

基于 LASSO-Logistic 回归分析构建列线图模型评估 肩袖损伤患者继发肩周炎的风险

张丽红,刘小雨,孙源源,王勇刚
(邯郸市第一医院 CT 室,河北 邯郸 056002)

【摘要】目的：探讨基于 LASSO-Logistic 回归分析方法,筛选肩袖损伤患者继发肩周炎的关键风险因素,构建可视化的列线图预测模型,并通过内部验证评估模型的区分度与校准度,从而为临床提供一种个体化风险评估工具。**方法：**回顾性分析 84 例肩袖损伤患者(包括继发肩周炎患者 30 例,未继发肩周炎患者 54 例)的临床资料,采用 LASSO-Logistic 筛查影响肩袖损伤患者继发肩周炎的危险因素,通过列线图可视化预测因子权重;采用受试者工作特征(ROC)曲线和 Delong 检验评估模型对肩袖损伤患者继发肩周炎的预测效能。**结果：**经 LASSO-Logistic 回归分析结果显示,退变性损伤、合并糖尿病、Goutallier 分级(Ⅲ-Ⅳ级)、撕裂大小(大)、Patte 分级(Ⅲ级)、关节囊厚度(厚)、C 反应蛋白(CRP)和血沉(ESR)高表达、25-羟基维生素 D [25(OH)D]低表达是影响肩袖损伤患者继发肩周炎的危险因素($P < 0.05$);列线图结果显示,Goutallier 分级(Ⅲ-Ⅳ级)、撕裂大小(大)、Patte 分级(Ⅲ级)、关节囊厚度(厚)是影响肩袖损伤患者继发肩周炎的最强因子,然后是退变性损伤、合并糖尿病、CRP 和 ESR 高表达、25(OH)D 低表达。列线图 ROC 曲线下面积为 0.891,Delong 检验结果显示,学习集和测试集分别为 0.943、0.952,预测值与实际观测值之间差异无统计学意义($P > 0.05$)。**结论：**基于 LASSO-Logistic 回归分析构建列线图模型对肩袖损伤患者继发肩周炎具有良好的预测效能。

【关键词】 LASSO-Logistic 回归;肩袖损伤;肩周炎;风险列线图;危险因素
【中图分类号】 R44.6 **【文献标志码】** A

Construct a nomogram model based on LASSO-Logistic regression analysis to evaluate the risk of secondary scapulohumeral periarthrititis in patients with rotator cuff injury

ZHANG Li-hong,LIU Xiao-yu,SUN Yuan-yuan,WANG Yong-gang
(CT Room,Handan First Hospital,Handan 056002,Hebei,China)

【Abstract】 Objective:To screen the key risk factors for secondary scapulohumeral periarthrititis in patients with rotator cuff tear based on LASSO-Logistic regression analysis,construct a visual nomogram prediction model,and evaluate the discrimination and calibration of the model through internal or external verification,so as to provide an individualized risk assessment tool for clinical practice.
Methods:The clinical data of 84 patients with rotator cuff injury (including 30 patients with secondary scapulohumeral periarthrititis and 54 patients without secondary scapulohumeral periarthrititis) were retrospectively analyzed. Logistic regression analysis was employed to identify risk factors for secondary scapulohumeral periarthrititis in patients with rotator cuff injury,and the predictive weights were visualized using a nomogram. The receiver operating characteristic (ROC) curve and DeLong test were utilized to assess the predictive performance of the model for secondary scapulohumeral periarthrititis in patients with rotator cuff injury.
Results: The results of LASSO-Logistic regression analysis showed that Degenerative injury,diabetes mellitus,Goutallier classification (grade Ⅲ-Ⅳ),tear size (large),Patte classification (grade Ⅲ),joint capsule thickness (thick),high expression of C-reactive protein (CRP) and erythrocyte sedimentation rate (ESR),low expression of 25-hydroxyvitamin D [25(OH)D] were the risk factors of secondary scapulohumeral periarthrititis in patients with rotator cuff injury Factors ($P < 0.05$). The nomogram analysis revealed that the Goutallier grade (grades III-IV),tear size (large),Patte grade (grade III),and joint capsule thickness (thick) were the most significant factors influencing secondary scapulohumeral periarthrititis in patients with rotator cuff injuries. These were followed by degenerative damage,diabetes mellitus,high levels of CRP and ESR expression,and low levels of 25(OH)D expression. The area under the ROC curve of the nomogram was 0.891. Delong test results showed that the learning set and test set were 0.943 and 0.952,respectively,and there was no significant difference between

基金项目:河北省医学科学研究课题(20251310)
作者简介:张丽红(1990-),女,主管技师。E-mail:zhanglihongjianxiu@163.com
通讯作者:王勇刚。E-mail:hdmrywyg@163.com

the predicted value and the actual observed value ($P > 0.05$). **Conclusion:** The nomogram model based on LASSO-Logistic regression analysis has a good predictive effect on secondary scapulohumeral periarthritis in patients with rotator cuff injury.

[Key words] LASSO-Logistic regression; Rotator cuff injuries; Frozen shoulder; Risk nomogram; Risk Factors

肩袖损伤作为肩关节疼痛与功能障碍的常见病因,其全球发病率在老龄化加剧的背景下逐年攀升,尤其在 40 岁以上人群中发病率高达 20% ~ 30%^[1-2]。尽管手术与康复治疗可部分恢复肩关节功能,但临床观察发现,15% ~ 30% 的肩袖损伤患者会继发粘连性肩关节囊炎,即肩周炎,导致疼痛加剧、活动度进一步受限,严重影响生活质量^[3-4]。临床资料^[5]显示,肩袖损伤继发肩周炎的病理机制复杂,可能涉及损伤后炎症因子释放、关节制动引发的纤维化反应及代谢性疾病导致的微循环障碍。目前临床缺乏针对此类继发风险的早期预警工具,医生多依赖经验性判断,难以实现个体化干预。近年来,3.0T 高场强磁共振成像 (MRI) 凭借其软组织高分辨率与多序列成像优势,可精准评估肌腱的肌腱撕裂范围、脂肪浸润程度等形态学特征及关节周围炎症反应,为揭示肩周炎的潜在发病机制提供了重要影像学依据^[6-7]。但临床现有研究多局限于描述性分析^[8-9],尚未系统整合 MRI 定量参数与临床变量构建可量化的预测模型,导致影像数据的临床转化价值未被充分挖掘。基于此,本研究拟回顾性分析 84 例肩袖损伤患者 (继发肩周炎患者 30 例,未继发肩周炎患者 54 例) 的临床相关资料,应用 LASSO 回归,通过正则化约束自动筛选高维变量并解决共线性问题,结合 Logistic 回归构建精简且稳健的预测模型,并进一步将模型转化为列线图,以直观的可视化形式量化风险因素权重。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2024 年 1 月至 2024 年 12 月邯郸市第一医院收治的 84 例肩袖损伤患者作为研究对象,其中继发肩周炎患者 30 例为肩周炎组;未继发肩周炎患者 54 例为良好组。

1.2 纳排标准

纳入标准:(1) 均经 3.0T MRI 检查,确诊为肩袖损伤者;(2) 首次确诊,既往未接受过肩关节手术或系统性康复治疗者;(3) 年龄 18 ~ 75 岁,骨骼发育成熟者;(4) 具备至少 6 个月完整随访记录,且末次随访时完成肩关节功能评估者;(5) 具备基线期标准化 3.0T MRI 影像资料者。排除标准:(1) 既往肩周炎病史或对侧肩关节活动受限者;(2) 确诊前合并肩关节骨折、肿瘤、感染或风湿性疾病者;(3) 确诊前已确诊终末期肾病、恶性肿瘤等影响肩关节

功能评估的严重系统性疾病者;(4) 随访期间接受针灸、推拿等非研究方案规定的干预措施者;(5) MRI 图像存在运动伪影、扫描范围不全或分辨率不达标者;(6) 失访或关键数据缺失 (如未完成 MRI 复查或功能评分记录)。

1.3 观察指标

1.3.1 一般资料 由培训后的研究人员按照标准化流程调取并收集研究对象的年龄、性别、入院时体质指数 (BMI)、血压 [收缩压 (SBP), 舒张压 (DBP)] 水平、居住地、职业类型 (久坐、体力劳动、运动员)、受伤至就诊时间、患病侧别、受伤原因、教育水平、合并症 (糖尿病、高血压、骨质疏松症、心血管疾病)、吸烟史。

1.3.2 实验室指标 收集患者血清空腹血糖 (FBG)、糖化血红蛋白 (HbA1c)、C 反应蛋白 (CRP)、血沉 (ESR)、白细胞计数 (WBC)、中性粒细胞/淋巴细胞比值 (NLR)、血清尿酸 (SUA)、25-羟基维生素 D [25 (OH) D]、血清钙 (SCa)、碱性磷酸酶 (ALP)、促甲状腺激素 (TSH)、白蛋白/球蛋白比值 (A/G)、纤维蛋白原 (FIB)。

1.3.3 影像学相关指标 所有患者均接受 3.0T MRI 检查,统计脂肪浸润分级 (Goutallier 分级^[10]: 通过 T1 加权像评估肩袖损伤后功能恢复情况,0 级:肌肉正常,无脂肪浸润;I 级:肌肉内有少量的脂肪条纹;II 级:肌肉内有较明显脂肪浸润,但肌肉量仍多于脂肪量;III 级:肌肉与脂肪量相等;IV 级:脂肪量占比超过 50%,多于肌肉量)、撕裂大小 (前后径)、肌腱回缩程度 (Patte 分级^[11]:评估肩袖损伤后肌腱回缩的程度,I 级:肌腱断端轻微回缩,靠近骨性附着点;II 级:肌腱断端回缩至肱骨头切迹内侧,但未到关节盂水平;III 级:肌腱断端回缩至关节盂水平)、肩峰形态 (Bigliani 分型^[12],I 型:平坦形,肩峰底面呈平面状,下表面光滑;II 型:弯曲型,肩峰形态为凸面向上的弧形,且下表面光滑;III 型:钩型,肩峰末端呈钩状,下表面不光整)、关节囊厚度 (轴位 T2 加权像测量)。

1.4 统计学分析

采用 SPSS 26.0 软件对数据进行统计分析。正态分布的计量资料以 ($\bar{x} \pm s$) 描述,两组间比较采用独立样本 t 检验;非正态分布的计量资料以 [$M (P_{25}, P_{75})$] 描述,组间比较采用秩和检验;计数资料以 [$n (%)$] 描述,两组间比较采用独立样本 χ^2 检验,等级资料比较采用秩和检验;LASSO-Logistic 回

归分析筛选危险因素,ROC 曲线评估预测效能。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者一般资料比较

肩周炎组患者年龄、高中及以下文化程度占比、退变性占比、合并糖尿病占比高于良好组 ($P<0.05$);肩周炎组患者受伤至就诊时间长于良好组 ($P<0.05$);肩周炎组患者大专及以上学历占比、外伤性占比低于良好组 ($P<0.05$)。见表 1。

表 1 两组患者一般资料比较 [($\bar{x} \pm s$), $M(P_{25}, P_{75})$, $n(\%)$, $\bar{x} \pm s$]

指标	肩周炎组 ($n=30$)	良好组 ($n=54$)	$\chi^2/t/Z$ 值	P 值
年龄(岁)	58.34±9.57	52.16±10.28	2.705	0.008
性别			0.207	0.649
男	14(46.67)	28(51.85)		
女	16(53.33)	26(48.15)		
入院时 BMI(kg/m ²)	25.71±3.22	24.56±2.81	1.705	0.092
血压(mmHg)				
SBP	135.55±14.62	133.71±12.84	0.599	0.551
DBP	82.15±6.64	79.59±7.14	1.614	0.110
居住地			0.192	0.661
农村	18(60.00)	35(64.81)		
城镇	12(40.00)	19(35.19)		
文化程度			4.620	0.032
高中及以下	19(63.33)	21(38.89)		
大专及以上	11(36.67)	33(61.11)		
职业类型			3.124	0.210
久坐	8(26.67)	25(46.30)		
体力劳动	18(60.00)	24(44.44)		
运动员	4(13.33)	5(9.26)		
受伤至就诊时间(d)	30(15,60)	15(7,30)	3.101	0.002
患病侧别			0.627	0.428
左侧	7(23.33)	17(31.48)		
右侧	23(76.67)	37(68.52)		
受伤原因			5.911	0.015
外伤性	13(43.33)	38(70.37)		
退变性	17(56.67)	16(29.63)		
合并症				
糖尿病	13(43.33)	9(16.67)	7.094	0.008
高血压	14(46.67)	17(31.48)	1.910	0.167
骨质疏松症	8(26.67)	10(18.52)	0.760	0.383
心血管疾病	20(66.67)	33(61.11)	0.256	0.613
吸烟史			3.319	0.069
是	19(63.33)	23(42.59)		
否	11(36.67)	31(57.41)		

2.2 两组患者实验室指标水平比较

肩周炎组患者血清 FBG、HbA1c、CRP、ESR、WBC、NLR、FIB 水平高于良好组 ($P<0.05$);肩周炎组患者血清 25(OH)D、SCa、A/G 水平低于良好组 ($P<0.05$)。见表 2。

表 2 两组患者实验室指标水平比较 ($\bar{x} \pm s$)

指标	肩周炎组 ($n=30$)	良好组 ($n=54$)	t 值	P 值
FBG(mmol/L)	6.33±1.21	5.42±1.05	3.603	0.001
HbA1c(%)	7.15±1.43	5.87±1.13	4.517	<0.001
CRP(mg/L)	11.46±3.55	6.13±2.11	8.643	<0.001
ESR(mm/h)	33.64±7.85	18.47±4.16	11.601	<0.001
WBC($\times 10^9/L$)	9.23±2.10	6.88±1.52	5.906	<0.001
NLR	3.83±1.12	2.18±0.68	8.409	<0.001
SUA(μ mol/L)	380.52±65.79	365.77±75.18	0.900	0.371
25(OH)D(ng/mL)	18.55±5.72	28.79±6.67	7.081	<0.001
SCa(mmol/L)	2.33±0.21	2.46±0.23	2.559	0.012
ALP(U/L)	85.21±25.16	80.33±22.41	0.915	0.363
TSH(mIU/L)	2.54±1.12	2.37±0.91	0.755	0.453
A/G	1.51±0.32	1.64±0.22	2.197	0.031
FIB(g/L)	4.22±0.88	3.15±0.71	6.068	<0.001

2.3 两组患者影像学相关指标水平比较

肩周炎组患者 Goutallier 分级、撕裂大小、Patte 分级、Bigliani 分型、关节囊厚度与良好组比较,差异有统计学意义 ($P<0.05$)。见表 3 及图 1。

表 3 两组患者影像学相关指标水平比较 [$M(P_{25}, P_{75})$, $n(\%)$, $\bar{x} \pm s$]

指标	肩周炎组 ($n=30$)	良好组 ($n=54$)	Z/t 值	P 值
Goutallier 分级			15.051	0.001
0-I 级	3(10.00)	20(37.04)		
II 级	8(26.67)	22(40.74)		
III-IV 级	19(63.33)	12(22.22)		
撕裂大小(mm)	18.5(15.0,23.8)	12.0(8.0,17.0)	19.210	<0.001
Patte 分级			15.311	<0.001
I 级	2(6.67)	18(33.33)		
II 级	10(33.33)	25(46.30)		
III 级	18(60.00)	11(20.37)		
Bigliani 分型			11.122	0.004
I 级	5(16.67)	22(40.74)		
II 级	12(40.00)	25(46.30)		
III 级	13(43.33)	7(12.96)		
关节囊厚度(mm)	4.21±0.82	2.94±0.68	7.613	<0.001

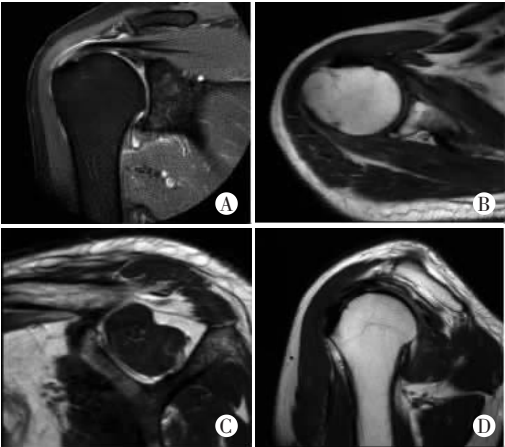


图 1 肩袖损伤 3.0T MRI 诊断图像

A. 冠状抑制脂肪 T2 加权像;B. 横轴 T1 加权像;C. 斜矢状(肩胛骨 Y 位)T2 加权像;D. 矢状位 T2 加权像。

2.4 LASSO-Logistic 回归分析筛选影响肩袖损伤患者继发肩周炎的危险因素

以肩袖损伤患者继发肩周炎为因变量,将表 1-表 3 中有统计学意义的临床资料纳入 LASSO 回归分析,保留回归系数非零的基线协变量,共筛选出非零系数的变量,经多因素 Logistic 回归分析,结果显示,退变性损伤、合并糖尿病、Goutallier 分级(Ⅲ-Ⅳ级)、撕裂大小(大)、Patte 分级(Ⅲ级)、关节囊厚度(厚)、CRP(高)、ESR(高)、25(OH)D(低)是影响肩袖损伤患者继发肩周炎的危险因素($P < 0.05$)。见图 2、图 3 及表 4。

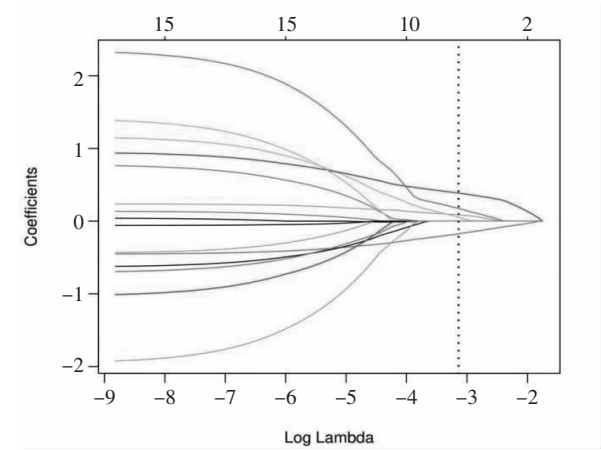


图 2 LASSO 回归筛选变量的动态过程图

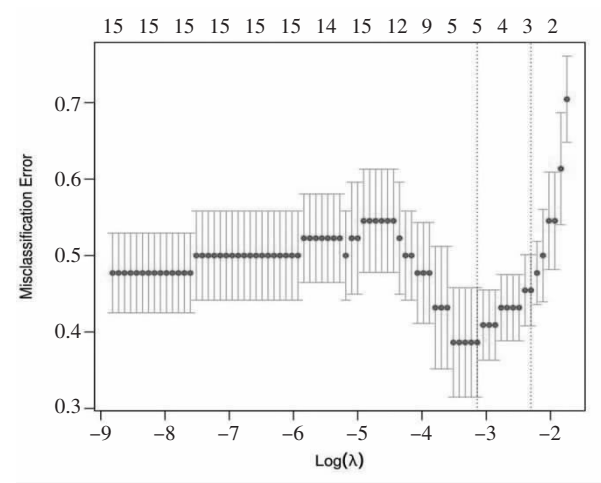


图 3 十折交叉验证曲线

表 4 影响肩袖损伤患者继发肩周炎的危险因素

自变量	β 值	SE 值	Wald 值	P 值	OR 值	95% CI
常数项	-25.452	0.807	20.547	<0.001	-	-
Goutallier 分级	1.124	0.306	13.492	<0.001	3.077	1.247~4.907
撕裂大小	1.117	0.312	12.817	<0.001	3.056	1.352~4.759
Patte 分级	0.995	0.296	11.300	<0.001	2.705	1.411~3.998
关节囊厚度	0.874	0.383	5.207	<0.001	2.396	1.370~3.423
CRP	0.779	0.281	7.685	<0.001	2.179	1.222~3.137
ESR	0.711	0.261	7.421	<0.001	2.036	1.153~2.919
25(OH)D	0.606	0.289	4.397	<0.001	1.833	1.159~2.507
合并糖尿病	0.728	0.277	6.907	<0.001	2.071	1.260~2.882
退变性损伤	0.638	0.421	4.758	<0.001	1.324	1.019~2.479

2.5 预测肩袖损伤患者继发肩周炎的风险列线图预测模型

根据多因素 Logistic 回归结果构建风险列线图,结果显示,Goutallier 分级(Ⅲ-Ⅳ级)、撕裂大小(大)、Patte 分级(Ⅲ级)、关节囊厚度(厚)是影响肩袖损伤患者继发肩周炎的最强因子,然后是退变性损伤、合并糖尿病、CRP 和 ESR 高表达、25(OH)D 低表达。见图 4。

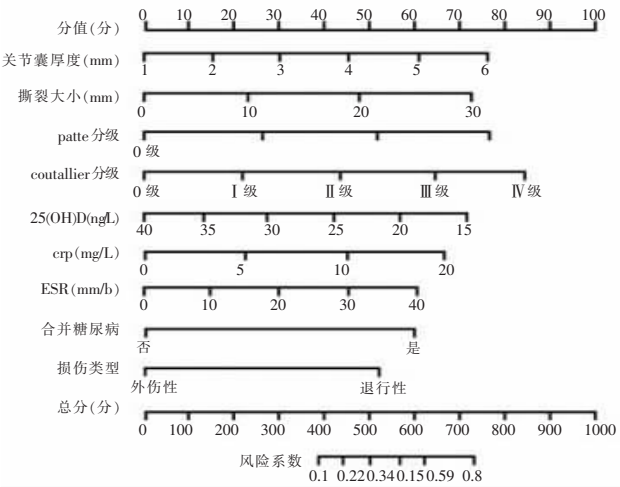


图 4 基于 Logistic 回归分析结果构建肩袖损伤患者继发肩周炎的风险列线图

2.6 模型预测效能验证

用 Bootstrap 法对列线图模型进行内部验证,结果显示,列线图 ROC 曲线下面积为 0.891,敏感度 90.15%,特异度 88.27%,提示预测准确性良好。见图 5。Delong 检验结果显示,学习集和测试集分别为 0.943、0.952,预测值与实际观测值之间差异无统计学意义($P > 0.05$),表明该模型预测精准度和区分度良好。见图 6。

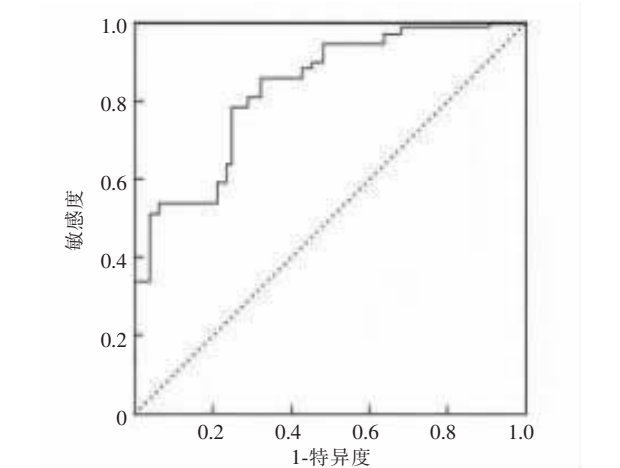


图 5 列线图模型预测肩袖损伤患者继发肩周炎的 ROC 曲线

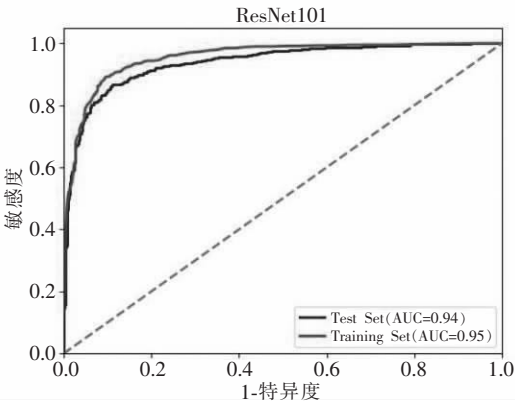


图6 列线图模型预测肩袖损伤患者继发肩周炎的校准曲线(Delong 检验)

3 讨论

临床资料^[13]显示,肩袖损伤后,肩关节的生物力学平衡被打破,肩关节的活动范围受限,长期的制动或活动减少可能导致肩关节周围软组织的粘连、纤维化,进而诱发肩周炎。相关研究^[14-15]显示,当患者处于肩袖损伤病理状态下,肩周炎的发生进一步加重了肩关节的疼痛和功能障碍,迫使关节通过“疼痛-制动-粘连”的恶性循环代偿,给患者的康复带来诸多挑战。深入探讨肩袖损伤与肩周炎的关联、临床特点、诊断要点及治疗策略,对于提高临床疗效、改善患者预后具有重要意义。

本研究基于 LASSO-Logistic 回归分析结果显示,退变性损伤、合并糖尿病、Goutallier 分级(Ⅲ-Ⅳ级)、撕裂大小(大)、Patte 分级(Ⅲ级)、关节囊厚度(厚)、CRP(高)、ESR(高)、25(OH)D(低)是影响肩袖损伤患者继发肩周炎的危险因素,究其可能原因:(1)退变性损伤以肌腱胶原纤维断裂、黏液样变性为特征,导致肌腱弹性下降,无法有效约束肱骨头运动,而肱骨头异常上移引发肩峰下撞击,反复刺激滑膜及关节囊,诱发慢性炎症与纤维化^[16]。(2)大范围撕裂(前后径≥15 mm)、重度肌腱回缩(Patte 分级Ⅲ级)及慢性肌腱退变伴随脂肪浸润(Goutallier 分级≥Ⅲ级),提示显著减少肩袖力学负荷能力,导致肩关节外展、外旋时动力链断裂,迫使关节通过“假性活动”代偿,增加关节囊剪切应力^[17]。关节囊增厚(轴位 T2 像>3 mm)直接反映滑膜慢性炎症向纤维化的转化,有报道^[18]表示,关节囊过厚可能会影响肩关节囊的滑液循环和弹性,限制肩关节的正常活动范围,增加肩关节内部的摩擦和撞击,从而诱发肩周炎。(3)除力学因素外,代谢异常与炎症失衡在本研究模型中占据重要权重^[19]。合并糖尿病与低 25(OH)D 水平的入选,揭示了代谢调控在肩周炎发生中的独立作用,高血糖通过促进晚期糖

基化终末产物(AGEs)在关节囊胶原中的沉积,增加组织僵硬度和促炎细胞因子表达,加速纤维化进程。25(OH)D<20 ng/mL 时,维生素 D 受体信号通路抑制,导致成纤维细胞凋亡受阻、抗炎因子分泌减少,延长炎症期并阻碍组织修复^[20]。值得注意的是,炎症指标(CRP、ESR)与影像学退变参数(Goutallier 分级、关节囊厚度等)在模型中呈现显著协同效应,提示局部退变与全身炎症的交互作用可能是肩周炎发生的关键放大器。

本研究基于 LASSO-Logistic 回归分析结果构建列线图模型评估肩袖损伤患者继发肩周炎,ROC 曲线和 Delong 检验结果表明模型对肩袖损伤患者继发肩周炎的预测效能较好,提示该模型在指导临床评估肩袖损伤患者是否会发生肩周炎的风险方面有一定的有效性和准确性。在模型构建过程中,LASSO-Logistic 回归分析结合了 LASSO 和 Logistic 回归的优点,在减少模型复杂度方面,LASSO 通过对回归系数施加约束,使得一些不重要变量的系数趋近于零甚至为零,从而简化了模型结构,避免了过多变量带来的复杂性。故此,LASSO-Logistic 回归分析在减少模型复杂度、提高模型解释性和降低过拟合风险方面具有一定优势。基于分析结果,进一步构建列线图模型,将多个经过筛选的预测指标整合为可视化的图形。在传统的统计模型中,预测结果往往以复杂的数学公式或数据形式呈现,而列线图以图形化展示各个预测指标与预后风险之间的关系提升了预测模型的可读性和易用性。

综上,通过 LASSO-Logistic 回归构建的列线图模型,能为肩袖损伤患者继发肩周炎的风险分层提供了可靠工具。未来通过扩大验证与机制探索,有望推动肩周炎的精准防治实践。

参考文献

[1] Weber S,Chahal J. Management of rotator cuff injuries[J]. Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons,2020,28(5): e193-e201.

[2] 王晨文,王江,莫昊坤,等. 肩袖损伤相关基因概述[J]. 骨科, 2022,13(5):478-480.

[3] Tazawa T,Yasui M,Otsuka S,et al. Development of a musculoskeletal shoulder model considering anatomic joint structures and soft-tissue deformation for dynamic simulation[J]. Anatomical Science International,2024,99(3):278-289.

[4] 高传勇,张加永,朱丽丽. 应用正清风痛宁注射液联合针刀治疗老年肩袖损伤合并肩周炎的临床分析[J]. 老年医学与保健,2022,28(6):1369-1373.

[5] 鲁谊,杨琰,李岳,等. 肩袖损伤合并肱二头肌长头腱病变的危险因素及其对肩关节功能的影响[J]. 中华骨科杂志,2021,41(8):471-479.

[6] 陈真,姚龙,冯天保. MSCT 和 MRI 在膝关节半月板,关节软骨

损伤诊断及分期评估中的应用[J]. 川北医学院学报, 2024, 39 (7): 900 – 903.

[7] 苑博, 张绍龙, 马栋, 等. 肩袖修补术后关节僵硬风险评估模型[J]. 中华骨科杂志, 2024, 44 (20): 1321 – 1330.

[8] 邓明月, 张清, 李一平, 等. 肩袖损伤术后再撕裂的危险因素分析[J]. 局解手术学杂志, 2023, 32 (6): 524 – 528.

[9] Song A, Cannon D, Kim P, *et al.* Risk factors for degenerative, symptomatic rotator cuff tears: a case-control study[J]. Journal of Shoulder and Elbow Surgery, 2022, 31 (4): 806 – 812.

[10] Collaborative QUASR, Gupta A, Hollman F, *et al.* Medial scapular body (MSB) goutallier classification: MRI-based reliability and validity of evaluation of the goutallier classification for grading fatty infiltration of the rotator cuff[J]. Journal of Shoulder and Elbow Surgery, 2024, 33 (12): e641 – e651.

[11] Yoon TH, Kim SJ, Choi YR, *et al.* Comparison of the goutallier classification of fatty infiltration for the subscapularis with a novel modified classification[J]. Orthopaedic Journal of Sports Medicine, 2023, 11 (8): 23259671231174428.

[12] Sahin K, Kendirci AS, Kocazeybek E, *et al.* Reliability of bigliani's classification using magnetic resonance imaging for determination of acromial morphology[J]. Malaysian Orthopaedic Journal, 2022, 16 (3): 44 – 49.

[13] Ishikawa H, Smith KM, Wheelwright JC, *et al.* Rotator cuff muscle imbalance associates with shoulder instability direction[J]. Journal of Shoulder and Elbow Surgery, 2023, 32 (1): 33 – 40.

[14] 罗小兰, 曾琦, 李萍, 等. 3T MRI 半定量冈上肌脂肪浸润程度与慢性肩袖撕裂的相关性分析[J]. 医学影像学杂志, 2024, 34 (4): 93 – 95.

[15] 杨树, 王洪涛, 张宇, 等. 肩关节镜下肩袖修复术后 I 型复杂区域疼痛综合征的危险因素分析[J]. 中国现代医学杂志, 2021, 31 (23): 11 – 18.

[16] 李铁军, 魏超, 唐犁春, 等. MR T2 mapping 定量参数在肩袖损伤患者中的变化及与 SSV, DASH 的关系[J]. 影像科学与光化学, 2022, 40 (6): 1602 – 1606.

[17] Nazzal EM, Mattar LT, Winkler PW, *et al.* Scapular morphology does not predict supraspinatus tendon tear propagation following an individualised exercise therapy programme[J]. Journal of Experimental Orthopaedics, 2024, 11 (3): e12072.

[18] 张清, 向明, 杨金松, 等. 肱二头肌长头腱转位上关节囊重建术治疗大及巨大肩袖损伤[J]. 中华骨科杂志, 2022, 42 (4): 195 – 203.

[19] 张晓燕, 王丽花, 任美灵, 等. 2 型糖尿病患者骨骼肌质量指数与非创伤性肩袖损伤的相关性[J]. 中国临床研究, 2024, 37 (7): 1066 – 1069.

[20] 张莉, 王亚利, 何利, 等. 肩周炎患者维生素 D 营养水平与骨代谢指标相关性研究[J]. 营养学报, 2022, 44 (6): 573 – 576

(收稿日期: 2025 – 02 – 15 修回日期: 2025 – 05 – 01)

(上接第 848 页)

[5] Williams B, Mancia G, Spiering W, *et al.* 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension[J]. European Heart Journal, 2018, 39 (33): 3021 – 3104.

[6] Wang JG, Liu L. Global impact of 2017 American college of cardiology/American heart association hypertension guidelines: a perspective from China[J]. Circulation, 2018, 137 (6): 546 – 548.

[7] 《中国高血压防治指南》修订委员会. 中国高血压防治指南 2018 年修订版[J]. 心脑血管病防治, 2019, 19 (1): 1 – 44.

[8] 方湘, 潘小蓉, 程毅松, 等. 《中青年高血压管理中国专家共识》解读[J]. 中国循证医学杂志, 2020, 20 (7): 753 – 758.

[9] 刘靖, 卢新政, 陈鲁原, 等. 中国中青年高血压管理专家共识[J]. 中华高血压杂志, 2020, 28 (4): 316 – 324.

[10] 中国成人血脂异常防治指南修订联合委员会. 中国成人血脂异常防治指南 (2016 年修订版)[J]. 中华全科医师杂志, 2017, 16 (1): 15 – 35

[11] 中华医学会糖尿病分会. 国家基层糖尿病防治管理指南 (2022)[J]. 中华内科杂志, 2022, 61 (3): 249 – 262

[12] 高尿酸血症相关疾病诊疗多学科共识专家组. 中国高尿酸血症相关疾病诊疗多学科专家共识[J]. 中华内科杂志, 2017, 56 (3): 235 – 248.

[13] Chen X, Barywani SB, Hansson PO, *et al.* High-normal blood pressure conferred higher risk of cardiovascular disease in a random population sample of 50-year-old men: a 21-year follow-up[J]. Medicine, 2020, 99 (17): 1 – 7.

[14] Duan W, Wu J, Liu S, *et al.* Impact of prehypertension on the risk of major adverse cardiovascular events in a Chinese rural cohort[J]. American Journal of Hypertension, 2020, 33 (5): 465 – 470.

[15] Hu L, Huang X, You C, *et al.* Prevalence and risk factors of prehypertension and hypertension in Southern China[J]. PLoS One, 2017, 12 (1): e0170238.

[16] Xu T, Liu J, Zhu G, *et al.* Prevalence of prehypertension and associated risk factors among Chinese adults from a large-scale multi-ethnic population survey[J]. BMC Public Health, 2016, 16 (1): 775.

[17] 宗泽, 金铨顺, 元奎昌. 更年期高血压发病机制与治疗的研究进展[J]. 中国老年学杂志, 2024, 44 (3): 756 – 759.

[18] Valensi P. Autonomic nervous system activity changes in patients with hypertension and overweight: role and therapeutic implications[J]. Cardiovascular Diabetology, 2021, 20 (1): 170.

[19] Roumie CL, Hung AM, Russell GB, *et al.* Blood pressure control and the association with diabetes mellitus incidence: results from SPRINT randomized trial[J]. Hypertension, 2020, 75 (2): 331 – 338.

[20] Piani F, Cicero AFG, Borghi C. Uric acid and hypertension: prognostic role and guide for treatment[J]. Journal of Clinical Medicine, 2021, 10 (3): 448.

[21] Kawazoe M, Funakoshi S, Ishida S, *et al.* Effect of chronic kidney disease on the association between hyperuricemia and new-onset hypertension in the general Japanese population: ISSA-CKD study[J]. Journal of Clinical Hypertension (Greenwich), 2021, 23 (12): 2071 – 2077.

(收稿日期: 2024 – 12 – 04 修回日期: 2025 – 03 – 01)