

· 论著 ·



全文二维码

小儿急性阑尾炎腹腔镜手术后切口感染危险因素分析及列线图预测模型的构建

王德勇 蒋丽 李从军 谢磊 罗贤茂

安徽医科大学附属亳州医院小儿外科, 亳州 236800

通信作者: 罗贤茂, Email: heynumber007@163.com

【摘要】 目的 探讨影响小儿急性阑尾炎腹腔镜手术后切口感染的危险因素, 构建预测术后切口感染的列线图模型, 并评估模型的区分度和一致性。 **方法** 选取 2016 年 1 月至 2021 年 3 月在安徽医科大学附属亳州医院小儿外科行腹腔镜下阑尾切除术的 480 例患儿作为研究对象, 其中手术后发生切口感染 65 例 (65/480, 13.54%), 未发生切口感染 415 例 (415/480, 86.46%)。收集所有患儿年龄、病理、手术时间、术前体温、阑尾穿孔以及是否留置腹腔引流等临床资料, 采用单因素及多因素 Logistic 回归分析筛选影响小儿腹腔镜急性阑尾炎术后切口感染的危险因素; 采用 R 软件构建预测术后切口感染的列线图模型, 并使用受试者操作特性曲线 (receiver operating characteristic curve, ROC) 及校准曲线验证列线图模型的区分度和一致性。 **结果** 小儿腹腔镜急性阑尾炎术后切口感染发生率为 13.54% (65/480)。单因素分析显示, 年龄、病程、手术操作时间、术前发热、阑尾穿孔、留置腹腔引流是小儿腹腔镜急性阑尾炎术后切口感染的影响因素 ($P < 0.05$); 多因素 Logistic 回归分析结果显示, 病程 > 24 h、手术操作时间 > 60 min、阑尾穿孔、留置腹腔引流是小儿急性阑尾炎腹腔镜手术后切口感染的危险因素 ($P < 0.05$); 构建的列线图预测模型具有较好的区分度 (ROC 曲线下面积为 0.816, 95% CI: 0.716 ~ 0.871) 和一致性 (Hosmer-Lemeshow 拟合优度检验值 = 8.661, $P = 0.372$)。 **结论** 本研究构建的预测小儿急性阑尾炎腹腔镜手术后切口感染发生风险的列线图模型, 具有较好的区分度和一致性。

【关键词】 阑尾炎/病理生理学; 腹腔镜检查; 外科伤口感染/并发症; 外科伤口感染/病因学; 危险因素; 预测; 儿童

基金项目: 2021 年亳州市重点研发计划 (bzzc2021024); 2020 年亳州市人民医院院级科研项目 (By202029)

DOI: 10.3760/cma.j.cn101785-202108066-012

Risk factors of wound infection after laparoscopic acute appendicitis in children and potency of a nomogram prediction model

Wang Deyong, Jiang Li, Li Congjun, Xie Lei, Luo Xianmao

Department of Pediatric Surgery, Affiliated Bozhou Hospital, Anhui Medical University, Bozhou 236800, China

Corresponding author: Luo Xianmao, Email: heynumber007@163.com

【Abstract】 Objective To explore the risk factors of wound infection after laparoscopic acute appendicitis (AA) in children, construct a nomogram model to predict postoperative incision infection and evaluate the distinction and consistency of the model. **Methods** From January 2016 to March 2021, 480 children undergoing appendectomy were selected as study subjects. They were assigned into two groups of surgical incision infection post-operation ($n = 65$) and surgical incision non-infection post-operation ($n = 415$). The relevant clinical data were collected. Single factor and multivariate Logistic regression analyses were employed for screening the risk factors of influencing wound infection. R software was utilized for constructing a nomogram model to predict postoperative incision infection and receiver operating characteristic (ROC) and calibration curves for verifying the discrimination and consistency of nomogram model. **Results** The incidence of wound infection was 13.54% (65/480). Univariate analysis indicated that age, course of disease, operative duration, preoperative fever, appendiceal perforation and indwelling abdominal drainage were all influencing factors of wound infection ($P < 0.05$); multivariate Logistic regression analysis revealed that disease course > 24 h, operative duration > 60 min, appendiceal perforation and in-

dwelling abdominal drainage were the risk factors for incision infection; nomogram prediction model offered excellent discrimination (area under the ROC curve was 0.816, 95% CI = 0.716 - 0.871) and consistency (Hosmer-Lemeshow goodness of fit test showed = 8.661, $P = 0.372$). **Conclusion** With excellent discrimination and consistency, the above nomogram model may predict the risk of wound infection after laparoscopic AA in children.

【Key words】 Appendicitis/PP; Laparoscopy; Surgical Wound Infection/CO; Surgical Wound Infection/ET; Risk Factors; Forecasting; Child

Fund program: Key Research & Development Plan of Bozhou City in 2021 (bzzc2021024); Bozhou People's Hospital Academy Level Scientific Research Project in 2020 (By202029)

DOI:10.3760/cma.j.cn101785-202108066-012

急性阑尾炎 (acute appendicitis, AA) 是儿童最常见的急腹症, 约占儿童急腹症的 20%~30%, 其发病年龄范围广, 重症较多, 相对于成人阑尾炎更易发生缺血坏死及穿孔, 且发病率随小儿年龄增长而升高^[1-2]。由于小儿语言表达能力较差, 且临床症状常不典型, 容易延误诊断和治疗, 导致行手术切除时患儿病情已较为严重。目前手术切除阑尾是临床主要治疗手段, 虽然技术已较为成熟, 但仍有部分患儿术后发生切口感染。据报道, 急性阑尾炎术后切口感染的发生率可达 9%~31%^[3]。因此, 个体化精准预测小儿急性阑尾炎术后切口感染的发生风险, 对降低术后切口感染发生率尤为重要。目前, 临床研究多倾向于采用 Logistic 回归模型分析影响小儿急性阑尾炎术后切口感染发生的危险因素, 但尚不能精准预测术后切口感染的发生风险^[4]。列线图模型可通过整合多因素 Logistic 回归分析确定的危险因素, 个体化预测某类不良事件的发生情况^[5]。本研究将探讨小儿急性阑尾炎腹腔镜手术后切口感染的危险因素, 并构建个体化预测术后切口感染的列线图模型, 为小儿急性阑尾炎腹腔镜手术后切口感染提供早期预警。

材料与方法

一、临床资料

选取 2016 年 1 月至 2021 年 3 月在安徽医科大学附属亳州医院小儿外科诊断为急性阑尾炎, 行腹腔镜下阑尾切除术的患儿作为研究对象。纳入标准: ①经病理组织学证实为急性阑尾炎; ②接受腹腔镜手术治疗, 临床资料完整; ③年龄 ≤ 12 岁, 性别不限。排除标准: ①合并其他明确的感染性疾病; ②回盲部肿瘤, 阑尾周围脓肿, 阑尾炎合并梅克尔憩室; ③近 1 周使用过抗生素、免疫抑制剂、糖皮质激素; ④合并血液系统疾病、内分泌系统疾病、严重肝肾功能异常; ⑤合并营养不良 (包括身高体重

不达标、贫血、低蛋白血症等)。最终共纳入 480 例患儿, 按照是否出现切口感染分为切口感染组 (65 例) 及切口未感染组 (415 例)。

本研究经安徽医科大学附属亳州医院医学伦理委员会批准 (亳医伦审 2020 第 46 号)。

二、观察指标

收集两组患儿年龄、性别、病程、手术操作时间、术前有无发热 (超过 37.3℃ 定义为发热)、阑尾是否穿孔、是否留置腹腔引流。

切口感染的诊断标准: ①切口裂开, 有脓性分泌物流出; ②切口周围红肿、胀痛; ③切口分泌物病原学检查依照《全国临床检验操作规程》进行病原菌分离和鉴定, 分泌物呈阳性^[6]。

三、统计学处理

采用 SPSS 19.0 处理数据。计数资料以率 (%) 描述, 两组间比较采用 χ^2 检验。将年龄 (是否 > 6 岁)、病程 (是否 > 24 h)、手术时间 (是否 > 60 min) 等 7 个因素进行单因素 Logistic 回归分析, 将其中有统计学意义的因素纳入多因素 Logistic 回归模型。将确定的危险因素引入 R3.6.3 软件及 rms 程序包, 构建预测小儿腹腔镜急性阑尾炎术后切口感染的列线图模型。绘制受试者操作特性曲线 (receiver operating characteristic curve, ROC) 评估列线图模型预测切口感染的区分度; 绘制校准曲线评估列线图模型预测切口感染的一致性。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、小儿急性阑尾炎腹腔镜手术后切口感染影响因素的单因素分析

单因素分析显示, 年龄、病程、手术时间、术前发热、阑尾穿孔、留置腹腔引流是小儿急性阑尾炎腹腔镜手术后切口感染的影响因素 ($P < 0.05$), 见表 1。

表 1 小儿急性阑尾炎腹腔镜手术后切口感染影响因素的单因素分析[$n(\%)$]Table 1 Single factor analysis of wound infection after laparoscopic acute appendicitis in children[$n(\%)$]

分组	例数	年龄(岁)		性别		病程(h)		手术操作时间(min)	
		≤6	6~12	男	女	≤24	>24	≤60	>60
切口感染组	65	46(70.77)	19(29.23)	36(55.38)	29(44.62)	12(18.46)	53(81.54)	10(15.38)	55(84.62)
切口未感染组	415	160(38.55)	255(61.45)	259(62.41)	156(37.59)	253(60.96)	162(39.04)	223(53.73)	192(46.27)
χ^2 值		23.807		1.171		41.053		33.089	
P 值		<0.001		0.279		<0.001		<0.001	
分组	例数	术前体温(℃)		阑尾穿孔		留置腹腔引流			
		≤37.3	>37.3	是	否	是	否		
切口感染组	65	20(30.77)	45(69.23)	40(61.54)	25(38.46)	54(83.08)	11(16.92)		
切口未感染组	415	239(57.59)	176(42.41)	155(37.35)	260(62.65)	158(38.07)	257(61.93)		
χ^2 值		16.273		13.632		46.158			
P 值		<0.001		<0.001		<0.001			

二、小儿急性阑尾炎腹腔镜手术后切口感染影响因素的多因素 Logistic 回归分析

将小儿急性阑尾炎腹腔镜手术后是否发生切口感染作为因变量(未发生=0,发生=1),将单因素分析中有统计学意义的变量(年龄、病程、手术时间、术前发热、阑尾穿孔、留置腹腔引流)作为自变量进行分析,变量赋值方式见表2。多因素 Logistic 回归分析结果显示,病程>24 h($OR=1.370$,95% $CI=1.509\sim4.805$)、手术操作时间>60 min($OR=2.963$,95% $CI=1.220\sim4.046$)、阑尾穿孔($OR=2.350$,95% $CI=1.098\sim5.029$)、留置腹腔引流($OR=2.842$,95% $CI=1.285\sim6.285$)是影响小儿急性阑尾炎腹腔镜手术后切口感染的危险因素($P<0.05$),见表3。

表 2 变量赋值方式

Table 2 Variable assignment method

变量	赋值方式
年龄	6~12岁=0,≤6岁=1
病程	≤24h=0,>24h=1
手术操作时间	≤60min=0,>60min=1
术前发热	≤37.3℃=0,>37.3℃=1
阑尾穿孔	否=0,是=1
留置腹腔引流	否=0,是=1

三、预测小儿急性阑尾炎腹腔镜手术后切口感染风险模型的建立及验证

将上述确定的危险因素(病程、手术时间、阑尾穿孔、留置腹腔引流)利用 R 软件 rms 包构建小儿急性阑尾炎腹腔镜手术后切口感染的列线图,见图1。通过 Bootstrap 法对该列线图进行内部验证,该列线图预测小儿急性阑尾炎腹腔镜手术后切口感染发生率的曲线下面积为 0.816,95% $CI=0.716\sim0.871$,区分度良好,见图2;校准曲线显示列线图预测小儿急性阑尾炎腹腔镜手术后切口感染与临床实际发生风险相近(Hosmer-Lemeshow 拟合优度检验值=8.661, $P=0.372$),拟合度高,预测能力较好,见图3。使用时我们将患儿所存在的危险因素在列线图上找到相对应的点,作横轴上该点垂直线,该直线与分值所对应横轴交点则为该危险因素所对应的分值,将患儿危险因素分值叠加即为评分总标尺对应的总分,根据总分在预测概率轴中读数,该数值为急性阑尾炎腹腔镜手术后切口感染概率,总分越高,则手术后切口感染风险越高。我们发现,当急性阑尾炎患儿病程>24 h、手术时间>60 min、伴阑尾穿孔、留置腹腔引流时,术后切口感染的发生率达 73%。

表 3 小儿急性阑尾炎腹腔镜手术后切口感染影响因素的多因素 Logistic 回归分析

Table 3 Multivariate Logistic regression analysis of wound infection after laparoscopic acute appendicitis in children

变量	β 值	SE 值	Wald χ^2 值	P 值	OR 值	95% CI
年龄	0.315	0.290	1.179	0.278	1.370	0.776~2.417
病程	0.991	0.295	11.248	0.001	2.693	1.509~4.805
手术操作时间	0.798	0.306	9.818	0.009	2.222	1.220~4.046
术前发热	0.172	0.287	0.361	0.548	1.188	0.677~2.084
阑尾穿孔	0.854	0.388	4.843	0.028	2.350	1.098~5.029
留置腹腔引流	1.042	0.405	6.653	0.010	2.842	1.285~6.285

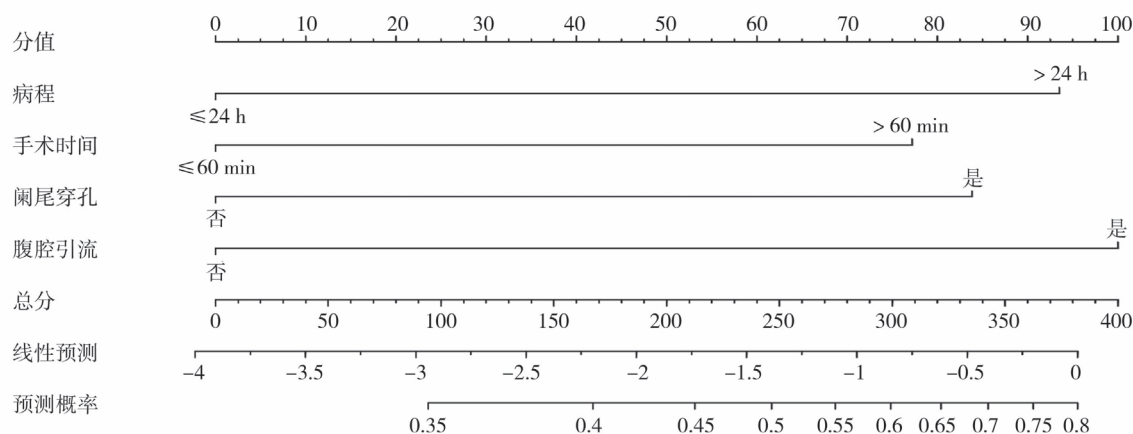


图1 预测小儿急性阑尾炎腹腔镜手术后切口感染的列线图模型的建立

Fig. 1 Establishment of a nomogram model for predicting wound infection after laparoscopic acute appendicitis in children

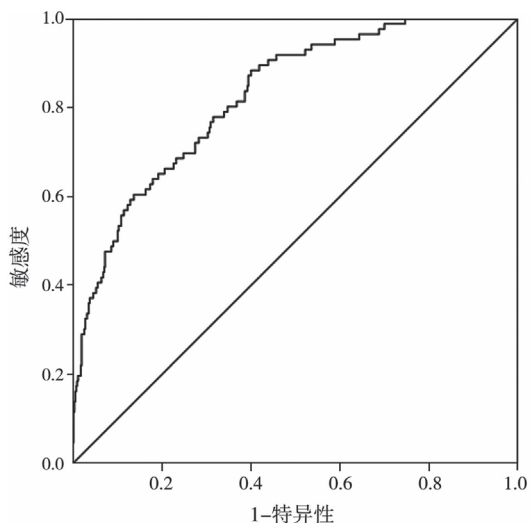


图2 列线图模型预测切口感染的 ROC 曲线

Fig. 2 ROC curve of nomogram model for predicting incision infection

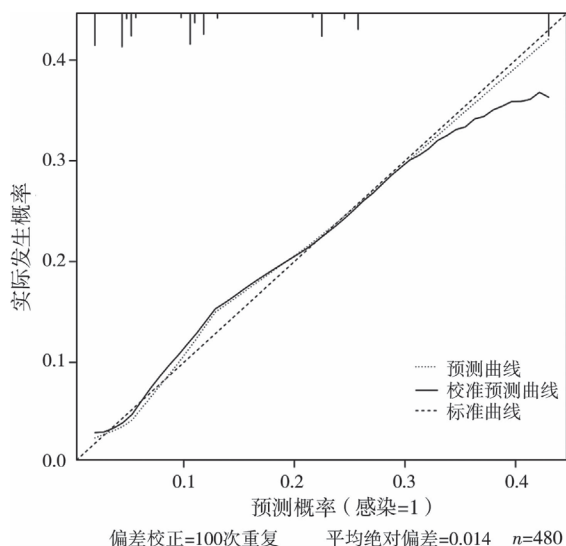


图3 列线图模型预测切口感染的校准曲线

Fig. 3 Calibration curve of nomogram model for predicting incision infection

讨论

小儿急性阑尾炎早期症状不典型,易误诊,较成人更易发生化脓和坏疽,导致穿孔性阑尾炎^[7-9]。目前阑尾切除已由传统开腹手术发展为腹腔镜手术,但术后并发症如切口感染、出血的发生率仍较高^[10]。本研究中小儿急性阑尾炎腹腔镜手术后切口感染的发生率为13.54%,通过单因素及多因素分析结果发现,病程>24 h、手术时间>60 min、伴阑尾穿孔、留置腹腔引流是术后切口感染的独立危险因素,与苗家园等^[11]研究结果一致。

急性阑尾炎病程长与其病理进展、术后切口感染息息相关。随着病程延长,阑尾内肠球菌、大肠埃希菌等大量繁殖,损害阑尾壁血液循环,诱发阑尾壁穿孔、坏死,阑尾穿孔时,大量细菌繁殖并进入腹腔,导致腹腔感染,增加治疗难度^[12-13]。急性阑尾炎手术是侵入性手术,若手术时间延长,会增加切口被外源性细菌侵入的风险,使得切口感染更易发生^[14]。急性阑尾炎术后留置腹腔引流可能使引流液经腹壁组织进入切口,增加切口感染的风险^[15]。

列线图又称为诺莫图,是一种临床事件个体化预测分析的统计学模型。列线图基于个体变量数值来计算总分,并根据总分计算某事件的发生风险或生存概率,已应用于预测肝门部胆管癌患者术后手术部位感染、老年患者结肠切除术后发生吻合口漏的风险等^[16]。本研究通过 Logistic 回归分析筛选出小儿急性阑尾炎腹腔镜手术后切口感染的危险因素,构建列线图风险预测模型,进而依据该列线图模型各危险因素评分预测小儿急性阑尾炎腹腔镜手术后切口感染的发生风险。其创新点在于模型基于病程、手术时

间、阑尾穿孔、留置腹腔引流等危险因素建立,临床资料易于收集,预测性能佳。局限性在于该研究中样本均来自同一医学中心,且为回顾性研究,难免存在偏倚;另外研究未纳入如血清C反应蛋白、白介素-6和降钙素原等炎症指标以及小儿体重等影响因素。后续需联合多家医学中心进行大样本前瞻性队列研究对模型进行优化,以更好应用于临床。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

作者贡献声明 文献检索为王德勇、蒋丽、谢磊,论文调查设计为王德勇、李从军、谢磊、罗贤茂,数据收集与分析王德勇、蒋丽,论文结果撰写为王德勇,论文讨论分析为王德勇、罗贤茂、李从军

参 考 文 献

- [1] Duman L, Cesur Ö, Kumbul Doğuş D, et al. Diagnostic value of serum pentraxin 3 level in children with acute appendicitis[J]. Ulus Travma Acil Cerrahi Derg, 2020, 26(5): 699-704. DOI: 10.14744/tjtes. 2020. 23258.
- [2] 冯伟,崔华雷,赵旭峰,等. 儿童急性阑尾炎术后粘连性肠梗阻的影响因素分析[J]. 临床小儿外科杂志, 2021, 20(3): 253-256, 262. DOI: 10.12260/lxewkzz. 2021. 03. 010.
- [3] 朱旭光,周丽霞,段春胜,等. 急性化脓性阑尾炎患儿术后切口感染的临床特点及相关因素分析[J]. 中华医院感染学杂志, 2018, 28(17): 2686-2688. DOI: 10.11816/cn. ni. 2018-173375.
- [4] 李杰,刘铭. 小儿急性阑尾炎术后切口感染影响因素及病原学分析[J]. 中国煤炭工业医学杂志, 2020, 23(2): 213-216. DOI: 10.11723/mtyyx1007-9564202002022.
- [5] Li J, Liu M. Influencing factors and etiological analysis of postoperative incision infection in pediatric acute appendicitis[J]. Chinese Journal of Coal Industry Medicine, 2020, 23(2): 213-216. DOI: 10.11723/mtyyx1007-9564202002022.
- [6] Portinari M, Scagliarini M, Valpiani G, et al. Do i need to operate on that in the middle of the night? development of a nomogram for the diagnosis of severe acute cholecystitis[J]. J Gastrointest Surg, 2018, 22(6): 1016-1025. DOI: 10.1007/s11605-018-3708-y.
- [7] 尚红,王毓三,申子瑜. 全国临床检验操作规程[M]. 第4版. 北京:人民卫生出版社, 2015: 648-780.
- [8] Shang H, Wang YS, Shen ZY. National clinical laboratory operating procedures[M]. 4th Edition. Beijing: People's Health Publishing House, 2015: 648-780.
- [9] 张林,张聪,李勇,等. 白介素-6、降钙素原及C-反应蛋白对儿童急性阑尾炎伴穿孔的预测价值研究[J]. 临床小儿外科杂志, 2021, 20(8): 749-753. DOI: 10.12260/lxewkzz. 2021. 08. 009.
- [10] Zhang L, Zhang C, Li Y, et al. Predictive values of interleukin-6, procalcitonin and C-reactive protein in acute appendicitis with perforation in children[J]. J Clin Ped Sur, 2021, 20(8): 749-753. DOI: 10.12260/lxewkzz. 2021. 08. 009.
- [11] Hsu YJ, Fu YW, Chin T. Seasonal variations in the occurrence of acute appendicitis and their relationship with the presence of fecaliths in children[J]. BMC Pediatr, 2019, 19(1): 443-448. DOI: 10.1186/s12887-019-1824-9.
- [12] Zhang Y, Lyu FX, Kang Q, et al. Association of meteorological factors with pediatric acute appendicitis in China: A 7-year retrospective analysis[J]. Medicine (Baltimore), 2018, 97(42): 1-7. DOI: 10.1097/MD.00000000000012913.
- [13] 李苗苗,崔华雷. 小儿急性阑尾炎的诊疗进展[J]. 临床小儿外科杂志, 2018, 17(6): 474-478. DOI: 10.3969/j. issn. 1671-6353. 2018. 06. 017.
- [14] Li MM, Cui HL. Advances in clinical diagnosis and treatment of acute appendicitis in children[J]. J Clin Ped Sur, 2018, 17(6): 474-478. DOI: 10.3969/j. issn. 1671-6353. 2018. 06. 017.
- [15] 苗家园,刘强,张成虎,等. 儿童急性阑尾炎急诊手术切口感染发生危险因素研究[J]. 临床军医杂志, 2021, 49(12): 1375-1377, 1382. DOI: 10.16680/j. 1671-3826. 2021. 12. 26.
- [16] Miao JY, Liu Q, Zhang CH, et al. Risk factors for incision infection in children with acute appendicitis in emergency surgery[J]. Clinical Journal of Medical Officer, 2021, 49(12): 1375-1377, 1382. DOI: 10.16680/j. 1671-3826. 2021. 12. 26.
- [17] 朱奎阳,陈刚,汤远银,等. 腹腔镜与开腹手术治疗急性阑尾炎术后切口感染的危险因素分析[J]. 医学临床研究, 2019, 36(9): 1805-1807. DOI: 10.3969/j. issn. 1671-7171. 2019. 09. 050.
- [18] Zhu KY, Chen G, Tang YY, et al. Risk factors of incision infection after laparoscopic and open surgery for acute appendicitis[J]. Journal of Clinical Research, 2019, 36(9): 1805-1807. DOI: 10.3969/j. issn. 1671-7171. 2019. 09. 050.
- [19] 谢朝云,蒙桂鸾,熊芸,等. 化脓性阑尾炎急性穿孔患者手术部位感染相关因素分析[J]. 西北国防医学杂志, 2019, 40(2): 77-82. DOI: 10.16021/j. cnki. 1007-8622. 2019. 02. 003.
- [20] Xie CY, Meng GL, Xiong Y, et al. Analysis of related factors of surgical site infection in patients with acute perforation of suppurative appendicitis[J]. Medical Journal of National Defending Forces in Northwest China, 2019, 40(2): 77-82. DOI: 10.16021/j. cnki. 1007-8622. 2019. 02. 003.
- [21] Serres SK, Cameron DB, Glass CC, et al. Time to appendectomy and risk of complicated appendicitis and adverse outcomes in children[J]. JAMA Pediatr, 2017, 171(8): 740-746. DOI: 10.1001/jamapediatrics. 2017. 0885.
- [22] Güler Y, Karabulut Z, Çaliş H, et al. Comparison of laparoscopic and open appendectomy on wound infection and healing in complicated appendicitis[J]. Int Wound J, 2020, 17(4): 957-965. DOI: 10.1111/iwj. 13347.
- [23] Li L, Ding J, Han J, et al. A nomogram prediction of postoperative surgical site infections in patients with perihilar cholangiocarcinoma[J]. Medicine (Baltimore), 2017, 96(25): 1-7. DOI: 10.1097/MD.000000000000198.

(收稿日期:2021-08-27)

本文引用格式:王德勇,蒋丽,李从军,等. 小儿急性阑尾炎腹腔镜术后切口感染危险因素分析及列线图预测模型的构建[J]. 临床小儿外科杂志, 2022, 21(8): 769-773. DOI: 10.3760/cma. j. cn101785-202108066-012.

Citing this article as: Wang DY, Jiang L, Li CJ, et al. Risk factors of wound infection after laparoscopic acute appendicitis in children and potency of a nomogram prediction model[J]. J Clin Ped Sur, 2022, 21(8): 769-773. DOI: 10.3760/cma. j. cn101785-202108066-012.