·论　　著·
（急腹症救治）

基于客观因素的儿童坏疽穿孔性阑尾炎预测模型的建立与验证

黄卓[1,2]，徐诺[2]，毛连春[2]，马丹丹[2]，金炜东[1,2]
1. 武汉科技大学医学部医学院，湖北 武汉 430065；2. 中国人民解放军中部战区总医院普通外科，湖北 武汉 430070

［摘要］ **目的** 建立并验证基于客观因素的儿童急性阑尾炎（acute appendicitis，AA）发生坏疽穿孔的列线图预测模型。**方法** 回顾性收集2010年1月至2024年9月就诊于中国人民解放军中部战区总医院普通外科的350例AA患儿的临床资料，选择2010年1月至2019年12月的患儿为研究对象（n=225），选择2020年1月至2024年9月的患儿为验证对象（n=125）。所有患儿在诊断明确后行阑尾切除手术，依据术后送检阑尾病理结果，分为无坏疽性/穿孔性阑尾炎（non-gangrenous/perforated appendicitis，N-GPA）组和坏疽性/穿孔性阑尾炎（gangrenous/perforated appendicitis，GPA）组。进行两组间比较，对有意义的指标通过LASSO回归、多因素logistic回归分析筛选出患儿发生坏疽穿孔的独立危险因素，并对其建立列线图预测模型。同时基于列线图模型对验证对象进行内部验证，分别采用受试者操作特征（receiver operating characteristic，ROC）曲线的曲线下面积（area under the curve，AUC）和Hosmer-Lemeshow（H-L）拟合优度检验评估列线图模型的区分度和校准度。**结果** 术前CT提示阑尾管腔内是否有粪石、白细胞计数、症状持续时间、体温和术前CT检查阑尾直径为AA患儿发生坏疽穿孔的独立危险因素（P<0.05）。列线图预测研究对象和验证对象中AA患儿发生坏疽穿孔的AUC分别为0.896（95%CI：0.848～0.943）和0.899（95%CI：0.825～0.972），结果提示模型具有良好区分度；研究对象和验证对象的H-L拟合优度检验P值分别为0.459（χ^2=6.72）和0.272（χ^2=9.91），表示所建立的列线图模型有较好的预测精准能力。**结论** 研究所建立的列线图预测模型具有较高的准确性，可方便地用于AA患儿发坏疽穿孔的早期识别和风险预测。

［关键词］ 急性阑尾炎；坏疽穿孔；预测模型；儿童
［中图分类号］R656.8　［文献标识码］A　**DOI**：10.3969/j.issn.1003-5591.2024.06.003

Development and validation of a scoring model based upon objective factors for predicting gangrenous/perforated appendicitis in children

Huang Zhuo[1,2], *Xu Nuo*[2], *Mao Lianchun*[2], *Ma Dandan*[2], *Jin Weidong*[1,2]
1. *School of Medicine, Wuhan University of Science & Technology, Hubei Wuhan* 430065, *China*; 2. *Department of General Surgery, General Hospital of Chinese People's Liberation Army Central Theater, Hubei Wuhan* 430070, *China*
Corresponding author: *Jin Weidong*, *Email*: *jwdong*1972@163.*com*

［**Abstract**］ **Objective** To establish and validate a nomogram prediction model based upon objective factors for predicting gangrenous/perforated appendicitis (GPA) in children with acute appendicitis (AA). **Methods** Between January 2010 and September 2024, the relevant clinical data were retrospectively reviewed for 350 AA children. And patients admitted between January 2010 and December 2019 were allocated into study group (n=225) while those admitted between January 2020 and

基金项目：湖北省自然科学基金面上项目（2021CFB500）
作者简介：黄卓，硕士研究生在读，主要从事胃肠外科方面的研究，Email：huangzhuo99@163.com
通信作者：金炜东，Email：jwdong1972@163.com

September 2024 were selected as validation group (n=125). Appendectomy was performed after a definite diagnosis. They were assigned into two groups of non-gangrenous/perforated appendicitis (N-GPA) and gangrenous/perforated appendicitis (GPA) according to the postoperative results of pathological examination. A comparison was made between two groups. And independent risk factors for GPA were identified through LASSO regression and multivariate Logistic regression analysis. Then these factors were utilized for constructing a nomogram prediction model. Internal validation of nomogram model was conducted with validation group. The area under the receiver operating characteristic curve (AUC) and Hosmer-Lemeshow (H-L) goodness-of-fit test were applied for assessing the model's discrimination and calibration. **Results** Preoperative computed tomography (CT) findings of fecalith within appendiceal lumen, leukocyte count, duration of symptoms, body temperature and appendiceal diameter as measured by preoperative CT were identified as independent risk factors for GPA in AA children (P<0.05). AUC for nomogram prediction model was 0.896 (95%CI: 0.848 - 0.943) in study group and 0.899 (95%CI: 0.825 - 0.972) in validation group, indicating an excellent discriminatory power. H-L test results were P=0.459 (χ^2=6.72) for study group and P=0.272 (χ^2=9.91) for validation group, indicating that nomogram model had a decent predictive accuracy. **Conclusion** The nomogram prediction model developed here demonstrates high accuracy and it may be readily applied for early identification and risk prediction of GPA in AA children.

[**Key words**] Acute Appendicitis; Gangrenous/Perforated; Prediction Model; Children

儿童中急性阑尾炎(acute appendicitis,AA)的发病率约为7%～8%,是该年龄段最常见的外科急腹症之一[1]。在临床上,AA分为急性非复杂性阑尾炎(uncomplicated acute appendicitis,UCAA)和急性复杂性阑尾炎(complicated acute appendicitis,CAA),CAA占据AA的20%～30%[2]。在病理上,UCAA包括急性单纯性阑尾炎和急性化脓性阑尾炎,CAA包括阑尾周围脓肿和坏疽性/穿孔性阑尾炎(gangrenous/perforated appendicitis,GPA)[3]。其中,GPA可能最终导致急性弥漫性腹膜炎,并有较高的死亡率。目前未发生坏疽或穿孔的AA可保守治疗,但有一定风险迅速发展为GPA,应及时采取手术治疗[4]。Alvarado评分、儿童阑尾炎评分系统在儿科中最常用,多用于诊断儿童AA[5]。AIR评分系统可以预测AA的严重程度,多用于成人AA[6]。这些评分系统用临床症状和体征作为诊断标准,如腹部压痛、恶心和转移性疼痛等,主观因素较多,临床上存在较大偏倚;其次评分者之间的主观差异限制了这些评分系统的可重复性;最后由于患儿不配合查体、表达能力有限以及儿童AA的症状体征不典型,限制了这些评分系统的临床实用性[7-8]。因此,我们旨在开发一种基于客观因素的儿童GPA预测模型,该模型基于患儿特征、血清学和放射学结果等客观指标,用于预测儿童GPA,帮助临床医生早期识别GPA的高风险患儿,有针对性的指导儿童AA的治疗。

资料与方法

一、研究对象

回顾性收集2010年1月至2024年9月中国人民解放军中部战区总医院收治的350例AA患儿临床资料,选择2010年1月至2019年12月的患儿为研究对象,选择2020年1月至2024年9月的患儿为验证对象。所有患儿在诊断明确后行阑尾切除手术,依据术后送检阑尾病理结果,分为无GPA(N-GPA)组和GPA组。本研究经中国人民解放军中部战区总医院伦理委员会审批通过[〔2023〕伦审字(093-01)号]。

二、纳入标准和排除标准

纳入标准:(1)年龄≤14岁;(2)行阑尾切除手术治疗;(3)术后病理示AA;(4)临床病例资料、术前辅助检查及术后病理资料完整。

排除标准:(1)同时实施其他腹部手术;(2)合并恶性肿瘤。

三、临床资料收集

一般资料包括性别、年龄、身高、体重、体重指数、体温、脉搏、症状持续时间、入院前是否行抗感染治疗;既往史包括既往有无AA发作史、有无腹部手术史;实验室检查包括血常规、凝血功能、肝肾功能;影像学检查包括术前CT提示阑尾管腔内是否有粪石、术前CT提示是否合并腹盆腔积液、术前CT检查阑尾直径、术前CT检查阑尾周围脂肪浑浊情况;病理学检查包括术后病理报告。

四、统计学分析

采用R4.4.0软件进行统计学分析。正态分布的计量资料以$\bar{x}\pm s$表示,组间比较采用t检验;非正态分布的计量资料以$M(IQR)$表示,组间比较采用Mann-WhitneyU检验;计数资料以例数和百分数表示,组间比较采用χ^2检验。LASSO回归模型适用于临床资料特征的缩减,以获取患儿发生坏疽穿孔的

危险因素（非零系数）。多因素logistic回归使用逐步向后回归分析法，适用于独立危险因素的进一步筛选。针对筛选出的独立危险因素，其中连续变量通过受试者操作特征（receiver operating characteristic，ROC）曲线，确定其最佳截断值，并将其转换成分类变量。使用rms包对回归模型进行分析，绘制列线图模型，同时基于列线图模型对验证对象进行内部验证，分别采用曲线下面积（area under the curve，AUC）和Hosmer-Lemeshow（H-L）拟合优度检验评估列线图模型的区分度和校准度。采用双侧检验，$P<0.05$表示差异有统计学意义。

结　果

一、基础资料

本研究共纳入350例AA患儿，其中研究对象225例，验证对象125例。根据术后病理报告，研究对象分为N-GPA组176例和GPA组49例。两组患儿在血钠、白细胞计数、中性粒细胞百分率、中性粒细胞计数、中性粒细胞与淋巴细胞比值、纤维蛋白原、术前CT检查阑尾直径、症状持续时间、体温、术前CT提示阑尾管腔内是否有粪石、术前CT提示是否合并腹盆腔积液、入院前是否行抗感染治疗等方面的差异有统计学意义（均$P<0.05$），见表1。

二、LASSO回归和多因素logistic回归分析

通过LASSO回归分析，共获得7个危险因素（非零系数），分别为术前CT提示阑尾管腔内是否有粪石、术前CT提示是否合并腹盆腔积液、白细胞计数、纤维蛋白原、术前CT检查阑尾直径、症状持续时间、体温，见图1。应用多因素logistic回归方法分析上述危险因素，结果显示术前CT提示阑尾管腔内是否有粪石、白细胞计数、术前CT检查阑尾直径、症状持续时间、体温为AA患儿发生坏疽穿孔的独立危险因素，见表2。

三、列线图预测模型的建立

针对筛选出的独立危险因素，其中连续变量通过ROC曲线，确定其最佳截断值，并将其转换成分类变量，见表3。建立AA患儿发生坏疽穿孔风险的个体化列线图预测模型，见图2。依据相关因素评分累计，列线图中模型总分越高，相对应的预测AA患儿发生坏疽穿孔风险越高。

四、列线图预测模型评估以及验证

研究对象和验证对象的AUC分别为0.896（95%*CI*：0.848～0.943）和0.899（95%*CI*：0.825～0.972），AUC值均大于0.7，表明预测模型具有良好的区分度，见图3。H-L拟合优度检验的P值分别为0.459（$\chi^2=6.72$）和0.272（$\chi^2=9.91$），儿童GPA的实际发生概率与预测概率差异无统计学意义（$P>0.05$），表明预测模型有较好的预测精准能力。校准图显示模型预测结果与实际临床观察结果一致性较高，见图4。

讨　论

本研究通过回顾性分析AA患儿的临床资料，使用LASSO回归和多因素logistic回归分析在34个候选因素中筛选出术前CT提示阑尾管腔内是否有粪石、白细胞计数、术前CT检查阑尾直径、症状持续时间、体温等5因素为儿童GPA的独立危险因素，与Bekiaridou等[7]和Miyauchi等[9]的研究结果相似。

在研究对象中，GPA患儿术前CT提示阑尾管腔内有粪石的比例明显高于N-GPA患儿，且术前CT提示阑尾管腔内是否有粪石是儿童GPA的独立危险因素。一项纳入163例AA患儿的观察性研究结果显示，阑尾粪石是AA患儿发生坏疽穿孔的重要独立危险因素[10]。儿童的阑尾通常比成人的更细小，管腔相对狭窄，因此在阑尾粪石存在时，梗阻更容易发生，管腔内的压力增加更快，导致炎症迅速恶化。

本研究中的症状持续时间是指患儿出现腹痛症状至入院行CT检查的间隔时间，GPA患儿症状持续时间长于N-GPA患儿。Fujii等[11]报告GPA患儿腹痛时间长于N-GPA患儿。Fujiwara等[12]分析203例AA患儿的临床资料后发现，腹痛持续时间是患儿发生坏疽穿孔的独立危险因素。Miyauchi等[9]也认为腹痛时间是AA患儿发生坏疽穿孔的独立危险因素。本研究结果同样显示，症状持续时间延长是AA患儿发生坏疽穿孔的独立危险因素，且回归系数为正值，说明症状持续时间越长，患儿发生坏疽穿孔的可能性越大。因此，我们建议对于腹痛时间超过34 h的患儿，不论是否已经接受过保守治疗，如果临床症状和体征没有改善，应立即采取外科手术干预，以防止病情进一步恶化。

本研究结果显示，体温达到或超过37.5 ℃是AA患儿发生坏疽穿孔的独立危险因素，纳入列线图预测模型。Wang等[10]报告了类似的结果。虽然纤维蛋白原、中性粒细胞百分率和中性粒细胞计数等未纳入列线图预测模型，但在单因素分析中均显示出差异有统计学意义，临床实际工作中也应引起

表 1　两组患儿临床资料比较

观察指标	无坏疽性/穿孔性阑尾炎组（n=176）	坏疽性/穿孔性阑尾炎组（n=49）	$t/Z/\chi^2$值	P值
性别（例）			3.25	0.071
女	58（32.95%）	23（46.94%）		
男	118（67.05%）	26（53.06%）		
年龄（岁）	11.00（4.00）	10.00（4.00）	1.15	0.247
身高（cm）	150.00（13.00）	146.00（19.00）	1.15	0.248
体重（kg）	40.51（8.59）	39.43（11.71）	1.73	0.084
体重指数（kg/m^2）	18.50（1.94）	18.00（2.98）	1.17	0.241
白细胞计数（×10^9/L）	12.00（6.40）	15.00（5.20）	－5.43	＜0.001
中性粒细胞百分率（%）	82.45（20.75）	87.90（8.30）	－3.69	＜0.001
中性粒细胞计数（×10^9/L）	9.91（6.80）	13.56（4.73）	－5.37	＜0.001
淋巴细胞百分率（%）	11.55（15.85）	10.40（7.60）	1.94	0.052
淋巴细胞计数（×10^9/L）	1.37（0.99）	1.47（0.85）	－1.59	0.113
血小板计数（×10^9/L）	230.85±59.52	242.24±72.56	－1.01	0.317
中性粒细胞与淋巴细胞比值	7.26（11.16）	8.38（7.23）	－2.19	0.029
血小板与淋巴细胞比值	171.61（123.14）	160.96（106.26）	0.91	0.363
凝血酶原时间（s）	12.40（1.70）	12.20（1.60）	0.34	0.733
纤维蛋白原（g/L）	3.91（1.48）	5.71（1.79）	－6.57	＜0.001
活化部分凝血活酶时间（s）	33.00±4.29	32.73±4.58	0.38	0.708
总胆红素（μmol/L）	15.62（10.30）	18.40（12.90）	－1.66	0.098
谷丙转氨酶（U/L）	13.00（7.00）	13.00（7.00）	1.42	0.156
谷草转氨酶（U/L）	18.00（7.00）	19.00（7.00）	－0.74	0.458
白蛋白（g/L）	45.25（4.23）	43.50（7.80）	1.77	0.076
尿素（mmol/L）	4.08（1.60）	4.14（2.07）	－0.69	0.493
肌酐（μmol/L）	64.84±16.53	65.18±17.99	－0.12	0.907
血钾（mmol/L）	3.96±0.34	3.92±0.35	0.72	0.472
血钠（mmol/L）	139.31±3.12	137.40±3.16	3.75	＜0.001
术前CT检查阑尾直径（cm）	0.70（0.40）	1.00（0.70）	－5.85	＜0.001
术前CT提示阑尾管腔内是否有粪石（例）			29.35	＜0.001
无粪石	128（72.73%）	15（30.61%）		
有粪石	48（27.27%）	34（69.39%）		
术前CT检查阑尾周围脂肪浑浊情况（例）			0.65	0.419
无阑尾周围脂肪浑浊	38（21.59%）	8（16.33%）		
有阑尾周围脂肪浑浊	138（78.41%）	41（83.67%）		
术前CT提示是否合并腹盆腔积液（例）			26.5	＜0.001
无腹腔积液	136（77.27%）	19（38.78%）		
有腹腔积液	40（22.73%）	30（61.22%）		
症状持续时间（h）	25.00（23.25）	44.00（29.00）	－5.43	＜0.001
入院前是否行抗感染治疗（例）			11.04	0.001
无入院前抗感染治疗	121（68.75%）	21（42.86%）		
有入院前抗感染治疗	55（31.25%）	28（57.14%）		
既往有无发作史（例）			0.19	0.659
无既往发作史	155（88.07%）	42（85.71%）		
有既往发作史	21（11.93%）	7（14.29%）		
既往有无腹部手术史（例）			0.40	0.526
无腹部手术史	152（86.36%）	44（89.8%）		
有腹部手术史	24（13.64%）	5（10.2%）		
体温（℃）	37.00（0.90）	37.70（1.20）	－5.32	＜0.001
脉搏（次/min）	80.00（9.00）	83.00（14.00）	－1.60	0.107

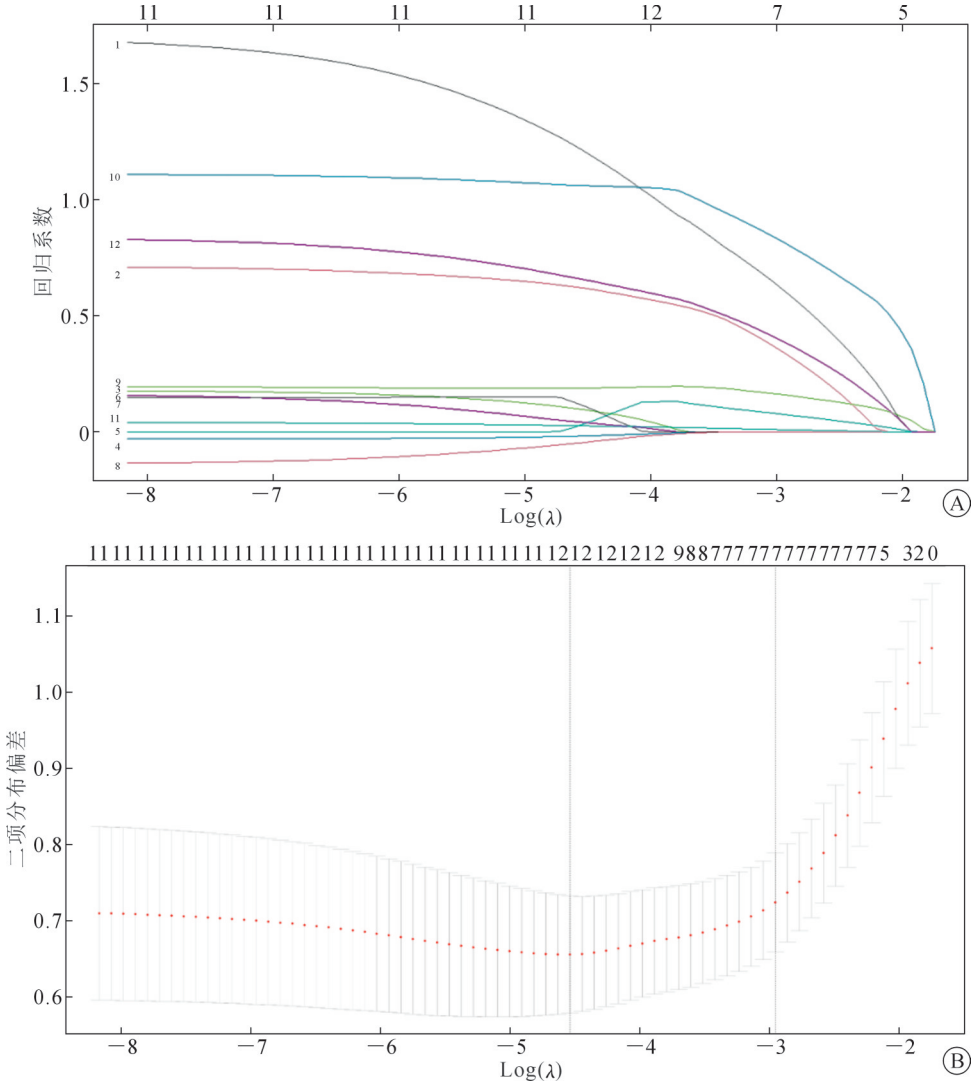


图1　研究对象的LASSO回归模型危险因素筛选　A. 回归系数路径图；B. 交叉验证曲线

表2　影响儿童急性阑尾炎发生坏疽穿孔的多因素logistic回归分析

观察指标	*β*	*SE*	*Wald*	*P*值	*OR*值	95%置信区间	
						下限	上限
术前CT提示阑尾管腔内是否有粪石	1.32	0.47	7.91	0.005	3.75	1.49	9.43
术前CT提示是否合并腹盆腔积液	0.86	0.46	3.46	0.063	2.37	0.95	5.90
白细胞计数	0.20	0.07	8.14	0.004	1.22	1.06	1.40
纤维蛋白原	0.26	0.14	3.32	0.068	1.30	0.98	1.72
术前CT检查阑尾直径	1.29	0.58	4.91	0.027	3.64	1.16	11.42
症状持续时间	0.03	0.01	6.83	0.009	1.03	1.01	1.06
体温	0.79	0.30	6.94	0.008	2.20	1.22	3.95

表3　各独立危险因素预测儿童急性阑尾炎发生坏疽穿孔的最佳截断值

观察指标	曲线下面积	*SE*	95%置信区间		最佳截断值	灵敏度（%）	特异度（%）	*P*值
			下限	上限				
白细胞计数（$\times 10^9$/L）	0.754	0.037	0.682	0.826	13.00	73.5	63.6	＜0.001
症状持续时间（h）	0.754	0.035	0.685	0.822	34.00	73.5	69.3	＜0.001
体温（℃）	0.749	0.038	0.675	0.822	37.50	69.4	68.2	＜0.001
术前CT检查阑尾直径（cm）	0.773	0.036	0.703	0.844	1.00	71.4	69.3	＜0.001

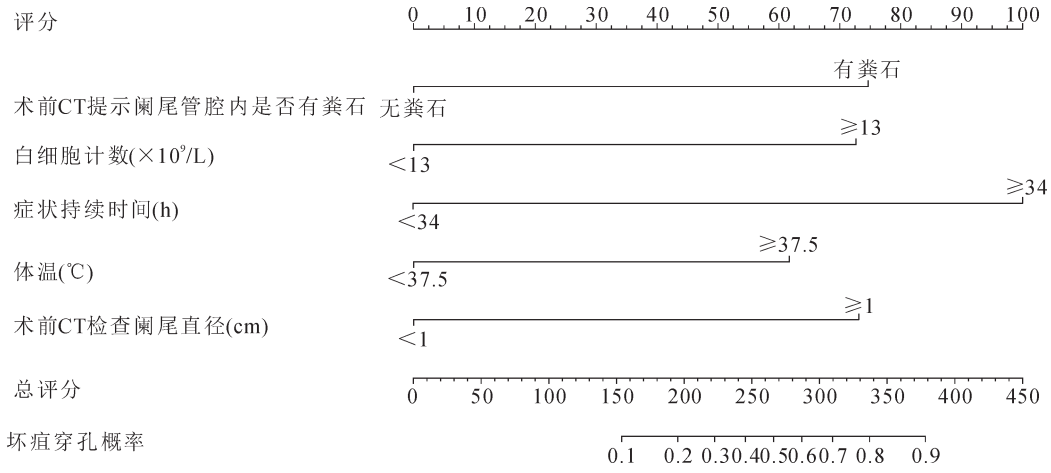


图2　儿童急性阑尾炎患儿发生坏疽穿孔的风险列线图预测模型

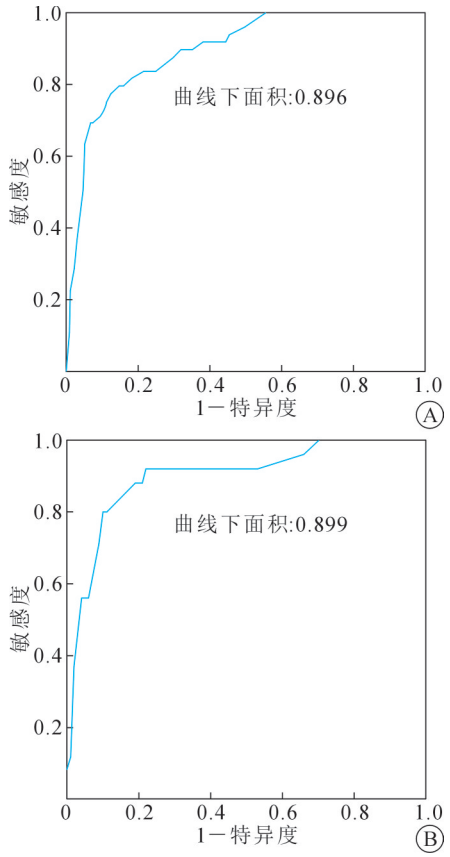


图3　预测模型在研究对象和验证对象中的ROC曲线
A. 研究对象；B. 验证对象

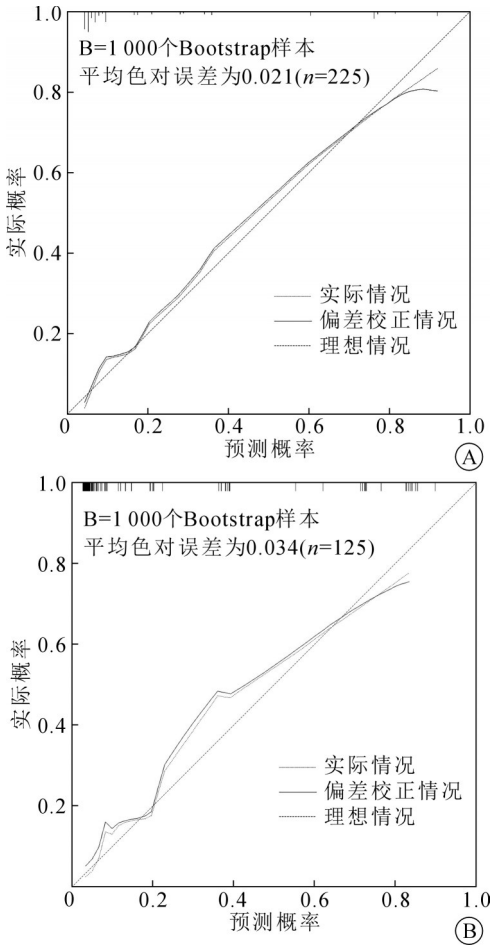


图4　预测模型在研究对象和验证对象中的校准曲线
A. 研究对象；B. 验证对象

足够重视。发热是高炎症水平的一个表现，在临床实践中，需要结合炎症指标的检测来综合评估机体的炎症状态，并据此强化抗感染治疗。

白细胞计数是临床上最常见的炎性标志物，本研究结果显示，白细胞计数是AA患儿发生坏疽穿孔的独立危险因素。Zani等[13]报告，白细胞水平可能有助于临床医生预测5岁以上儿童GPA。高白细胞计数是急性炎症的反应之一，在儿童AA中，严重的感染和炎症反应会导致阑尾局部供血不足、组织坏死，最终可能发展为坏疽和穿孔。

在我们的研究中，阑尾直径≥1 cm是预测因子。Jesus等[14]报道，正常阑尾直径≤0.6 cm，当阑尾直径＞0.6 cm时AA的敏感度约为93%，特异性约为92%。Katipoglu等[15]报道，成人AA阑尾直径

及其与穿孔的关系的临界值约为0.925 cm。对于年龄较小的儿童，阑尾的直径可能因年龄而异；然而，阑尾直径在6～7岁之后保持相对恒定[16]。我们研究中AA患儿年龄约为11(4)岁，因此阑尾直径的标准可以用与成人相同的值代替。考虑到这一点，我们的研究与之前的研究结果相对应[15]。阑尾直径增大是AA病情加重的一个重要标志。在儿童中，阑尾直径的显著增大会增加阑尾壁缺血、坏死和穿孔的风险。

综上所述，本研究纳入临床上的5个客观指标构建儿童GPA的列线图预测模型，模型的AUC为0.896(95%*CI*：0.848～0.943)，对预测儿童GPA有一定的鉴别能力，可能有助于临床医生早期识别出发生坏疽穿孔的AA高风险患儿。此外，本研究也存在一定局限性。首先，本研究未纳入C-反应蛋白(C-reactive protein，CRP)相关数据，原因是收集过程中存在CRP数据缺失。现有研究指出，CRP作为敏感的炎症标志物，在儿童阑尾穿孔和脓肿形成的诊断中具有重要作用[17]。CRP能够敏感反映体内的炎症反应，其缺失可能会导致模型在捕捉早期炎症变化或预测疾病严重性方面的能力有所下降。因此，为进一步提升模型的预测效果，未来研究应尽量完善CRP数据，为儿童GPA的诊断和分层管理提供更可靠的依据。其次，本研究为单中心研究，样本来源单一，入组患儿均行阑尾切除术，存在选择偏倚，未能进行多中心研究。因此，有必要进行多中心大样本的研究，进行多方面验证以证实该列线图在临床应用中的适用性。

利益冲突　所有作者均声明不存在利益冲突

参　考　文　献

[1] Rabbitts JA, Groenewald CB. Epidemiology of pediatric surgery in the United States[J]. Paediatr Anaesth, 2020, 30(10): 1083-1090. DOI: 10.1111/pan.13993.

[2] Kim HY, Park JH, Lee YJ, et al. Systematic review and meta-analysis of CT features for differentiating complicated and uncomplicated appendicitis[J]. Radiology, 2018, 287(1): 104-115. DOI: 10.1148/radiol.2017171260.

[3] Buonpane CL, Vacek J, Harris CJ, et al. Controversy in the classification of appendicitis and utilization of postoperative antibiotics[J]. Surgery, 2022, 171(4): 1022-1026. DOI: 10.1016/j.surg.2021.10.006.

[4] Maita S, Andersson B, Svensson JF, et al. Nonoperative treatment for nonperforated appendicitis in children: a systematic review and meta-analysis[J]. Pediatr Surg Int, 2020, 36(3): 261-269. DOI: 10.1007/s00383-019-04610-1.

[5] van Amstel P, Gorter RR, van der Lee JH, et al. Ruling out appendicitis in children: can we use clinical prediction rules?[J]. J Gastrointest Surg, 2019, 23(10): 2027-2048. DOI: 10.1007/s11605-018-3997-1.

[6] Andersson M, Kolodziej B, Andersson RE. Validation of the appendicitis inflammatory response (AIR) score[J]. World J Surg, 2021, 45(7): 2081-2091. DOI: 10.1007/s00268-021-06042-2.

[7] Bekiaridou K, Kambouri K, Giatromanolaki A, et al. Predicting complicated appendicitis in children: pros and cons of a new score combining clinical signs, laboratory values, and ultrasound images (CLU score)[J]. Diagnostics, 2023, 13(13): 2275. DOI: 10.3390/diagnostics13132275.

[8] Lee YJ, Cho H, Gwak G, et al. Scoring system for differentiation of complicated appendicitis in pediatric patients: appendicitis scoring system in children[J]. Glob Pediatr Health, 2021, 8: 2333794X211022268. DOI: 10.1177/2333794X211022268.

[9] Miyauchi H, Okata Y, Hatakeyama T, et al. Analysis of predictive factors for perforated appendicitis in children[J]. Pediatr Int, 2020, 62(6): 711-715. DOI: 10.1111/ped.14148.

[10] Wang N, Lin XD, Zhang SS, et al. Appendicolith: an explicit factor leading to complicated appendicitis in childhood[J]. Arch Argent Pediatr, 2020, 118(2): 102-108. DOI: 10.5546/aap.2020.eng.102.

[11] Fujii T, Tanaka A, Katami H, et al. Applying the Pediatric Appendicitis Score to predict complicated appendicitis in children[J]. Pediatr Int, 2022, 64(1): e14918. DOI: 10.1111/ped.14918.

[12] Fujiwara K, Abe A, Masatsugu T, et al. Usefulness of several factors and clinical scoring models in preoperative diagnosis of complicated appendicitis[J]. PLoS One, 2021, 16(7): e0255253. DOI: 10.1371/journal.pone.0255253.

[13] Zani A, Teague WJ, Clarke SA, et al. Can common serum biomarkers predict complicated appendicitis in children?[J]. Pediatr Surg Int, 2017, 33(7): 799-805. DOI: 10.1007/s00383-017-4088-1.

[14] Jesus OD, Espejo A, Heber L, et al. Acute Appendicitis: imAging findings And current ApproAch to diAgnostic imAgesAgudA: hAllAzgos rAdiológicos y[C]. 2014.

[15] Katipoglu B, Aygun A, Çınar H. The effect of appendix diameter on perforation in acute appendicitis cases[J]. Cumhuriyet Med J, 2019, 41(2): 392-397. DOI: 10.7197/223.vi.567892.

[16] Gökçe AH. Reliability of ultrasonography for diagnosing acute appendicitis[J]. Ulus Travma Acil Cerrahi Derg, 2011, 17(1): 19-22. DOI: 10.5505/tjtes.2011.82195.

[17] Almaramhy HH. Acute appendicitis in young children less than 5 years: review article[J]. Ital J Pediatr, 2017, 43(1): 15. DOI: 10.1186/s13052-017-0335-2.

（收稿日期：2024-09-21）