

• 论 著 • DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2025.22.014

血清 LRG1、I-FABP、CRP 在小儿急性阑尾炎病情及术后切口感染判断中的应用价值*

田圣川¹, 魏山坡¹, 邹林峰¹, 刘文龙¹, 王美英¹, 刘艳艳¹, 冯娜欣²

首都医科大学附属北京儿童医院保定医院:1. 外一科;2. 血液科, 河北保定 071000

摘要:目的 探讨血清亮氨酸丰富 α 2-糖蛋白 1(LRG1)、肠型脂肪酸结合蛋白(I-FABP)、C-反应蛋白(CRP)在小儿急性阑尾炎(AA)病情及术后切口感染评估中的应用价值。**方法** 选取 2022 年 12 月至 2023 年 12 月在该院治疗的 104 例 AA 患儿为观察组,根据病情分为重度组、中度组和轻度组,根据术后是否感染分为感染组和非感染组;另选取同期在该院体检的 104 例健康儿童为对照组。比较各组血清 LRG1、I-FABP、CRP 水平;绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析血清 LRG1、I-FABP、CRP 单独及 3 项联合对 AA 患儿病情为重度的预测价值;采用多因素 Logistic 回归分析 AA 患儿发生术后切口感染的影响因素。**结果** 与对照组相比,观察组血清 LRG1、I-FABP、CRP 水平均明显升高($P < 0.05$)。重度组 37 例,中度组 33 例,轻度组 34 例。与轻度组相比,重度组、中度组患儿血清 LRG1、I-FABP、CRP 水平均明显升高($P < 0.05$);与中度组相比,重度组患儿血清 LRG1、I-FABP 水平均明显升高($P < 0.05$)。血清 LRG1、I-FABP、CRP 单独及 3 项联合预测 AA 患儿病情为重度的 AUC 分别为 0.810、0.791、0.745、0.903,3 项联合预测的 AUC 大于 LRG1($Z = 2.438, P = 0.002$)、I-FABP($Z = 2.085, P = 0.037$)、CRP($Z = 3.032, P = 0.002$)单独预测的 AUC。感染组 30 例,非感染组 74 例。与非感染组相比,感染组血清 LRG1、I-FABP、CRP 水平明显升高($P < 0.05$)。多因素 Logistic 回归分析结果显示,血清 LRG1、I-FABP 水平升高均为 AA 患儿发生术后切口感染的危险因素($P < 0.05$)。**结论** AA 患儿血清 LRG1、I-FABP、CRP 水平均上调,血清 LRG1、I-FABP、CRP 联合对 AA 患儿病情为重度具有更高的预测价值,且血清 LRG1、I-FABP 水平升高为 AA 患儿发生术后切口感染的危险因素。

关键词:急性阑尾炎; 亮氨酸丰富 α 2-糖蛋白 1; 肠型脂肪酸结合蛋白; 术后切口感染; C-反应蛋白; 儿童

中图法分类号:R446.11;R726.5

文献标志码:A

文章编号:1672-9455(2025)22-3101-06

Application value of serum LRG1, I-FABP and CRP in judging disease condition of acute appendicitis in children and postoperative incision infection*

TIAN Shengchuan¹, WEI Shanpo¹, ZOU Linfeng¹, LIU Wenlong¹, WANG Meiyi¹,
LIU Yanyan¹, FENG Naxin²

1. First Department of Surgery; 2. Department of Hematology, Baoding Hospital, Affiliated Beijing Children's Hospital of Capital Medical University, Baoding, Hebei 071000, China

Abstract: **Objective** To investigate the application value of serum leucine rich alpha 2-glycoprotein 1 (LRG1), intestinal fatty acid binding protein (I-FABP) and C-reactive protein (CRP) levels in evaluating the disease condition of acute appendicitis (AA) in children and postoperative incision infection. **Methods** A total of 104 children patients with AA treated in this hospital from December 2022 to December 2023 were selected as the observation group and divided into the severe group, moderate group and mild group according to the disease condition; they were also grouped into the infection group and non-infection group according to whether postoperative infection occurred. Other 104 healthy children who underwent physical examinations in this hospital were selected as the control group. The serum LRG1, I-FABP and CRP levels were compared among the groups. The receiver operating characteristic (ROC) curve was drawn to analyze the predictive values of serum LRG1, I-FABP and CRP alone and the 3-item combination for the severity of AA in children. The multivariate Logistic regression was applied to analyze the influencing factors of postoperative incision infection occurrence in AA children patients. **Results** Compared with the control group, the serum LRG1, I-FABP and

* 基金项目:河北省保定市科技计划项目(2341ZF012)。

作者简介:田圣川,男,主治医师,主要从事小儿外科方向的研究。

引用格式:田圣川,魏山坡,邹林峰,等.血清 LRG1、I-FABP、CRP 在小儿急性阑尾炎病情及术后切口感染判断中的应用价值[J]. 检验医学与临床,2025,22(22):3101-3105.

CRP levels in the observation group were significantly increased ($P < 0.05$). There were 37 cases in the severe group, 33 cases in the moderate group and 34 cases in the mild group. Compared with the mild group, the serum LRG1, I-FABP and CRP levels in the severe group and moderate group were significantly increased ($P < 0.05$). Compared with the moderate group, the serum LRG1, I-FABP and CRP levels in the severe group were significantly increased ($P < 0.05$). The areas under the curves (AUCs) of serum LRG1, I-FABP and CRP alone and the 3-item combination for predicting the severe degree of AA in children were 0.810, 0.791, 0.745 and 0.903, respectively. The AUC of the 3-item combination prediction was greater than that of LRG1 ($Z = 2.438, P = 0.002$), I-FABP ($Z = 2.085, P = 0.037$) and CRP ($Z = 3.032, P = 0.002$) alone. There were 30 cases in the infection group and 74 cases in the non-infection group. Compared with the non-infection group, the serum LRG1, I-FABP and CRP levels in the infection group were significantly increased ($P < 0.05$). The multivariate Logistic regression analysis results showed that the increased LRG1 and I-FABP levels were the risk factors for postoperative incision infection occurrence in children patients with AA ($P < 0.05$). **Conclusion** Serum LRG1, I-FABP and CRP levels are up-regulated in the children patients with AA, the combination of serum LRG1, I-FABP and CRP has the higher predictive value for the severe degree of AA, moreover the increased serum LRG1 I-FABP levels are the risk factors for postoperative incision infection occurrence in AA children patients.

Key words: acute appendicitis; leucine rich alpha 2-glycoprotein 1; intestinal fatty acid binding protein; postoperative incision infection; C-reactive protein; children

急性阑尾炎(AA)是小儿常见的急腹症,占小儿外科住院患儿的1%~2%^[1]。AA发病多是因为细菌感染、阑尾腔梗阻、神经反射等,阑尾黏膜受损,进而引发阑尾感染,包括单纯性阑尾炎、坏疽性阑尾炎、急性化脓性阑尾炎等多种类型^[2]。AA患儿因其年龄小、语言表达能力较弱以及麦氏点压痛不明显等,易发生误诊、漏诊,延误病情,且由于病情发展迅速,导致患儿发生复杂性阑尾炎,甚至发生出血、意识模糊、休克等严重并发症,严重危害患儿的生命健康^[3]。亮氨酸丰富 α 2-糖蛋白1(LRG1)是一种糖蛋白,其中的重复序列富含亮氨酸基序参与机体上皮细胞转化为间质细胞的过程,可促进血管异常增生、调控肿瘤细胞增殖^[4]。研究发现,LRG1可通过调控人体相关信号通路,进而促进炎症反应^[5],但是在小儿AA中的研究较少。肠型脂肪酸结合蛋白(I-FABP)在正常情况下水平极低,在肠道缺血缺氧或受损时会快速分泌,在血循环中具有一定的调控作用^[6]。在多种炎症相关疾病中发现I-FABP水平上调,与白细胞介素-6(IL-6)相互作用,促进炎症反应的发展,与感染等并发症的发生密切相关^[7]。目前,临床治疗常采用手术切除阑尾,可有效防止病情恶化以及复发,但是会出现一些术后并发症,如术后感染,严重影响患儿的术后康复效果,及时评估患儿术后切口感染对有效避免病情恶化有重要意义^[8]。结合上述研究可知,LRG1与I-FABP在感染性疾病的早期诊断、病情评估及预后判断中具有重要价值,但是其在AA中的作用少见报道。此外,C-反应蛋白(CRP)作为临床常见的非特异性炎症指标,在AA中发挥重要作用,多用于反映患者炎症情况。因此,本研究通过检测血清LRG1、I-FABP、CRP水平,分析其与小儿AA病情的关系,分

析这3项指标对AA病情及术后切口感染的评估价值,为患儿病情预测和术后感染评估提供参考依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2022年12月至2023年12月在本院治疗的104例AA患儿为观察组,其中男43例、女61例,年龄5~12岁、平均(7.25±2.01)岁。纳入标准:(1)根据临床表现、影像学检查(CT、B超等)、血液指标等确诊为AA^[9];(2)临床资料完整;(3)均进行手术切除术并经过病理检查确诊。排除标准:(1)患有恶性肿瘤;(2)患有自身免疫性疾病;(3)患有凝血系统功能障碍;(4)患有心、肝等重要器官功能障碍;(5)入院前服用过其他药物治疗。另选取同期在本院体检的104例健康儿童为对照组,其中男47例、女57例,年龄5~11岁、平均(7.05±1.98)岁。2组性别、年龄比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$),具有可比性。本研究取得本院医学伦理委员会批准(2022-91)。所有研究对象家属对本研究均知情同意并签署知情同意书。

1.2 仪器与试剂 离心机(上海金鹏分析仪器有限公司,型号:JP-6500R);酶标仪(安诺伦生物科技有限公司,型号:FeyondL100)。LRG1酶联免疫吸附试验(ELISA)试剂盒(上海钦胜生物科技有限公司,货号:QS13054-A);I-FABP ELISA试剂盒(博辉生物科技有限公司,货号:EK-H12125);CRP试剂盒(上海赫澎生物科技有限公司,货号:HPBIO-JC299)。

1.3 方法

1.3.1 血清LRG1、I-FABP、CRP水平检测 取所有患儿手术前及健康儿童体检当日空腹静脉血4 mL,离心半径10 cm、3 000 r/min转速离心10 min,分离血清并置于-80℃冰箱中保存待测。采用ELISA检

测血清 LRG1、I-FABP 水平,采用免疫比浊法检测血清 CRP 水平。

1.3.2 AA 治疗、严重程度分组及术后感染分组
104 例 AA 患儿均进行腹腔镜下阑尾切除术,对切除的组织进行病理检查。将发生坏疽穿孔、阑尾外观呈紫色或黑色、周围脓肿性阑尾炎患儿归为重度组,将阑尾明显肿胀、表面溃疡且出现脓液的化脓性阑尾炎患儿归为中度组,其余单纯性 AA 患儿归为轻度组。观察患儿术后 30 d 内(出院后通过电话或门诊复查随访)切口皮肤或皮下组织是否有感染症状,若出现局部发红、肿胀、发热、疼痛等症状则为发生感染^[10]。根据术后是否出现感染症状将患儿分为感染组和非感染组。

1.3.3 其他基线资料收集 收集 AA 患儿体质量指数(BMI)、手术时间、腹腔引流及缝合腹膜等情况。

1.4 统计学处理 采用 SPSS25.0 软件进行数据分析。计数资料以例数、百分率表示,组间比较采用 χ^2 检验;符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,2 组间比较采用独立样本 t 检验,多组间比较采用单因素方差分析,多组间两两比较采用 SNK- q 检验;绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析血清 LRG1、I-FABP、CRP 单独及 3 项联合对 AA 患儿病情为重度的预测价值,曲线下面积(AUC)的比较采用 DeLong 检验;采用多因素 Logistic 回归分析 AA 患儿发生术后切口感染的影响因素,变量筛选采用逐步后退法。检验水准 $\alpha=0.05$,以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 观察组 and 对照组血清 LRG1、I-FABP、CRP 水平比较 与对照组相比,观察组血清 LRG1、I-FABP、CRP 水平均明显升高($P<0.05$)。见表 1。

2.2 轻度组、中度组和重度组血清 LRG1、I-FABP、CRP 水平比较 重度组 37 例,中度组 33 例,轻度组 34 例。与轻度组相比,重度组、中度组患儿血清 LRG1、I-FABP、CRP 水平均明显升高($P<0.05$);与

中度组相比,重度组患儿血清 LRG1、I-FABP、CRP 水平均明显升高($P<0.05$)。见表 2。

表 1 观察组和对照组血清 LRG1、I-FABP、CRP 水平比较($\bar{x} \pm s$)

组别	<i>n</i>	LRG1 (ng/mL)	I-FABP (pg/mL)	CRP (mg/mL)
观察组	104	314.96±33.61	117.23±14.03	1.39±0.44
对照组	104	126.89±13.42	57.49±6.95	0.12±0.02
<i>t</i>		52.996	38.911	29.405
<i>P</i>		<0.001	<0.001	<0.001

2.3 血清 LRG1、I-FABP、CRP 单独及 3 项联合对 AA 患儿病情为重度的预测效能 以 AA 患儿病情(重度=1,轻、中度=0)为状态变量,以血清 LRG1、I-FABP、CRP 单独及 3 项联合为检验变量,绘制 ROC 曲线。结果显示:血清 LRG1、I-FABP、CRP 单独及 3 项联合预测 AA 患儿病情为重度的 AUC 分别为 0.810、0.791、0.745、0.903,3 项联合预测的 AUC 大于 LRG1($Z=2.438, P=0.002$)、I-FABP($Z=2.085, P=0.037$)、CRP($Z=3.032, P=0.002$)单独预测的 AUC;3 项联合预测的灵敏度为 94.59%、特异度为 76.12%。见表 3 和图 1。

表 2 轻度组、中度组和重度组血清 LRG1、I-FABP、CRP 水平比较($\bar{x} \pm s$)

组别	<i>n</i>	LRG1 (ng/mL)	I-FABP (pg/mL)	CRP (mg/mL)
重度组	37	336.25±34.64	129.45±14.58	1.62±0.49
中度组	33	312.73±33.28 ^a	118.52±14.06 ^a	1.38±0.43 ^a
轻度组	34	293.97±32.82 ^{ab}	102.68±13.39 ^{ab}	1.16±0.38 ^{ab}
<i>F</i>		14.115	32.434	9.820
<i>P</i>		<0.001	<0.001	<0.001

注:与重度组相比,^a $P<0.05$;与中度组相比,^b $P<0.05$ 。

表 3 血清 LRG1、I-FABP、CRP 单独及 3 项联合对 AA 患儿病情为重度的预测效能

指标	AUC	AUC 的 95%CI	最佳截断值	灵敏度(%)	特异度(%)	约登指数	<i>P</i>
LRG1	0.810	0.721~0.880	331.58 ng/mL	70.27	80.60	0.509	0.015
I-FABP	0.791	0.700~0.865	125.91 pg/mL	72.97	79.10	0.521	0.037
CRP	0.745	0.651~0.826	1.52 mg/mL	62.16	80.60	0.428	0.002
3 项联合	0.903	0.829~0.952	—	94.59	76.12	0.707	<0.001

注:—表示无数据。

2.4 感染组和非感染组基线资料比较 术后 30 例出现感染症状,故感染组 30 例、非感染组 74 例。感染组与非感染组年龄、性别、BMI、手术时间、腹腔引流比例、缝合腹膜比例比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。见表 4。

2.5 感染组和非感染组血清 LRG1、I-FABP、CRP 水

平比较 与非感染组相比,感染组血清 LRG1、I-FABP、CRP 水平均明显升高($P<0.05$)。见表 5。

2.6 多因素 Logistic 回归分析 AA 患儿发生术后切口感染的影响因素 以 AA 患儿术后切口是否发生感染(是=1,否=0)为因变量,以 CRP(实测值)、LRG1(实测值)、I-FABP(实测值)为自变量,进行多

因素 Logistic 回归分析。结果显示,血清 LRG1、I-FABP 水平升高均为 AA 患儿发生术后切口感染的危险因素($P<0.05$)。见表 6。

表 4 感染组和非感染组基线资料比较[$\bar{x}\pm s$ 或 $n(\%)$]

组别	<i>n</i>	年龄(岁)	性别(男/女)	BMI (kg/m ²)	手术时间 (>1 h/≤1 h)	腹腔引流 (是/否)	缝合腹膜 (是/否)
感染组	30	7.43±2.11	16(53.33)/14(46.67)	21.54±2.16	17(56.67)/13(43.33)	12(40.00)/18(60.00)	15(50.00)/15(50.00)
非感染组	74	7.18±1.97	27(36.49)/47(63.51)	21.49±2.28	30(40.54)/44(59.46)	20(27.03)/54(72.97)	26(35.14)/48(64.86)
<i>t</i> /χ ²		0.574	2.498	0.103	2.241	1.686	1.975
<i>P</i>		0.567	0.114	0.918	0.134	0.194	0.160

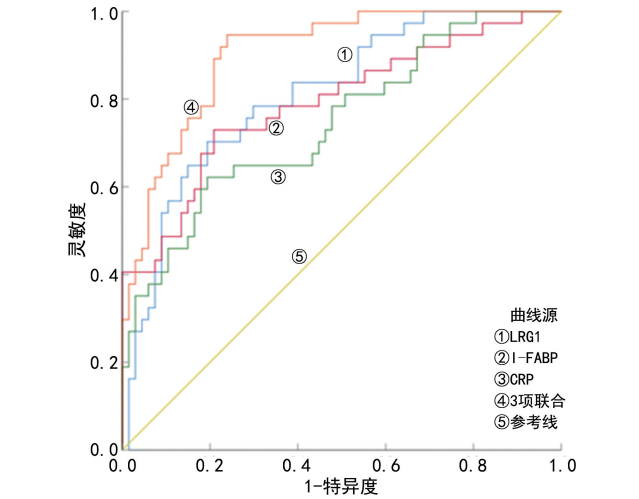


图 1 血清 LRG1、I-FABP、CRP 单独及 3 项联合预测 AA 患儿病情为重度的 ROC 曲线

表 5 感染组和非感染组血清 LRG1、I-FABP、CRP 水平比较($\bar{x}\pm s$)

组别	<i>n</i>	LRG1 (ng/mL)	I-FABP (pg/mL)	CRP (mg/mL)
感染组	30	346.56±34.85	137.24±14.56	1.78±0.52
非感染组	74	302.15±33.11	109.12±13.82	1.23±0.41
<i>t</i>		6.104	9.257	5.722
<i>P</i>		<0.001	<0.001	<0.001

表 6 多因素 Logistic 回归分析 AA 患儿发生术后切口感染的影响因素

因素	β	SE	Waldχ ²	<i>P</i>	OR	OR 的 95%CI
CRP	0.612	0.332	3.403	0.065	1.844	0.962~3.537
LRG1	0.860	0.422	4.157	0.041	2.363	1.034~5.406
I-FABP	0.933	0.384	5.903	0.015	2.542	1.198~5.396

3 讨 论

AA 是引起小儿急性腹痛的常见病因之一,主要表现为右下腹固定性压痛、转移性右下腹痛等,还会伴有恶心、呕吐等消化道症状,且在不同时期病症不同,严重时会有中毒症状,如高热等^[11]。AA 不仅

对儿童的身体健康和生长发育造成重大损伤,还对儿童的日常生活和学习造成影响^[12]。目前,小儿 AA 的治疗逐渐趋于微创化、流程化,但是,术后并发症仍是临床的一大挑战;目前有研究指出,探究 AA 患者术后感染的高危人群,并有效降低术后感染率是 AA 的重点研究方向^[13-14]。研究表明,术后切口感染的发生、发展多与炎症反应密切相关,适度的炎症反应可通过免疫细胞趋化及抵抗病原菌入侵等促进伤口恢复,但是炎症反应过度会增加易感性,造成术后切口感染^[15]。儿童由于发育不完全,阑尾腔相对较大,阑尾壁较薄,与成人 AA 相比,小儿 AA 更易发生术后切口感染,尽管手术已较为成熟,但仍存在一定的感染风险,有效避免术后切口感染对改善患儿术后恢复效果有重要作用^[16]。因此,本研究通过寻求有效指标预测病情以及评估术后切口感染的风险,为及时控制病情、改善术后恢复效果提供可靠的参考依据。

LRG1 属于富亮氨酸重复序列蛋白家族,是转化生长因子-β(TGF-β)的上游信号分子,可通过激活 TGF-β 信号通路,参与机体炎症相关疾病的发生^[17]。LRG1 可作为血管生成调节因子,通过调控血管通透性、细胞黏附作用、血管张力等,促进血管内皮细胞增殖,对维持血管稳态有一定作用,另外,可诱导促炎因子活化,参与机体炎症反应^[18]。赵灵芝等^[19]研究发现,LRG1 常作为炎症疾病及肿瘤疾病的标志物,可调控不同的信号通路,与 TGF-β 相互作用,具有促进炎症反应的作用,从而导致疾病的发生。本研究发现,与健康儿童相比,AA 患儿血清 LRG1 水平明显升高,且随着病情加重,LRG1 水平不断升高,说明 LRG1 水平表达与小儿 AA 的发生、发展有一定的联系,可能由于 LRG1 水平升高,激活下游 TGF-β 信号通路,促进炎症反应发生,进而导致疾病的发生。另外,本研究显示术后切口感染患儿血清 LRG1 水平明显高于未感染患儿,说明 LRG1 水平可能与患儿术后切口感染相关。以上提示血清 LRG1 可能具有辅助评估 AA 病情及术后切口感染风险的潜在价值,但还需进一步验证。

I-FABP 是一种水溶性蛋白质,可以通过毛细淋

巴管、毛细血管、门静脉等进入血液循环中,因其相对分子质量小,可由肾小球过滤,排出体外^[20]。I-FABP 常作为肠道损伤的预测指标,而肠道屏障功能受损与全身炎症反应密切相关,机体受损后会促进 I-FABP 快速分泌,通过肠道上皮细胞进入全身血液循环中,参与机体各种炎症相关疾病^[21]。GILBERT 等^[22]发现,I-FABP 作为一种低相对分子质量的细胞质蛋白,可通过上皮细胞进入血循环中,机体发生炎症反应会促进 I-FABP 水平上调,导致炎症反应加剧,促进疾病的发生。本研究结果显示,AA 患儿血清 I-FABP 水平明显高于健康儿童,提示 I-FABP 可能参与儿童 AA 的发生,进一步分析可知,血清 I-FABP 水平升高与患儿病情具有一定联系,并且术后切口感染患儿血清 I-FABP 水平明显高于未感染患儿,推测 I-FABP 水平上调,通过血循环到达受损部位,对炎症反应具有一定的促进作用。本研究初步提示,I-FABP 或可作为 AA 病情评估与术后切口感染风险的参考指标之一,其预测效能需结合传统临床参数综合判断。

CRP 作为一种急性期反应物,在机体受损伤后,会快速上调促进炎症反应加剧,是一种反映炎症情况的常见标志物^[23]。既往研究表明,CRP 水平在 AA 患者中显著上调,且预测患者术后切口感染的 AUC 为 0.829,具有一定的预测效能,但是其预测灵敏度仅为 68.63%,具有一定缺陷^[24]。本研究分析可知,血清 LRG1、I-FABP、CRP 单独及 3 项联合预测 AA 患儿病情为重度的 AUC 分别为 0.810、0.791、0.745、0.903,3 项联合预测的 AUC 大于各指标单独预测的 AUC,与前人研究结果一致^[25],相较于单独检测 CRP,3 项联合对 AA 患儿病情为重度具有较高的预测价值,可用于临床预测患儿病情为重度的风险,及时进行治疗。另外,经过多因素 Logistic 回归分析结果可知,血清 LRG1、I-FABP 水平升高均为 AA 患儿发生术后切口感染的危险因素。既往研究表明,血清 CRP 水平在小儿 AA 中升高并且是诊断 AA 的有效标志物^[26-27],但是在本研究中,CRP 并不是 AA 患儿发生术后切口感染的影响因素,可能与样本量不足或地域局限有关,需扩大规模进一步验证。基于此,临床上若发现 LRG1 及 I-FABP 水平升高,可视为潜在切口感染信号,需结合临床表现等综合评估,必要时启动病原学排查与经验性抗感染治疗。

综上所述,AA 患儿血清 LRG1、I-FABP、CRP 水平均上调,3 项联合对 AA 患儿病情为重度具有更高的预测价值,且血清 LRG1、I-FABP 水平升高均为 AA 患儿发生术后切口感染的危险因素。但是本研究仍存在一些不足之处,缺乏对 LRG1、I-FABP 在 AA 中的相互作用机制研究,此外,由于样本量受限,缺乏对研究结果进行外部验证分析,后续会增加样本量进一步深入分析。

参考文献

- [1] 黄颖初,张太强,黎观漩. 血白细胞计数、C-反应蛋白及降钙素原联合检测对小儿急性阑尾炎病情预测及预后的评估价值[J]. 广东医科大学学报,2023,41(6):673-676.
- [2] 方静静,陈伟飞,黄敏燕. 经脐单孔腹腔镜阑尾切除术对急性复杂性阑尾炎患儿术后肠道功能的影响[J]. 中国妇幼保健,2023,38(1):175-178.
- [3] 王春国,李国庆,王国华,等. MSCT 在小儿急性阑尾炎中的诊断价值[J]. 医学影像学杂志,2023,33(10):1926-1929.
- [4] CHOI C, BARR W, ZAMAN S, et al. LRG1 is an adipokine that promotes insulin sensitivity and suppresses inflammation[J]. Elife, 2022, 11(15):559-568.
- [5] KAKAR M, BEREZOVSKA M M, BROKS R, et al. Serum and urine biomarker Leucine-Rich alpha-2 glycoprotein 1 differentiates pediatric acute complicated and uncomplicated appendicitis[J]. Diagnostics (Basel), 2021, 11(5):860-873.
- [6] STRAARUP D, GOTSCHALCK K A, CHRISTENSEN P A, et al. Exploring I-FABP, endothelin-1 and L-lactate as biomarkers of acute intestinal necrosis: a case-control study[J]. Scand J Gastroenterol, 2023, 58(12):1359-1365.
- [7] 路钰夏,翟瑞琴,杨辉,等. CRP、I-FABP、SIRT1 在新生儿坏死性小肠结肠炎中的表达及意义[J]. 医学理论与实践,2023,36(4):664-666.
- [8] VERSEY Z, DA CRUZ NIZER W S, RUSSELL E, et al. Biofilm-innate immune interface: contribution to chronic wound formation[J]. Front Immunol, 2021, 12:648554.
- [9] GLASS C C, RANGEL S J. Overview and diagnosis of acute appendicitis in children[J]. Semin Pediatr Surg, 2016, 25(4):198-203.
- [10] ROGERS S O J. Surgical perspective: centers for disease control and prevention guideline for the prevention of surgical site infection 2017[J]. Surg Infect (Larchmt), 2017, 18(4):383-384.
- [11] 陈伟纲,韦巧萍,尤宇晴. 多层螺旋 CT 与腹部超声在小儿急性阑尾炎临床诊断中的应用[J]. 中国基层医药, 2022, 29(4):517-520.
- [12] HAJIBANDEH S, HAJIBANDEH S, HOBBS N, et al. Neutrophil-to-lymphocyte ratio predicts acute appendicitis and distinguishes between complicated and uncomplicated appendicitis: a systematic review and Meta-analysis[J]. Am J Surg, 2020, 219(1):154-163.
- [13] 文雅冰,聂占国,雷婷,等. 国内外急性阑尾炎诊治研究进展[J]. 中国医学创新, 2025, 22(6):170-174.
- [14] 刘德钊,李晶莹,耿辉. 小儿急性阑尾炎诊治及术后加速康复外科的研究进展[J]. 智慧健康, 2024, 10(9):29-32.
- [15] KÖHLER F, HENDRICKS A, KASTNER C, et al. Laparoscopic appendectomy versus antibiotic treatment for acute appendicitis: a systematic review[J]. Int J Colorectal Dis, 2021, 36(10):2283-2286.

• 论 著 • DOI:10. 3969/j. issn. 1672-9455. 2025. 22. 015

MALDI-TOF MS 在耐甲氧西林金黄色葡萄球菌分子分型中的应用研究与耐药数据库构建^{*}

吴灿权, 郑悦康, 仇绮琳, 刘绮明
广东省中山市疾病预防控制中心, 广东中山 528400

摘要:目的 应用基质辅助激光解吸电离飞行时间质谱(MALDI-TOF MS)对耐甲氧西林金黄色葡萄球菌(MRSA)进行分子分型,研究该地区耐药情况,为疾病防治提供参考依据。**方法** 以该中心实验室在日常工作中收集的 98 株 MRSA 菌株作为研究菌株,采用微量肉汤稀释法测定其对 16 种常用抗菌药物的敏感性;应用实时荧光定量聚合酶链反应分析携带 mecA 耐药基因情况;应用 MALDI-TOF MS 对菌株进行分子分型。**结果** MRSA 对苯唑西林、青霉素、头孢西丁均是 100.00% 耐药,对红霉素、红霉素/克林霉素耐药率分别为 72.45%、76.53%。该地区 98 株 MRSA 菌株中对≥5 种抗菌药物耐药的有 71 株,占 72.45%。98 株 MRSA 菌株均携带有 mecA 耐药基因,对万古霉素、达托霉素、利奈唑胺、呋喃妥因 4 种抗菌药物均没有出现耐药。应用 MALDI-TOF MS 进行分子分型发现有流行簇的存在。MALDI-TOF MS 自建库和系统库分别对实验菌株进行鉴定,自建库和系统库鉴定结果一致,二者鉴定分值比较,差异无统计学意义($P=0.976$)。**结论** 该地区 MRSA 对苯唑西林、青霉素、头孢西丁、红霉素、红霉素/克林霉素耐药性较高,对万古霉素、达托霉素、利奈唑胺、呋喃妥因 4 种抗菌药物均没有出现耐药,均携带 mecA 耐药基因。构建该地区 MRSA 自建库对提高 MALDI-TOF MS 鉴别能力作用不大。

关键词:耐甲氧西林金黄色葡萄球菌; 基质辅助激光解吸电离飞行时间质谱; 耐药性; 分子分型; 耐药数据库

中图法分类号:R446.5;R378.1 文献标志码:A 文章编号:1672-9455(2025)22-3106-06

Application of MALDI-TOF MS in molecular typing of methicillin-resistant Staphylococcus aureus and construction of drug resistance database^{*}

WU Canquan, ZHENG Yuekang, QIU Qilin, LIU Qiming
Zhongshan Municipal Center for Disease Control and Prevention, Zhongshan,
Guangdong 528400, China

Abstract: Objective To apply matrix-assisted laser desorption/ionization time-of-flight mass spectrometry (MALDI-TOF MS) for conducting the molecular typing of methicillin-resistant Staphylococcus aureus (MRSA), and to study the drug resistance situation in this area in order to provide reference basis for disease prevention and control. **Methods** A total of 98 strains of MRSA collected by the center laboratory in daily work were used as the research strains, and their sensitivity to 16 commonly used antibiotics was determined by using the microbroth dilution method. The carrying mecA resistance gene situation was analyzed by the real-time fluorescence quantitative polymerase chain reaction. The molecular typing of the strains was performed by MALDI-TOF MS. **Results** MRSA was 100.00% resistant to oxacillin, penicillin and cefoxitin. Its resistance rates to erythromycin and erythromycin/clindamycin were 72.45% and 76.53%, respectively. Among the 98 strains of MRSA in this area, 71 strains were resistant to ≥5 kinds of antibacterial drugs, accounting for 72.45%. All 98 strains of MRSA carried the mecA drug resistance gene, and had no resistance to vancomycin, daptomycin, linezolid and nitrofurantoin. The molecular typing by MALDI-TOF MS found the existence of epidemic clusters. The test strains were identified by self-built library and system library of MALDI-TOF MS respectively, the identification results of the self-built library and the system library were consistent, there was no statistically significant difference in the identification scores between the two ($P=0.976$). **Conclusion** MRSA in this

^{*} 基金项目: 广东省中山市社会公益与基础研究基金资助项目(2022B1034)。
作者简介: 吴灿权, 男, 副主任技师, 主要从事微生物检验方向的研究。
引用格式: 吴灿权, 郑悦康, 仇绮琳, 等. MALDI-TOF MS 在耐甲氧西林金黄色葡萄球菌分子分型中的应用研究与耐药数据库构建[J]. 检验医学与临床, 2025, 22(22): 3106-3111.