- [19] Zhu Y, Liu JT, Yang LY, et al. p38 mitogen-activated protein kinase inhibition modulates nucleus pulposus cell apoptosis in spontaneous resorption of herniated intervertebral discs: An experimental study in rats[J]. Mol Med Rep, 2016, 13(5): 4001-4006.
- [20] Macki M, Hernandez-Hermann M, Bydon M, et al. Spontaneous regression of sequestered lumbar disc herniations: literature review[J]. Clin Neurol Neurosurg, 2014, 120: 136-141.
- [21] Martínez-Quinones JV, Aso-Escario J, Consolini F, et al. Spontaneous regression from intervertebral disc herniation. Propos of a series of 37 cases[J]. Neurocirugia (Astur), 2010, 21(2): 108-117.
- [22] 崔全起, 姜宏. 国外椎间盘研究新进展[J]. 中国中医骨伤科, 1998, 6(6): 52-55.  
CUI QQ, JIANG H. New progress in foreign intervertebral disc research[J]. Zhongguo Zhong Yi Gu Shang Ke Za Zhi, 1998, 6(6): 52-55. Chinese.
- [23] Henmi T, Sairyo K, Nakano S, et al. Natural history of extruded lumbar intervertebral disc herniation[J]. J Med Invest, 2002, 49(1-2): 40-43.
- [24] Mochida K, Komori H, Okawa A, et al. Regression of cervical disc herniation observed on magnetic resonance images[J]. Spine (Phila Pa 1976), 1998, 23(9): 990-995.
- [25] Yukawa Y, Kato F, Matsubara Y, et al. Serial magnetic resonance imaging follow-up study of lumbar disc herniation conservatively treated for average 30 months: relation between reduction of herniation and degeneration of disc[J]. J Spinal Disord, 1996, 9(3): 251-256.
- [26] Tsarouhas A, Soufla G, Katonis P, et al. Transcript levels of major MMPs and ADAMTS-4 in relation to the clinicopathological profile of patients with lumbar disc herniation[J]. Eur Spine J, 2011, 20(5): 781-790.
- [27] 俞鹏飞, 姜宏, 刘锦涛. 腰椎间盘突出与 Modic 改变相关性的研究——附 95 例临床观察[J]. 颈腰痛杂志, 2011, 32(6): 416-419.  
YU PF, JIANG H, LIU JT. A study of the correlation between lumbar disc herniation and Modic change with clinical observation of 95 cases[J]. Jing Yao Tong Za Zhi, 2011, 32(6): 416-419. Chinese.
- [28] Dora C, Wälchli B, Elfering A, et al. The significance of spinal canal dimensions in discriminating symptomatic from asymptomatic disc herniations[J]. Eur Spine J, 2002, 11(6): 575-581.
- [29] 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]. Spine J, 2013, 13(8): 837-842.
- [30] 俞鹏飞, 姜宏, 刘锦涛. 破裂型腰椎间盘突出症非手术治疗后的转归[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2015, 25(2): 109-114.  
YU PF, JIANG H, LIU JT. Clinical prognosis of posterior longitudinal ligament ruptured lumbar disc herniation after conservative treatment[J]. Zhongguo Ji Zhu Ji Sui Za Zhi, 2015, 25(2): 109-114. Chinese.

(收稿日期: 2017-09-11 本文编辑: 连智华)