

【DOI】 10.3969 / j.issn.1671-6450.2026.03.013

论著 · 临床

血清 M-CSF、ICAM-1 对儿童腹部手术后发生肠粘连并发肠梗阻的预测价值

刘博, 王桂琦, 程婷婷, 谷敬锋, 张建, 冯峰



基金项目: 河北省卫生健康委医学科学研究课题计划项目(20231072)

作者单位: 253800 河北衡水 衡水市第八人民医院胃肠外科(刘博); 050000 石家庄 河北医科大学第一医院普外科

(王桂琦、程婷婷、谷敬锋、张建、冯峰);

通信作者: 冯峰, E-mail: 2449485362@qq.com

【摘要】 目的 探讨血清巨噬细胞集落刺激因子(M-CSF)、细胞间黏附分子-1(ICAM-1)水平对行儿童腹部手术后发生肠粘连并发肠梗阻的预测价值。方法 选取2023年1月—2024年6月河北医科大学第一医院收治的行儿童腹部手术后发生肠粘连的患儿152例为肠粘连组,根据影像学检查结果将患儿分为肠梗阻亚组50例和非肠梗阻亚组102例,另选取同期于医院行健康体检的儿童50例为健康对照组。采用酶联免疫吸附法(ELISA)检测血清M-CSF、ICAM-1水平; Pearson相关系数分析肠粘连并发肠梗阻患儿血清M-CSF、ICAM-1水平与炎症指标[白细胞计数(WBC)、C反应蛋白(CRP)、降钙素原(PCT)]的相关性; 多因素Logistic回归分析行儿童腹部手术后肠粘连患儿并发肠梗阻的影响因素; 绘制受试者工作特征(ROC)曲线评价血清M-CSF、ICAM-1水平对肠粘连患儿发生术后肠梗阻的预测效能。结果 肠粘连组血清M-CSF、ICAM-1水平高于健康对照组($t/P=11.152/<0.001$ 、 $8.701/<0.001$); 肠粘连患儿的肠梗阻发生率为32.89%(50/152),肠梗阻亚组血清WBC、CRP、PCT、M-CSF、ICAM-1水平均高于非肠梗阻亚组($t/P=13.816/<0.001$ 、 $34.123/<0.001$ 、 $19.216/<0.001$ 、 $2.590/0.010$ 、 $6.609/<0.001$); 肠粘连并发肠梗阻患儿血清M-CSF、ICAM-1水平分别与炎症指标WBC、CRP、PCT呈显著正相关(M-CSF: $r/P=0.683/0.013$ 、 $0.701/0.008$ 、 $0.782/0.027$; ICAM-1: $r/P=0.659/0.024$ 、 $0.712/0.011$ 、 $0.747/0.003$); WBC高、CRP高、PCT高、M-CSF高、ICAM-1高是行儿童腹部手术后肠粘连患儿并发肠梗阻的独立危险因素[OR(95%CI)=1.317(1.233~3.989)、2.429(1.506~4.038)、1.103(0.738~2.899)、3.351(2.086~5.837)、3.271(1.894~4.814)]; 血清M-CSF、ICAM-1水平单独及二者联合预测术后肠粘连患儿发生肠梗阻的曲线下面积(AUC)分别为0.694、0.752、0.820,二者联合优于各自单独预测效能($Z/P=1.991/0.046$ 、 $1.982/0.048$)。结论 行儿童腹部手术后发生肠粘连并发肠梗阻的患儿血清M-CSF、ICAM-1均升高,二者联合检测对肠粘连并发肠梗阻具有较高的预测价值。

【关键词】 肠粘连; 肠梗阻; 巨噬细胞集落刺激因子; 细胞间黏附分子-1; 儿童**【中图分类号】** R726.1 **【文献标识码】** A

Predictive value of serum M-CSF and ICAM-1 for adhesive intestinal obstruction after abdominal surgery in children

Liu Bo*, Wang Guiqi, Cheng Tingting, Gu Jingfeng, Zhang Jian, Feng Feng.* Department of Gastrointestinal Surgery, The Eighth People's Hospital of Hengshui, Hebei, Hengshui 253800, China

Funding program: Hebei Provincial Health Commission Medical Science Research Project (20231072)

Corresponding author: Feng Feng, E-mail: 2449485362@qq.com

【Abstract】 Objective To investigate the predictive value of serum macrophage colony-stimulating factor (M-CSF) and intercellular adhesion molecule-1 (ICAM-1) levels for postoperative adhesive intestinal obstruction in children. **Methods** A total of 152 pediatric patients with intestinal adhesions after abdominal surgery who were admitted to the Department of General Surgery of the First Hospital of Hebei Medical University from January 2023 to June 2024 were enrolled. Based on imaging findings from upright abdominal radiographs, abdominal ultrasonography, and computed tomography (CT), patients were divided into an intestinal obstruction subgroup ($n=50$) and a non-obstruction subgroup ($n=102$). In addition, 50 age- and sex-matched healthy children who underwent physical examinations during the same period were included as the healthy control group. Fasting venous blood samples were collected from all participants, and serum levels of M-CSF and ICAM-1 were measured using enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). Pearson correlation analysis was performed to evaluate the re-

relationships between serum M-CSF and ICAM-1 levels and inflammatory indicators, including white blood cell (WBC) count, C-reactive protein (CRP), and procalcitonin (PCT). Multivariate logistic regression analysis was used to identify independent risk factors for postoperative adhesive intestinal obstruction. Receiver operating characteristic (ROC) curves were generated to assess the predictive performance of serum M-CSF and ICAM-1 levels. **Results** Serum M-CSF and ICAM-1 levels were significantly higher in the adhesive intestinal obstruction group than in the healthy control group (M-CSF: $t = 11.152, P < 0.001$; ICAM-1: $t = 8.701, P < 0.001$). The incidence of intestinal obstruction among the 152 patients with adhesions was 32.89% (50/152). The intestinal obstruction subgroup showed significantly higher WBC, CRP, and PCT levels compared with the non-obstruction subgroup (WBC: $t = 13.816, P < 0.001$; CRP: $t = 34.123, P < 0.001$; PCT: $t = 19.216, P < 0.001$). Pearson correlation analysis indicated that serum M-CSF levels were positively correlated with WBC ($r = 0.683, P = 0.013$), CRP ($r = 0.701, P = 0.008$), and PCT ($r = 0.782, P = 0.027$), while serum ICAM-1 levels were positively correlated with WBC ($r = 0.659, P = 0.024$), CRP ($r = 0.712, P = 0.011$), and PCT ($r = 0.747, P = 0.003$). Multivariate logistic regression analysis revealed that elevated WBC, CRP, and PCT levels were independent risk factors for postoperative adhesive intestinal obstruction [WBC: $OR = 1.317, 95\%CI (1.233-3.989)$; CRP: $OR = 2.429, 95\%CI (1.506-4.038)$; PCT: $OR = 1.103, 95\%CI (0.738-2.899)$]. The area under the ROC curve (AUC) for M-CSF, ICAM-1, and their combined detection in predicting adhesive intestinal obstruction was 0.694, 0.752, and 0.820, respectively. The AUC of the combined detection was higher than that of either marker alone. **Conclusion** Serum M-CSF and ICAM-1 levels are elevated in children with postoperative adhesive intestinal obstruction and are associated with disease severity. Combined detection of these two biomarkers provides a higher predictive value for the occurrence of postoperative adhesive intestinal obstruction than individual testing.

【Key words】 Intestinal adhesion; Intestinal obstruction; Macrophage colony-stimulating factor; Intercellular adhesion molecule-1; Children

小儿肠梗阻在临床上十分常见,并且其发生率呈明显上升趋势^[1]。儿童肠梗阻最常见的类型是粘连性肠梗阻,即患儿在腹部手术后出现肠粘连,进而引起肠内容物通过障碍。患有粘连性肠梗阻的患儿通常表现为腹痛、呕吐、腹胀及停止排便等临床症状。若未能得到及时有效的治疗,患儿可能出现感染、脱水、电解质紊乱,随着病情进展,甚至可发展为感染中毒性休克或多脏器功能衰竭,危及生命。目前,尚缺乏能够预测儿童粘连性肠梗阻发生的血清标志物,因此,通过检测血清相关标志物,及早发现具有粘连性肠梗阻倾向的患儿,实现早诊断、早治疗,对于提高患儿的早期诊断率和治愈率具有重要意义^[2]。寻找一种可用于早期筛查和诊断儿童粘连性肠梗阻的方法,能为临床诊断提供准确依据,并辅助治疗方案的制定。目前,行儿童腹部手术后肠粘连并发肠梗阻患儿的血清巨噬细胞集落刺激因子(macrophage colony stimulating factor, M-CSF)、细胞间黏附分子-1(intercellular adhesion molecule-1, ICAM-1)水平及其临床意义尚不明确。本研究通过分析肠粘连并发肠梗阻患儿血清中 M-CSF、ICAM-1 水平,以期发现准确度更高的血液指标,从而为降低临床误诊率提供依据,报道如下。

1 资料与方法

1.1 临床资料 选取 2023 年 1 月—2024 年 6 月河北医科大学第一医院收治的行儿童腹部手术后发生肠粘连的患儿 152 例为肠粘连组,其中男 77 例,女 75 例,

年龄 6~12(9.28±1.03)岁,体质指数(BMI)18.21~23.86(21.56±2.36) kg/m²。根据影像学检查结果将患儿分为肠梗阻亚组 50 例和非肠梗阻亚组 102 例。另选取同期于医院行健康体检的儿童 50 例为健康对照组,其中男 24 例,女 26 例,年龄 7~13(9.31±1.12)岁, BMI 18.68~24.31(21.68±2.21) kg/m²。肠粘连组与健康对照组性别、年龄、BMI 比较,差异无统计学意义($P > 0.05$),具有可比性。本研究方案已通过河北医科大学第一医院伦理委员会审查批准(20220543),受试儿童监护人知情同意并自愿签署同意书。

1.2 病例选择标准 (1) 纳入标准:肠管内可见液气平,扩张肠管与正常管径肠管之间的移行带,移行带如果没有发现肠套叠、肠扭转等明确病变,则诊断为粘连性肠梗阻。(2) 排除标准:患儿无腹部压痛、反跳痛及肌紧张等腹膜炎的表现,无肠壁增厚,无肠壁强化减弱、局限性肠系膜水肿等肠缺血表现。

1.3 观测指标与方法

1.3.1 临床资料收集:收集所有受试儿童性别、年龄、BMI 及肠粘连患儿炎性指标[白细胞计数(WBC)、C 反应蛋白(CRP)、降钙素原(PCT)]等。

1.3.2 血清 M-CSF、ICAM-1 水平检测:于肠粘连患儿入院时及健康受试儿童体检当日采集空腹肘静脉血 5 ml,样本经离心处理,收集血清备用。采用酶联免疫吸附法(ELISA)检测血清 M-CSF(上海研玘生物技术有限公司,货号:YQ-53038K)、ICAM-1(武汉菲恩生物

科技公司,货号:EH2197)水平,具体操作严格依据试剂盒说明书执行。使用美国赛默飞公司生产的 Multiskan GO 型酶标仪读取吸光度值,并据此计算各样本目标物浓度。

1.4 统计学方法 采用 SPSS 25.0 软件进行数据分析。计数资料以频数或构成比(%)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;采用 Pearson 相关系数分析肠粘连并发肠梗阻患儿血清 M-CSF、ICAM-1 水平与炎症指标的相关性;多因素 Logistic 回归分析行儿童腹部手术后肠粘连患儿并发肠梗阻的影响因素;绘制受试者工作特征(ROC)曲线评价血清 M-CSF、ICAM-1 水平对肠粘连患儿发生术后肠梗阻的预测效能。*P* < 0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 2 组血清 M-CSF、ICAM-1 水平比较 肠粘连组血清 M-CSF、ICAM-1 水平高于健康对照组,差异有统计学意义(*P* < 0.01),见表 1。

表 1 健康对照组与肠粘连组血清 M-CSF、ICAM-1 水平比较 ($\bar{x} \pm s$)

Tab.1 Comparison of serum M-CSF and ICAM-1 levels between healthy control group and intestinal adhesion group in children

组别	例数	M-CSF(μg/L)	ICAM-1(ng/L)
健康对照组	50	0.55±0.19	216.59±55.34
肠粘连组	152	1.19±0.36	316.09±58.99
<i>t</i> 值		11.152	8.701
<i>P</i> 值		<0.001	<0.001

2.2 2 亚组临床资料比较 152 例肠粘连患儿的肠梗阻发生率为 32.89%(50/152)。肠梗阻亚组血清 WBC、CRP、PCT、M-CSF、ICAM-1 水平均高于非肠梗阻亚组,差异有统计学意义(*P* < 0.05),见表 2。

表 2 非肠梗阻亚组与肠梗阻亚组肠粘连患儿临床资料比较
Tab.2 Comparison of clinical data between intestinal obstruction subgroup and non-obstruction subgroup in children

项目	非肠梗阻亚组 (<i>n</i> = 102)	肠梗阻亚组 (<i>n</i> = 50)	<i>t</i> / χ^2 值	<i>P</i> 值
男[例(%)]	50(49.02)	27(54.00)	0.333	0.564
年龄($\bar{x} \pm s$,岁)	9.89±1.05	9.28±1.03	3.401	0.102
BMI($\bar{x} \pm s$,kg/m ²)	22.31±2.08	21.56±2.36	1.912	0.086
WBC($\bar{x} \pm s$, $\times 10^9$ /L)	9.12±2.16	16.05±3.21	13.816	<0.001
CRP($\bar{x} \pm s$,mg/L)	8.03±1.32	36.33±5.66	34.123	<0.001
PCT($\bar{x} \pm s$,μg/L)	0.03±0.01	0.56±0.04	19.216	<0.001
M-CSF($\bar{x} \pm s$,μg/L)	0.74±0.36	1.03±0.27	2.590	0.010
ICAM-1($\bar{x} \pm s$,ng/L)	234.35±35.72	326.77±8.72	6.609	<0.001

2.3 血清 M-CSF、ICAM-1 水平与炎症指标的相关性 Pearson 相关分析显示,肠粘连并发肠梗阻患儿血清 M-CSF、ICAM-1 水平分别与炎症指标 WBC、CRP、PCT 呈显著正相关(*P* < 0.01),见表 3。

表 3 肠粘连并发肠梗阻患儿血清 M-CSF、ICAM-1 水平与炎症指标的相关性分析

Tab.3 Correlation analysis between serum M-CSF, ICAM-1 levels and inflammatory indicators in children of intestinal obstruction subgroup

项目	M-CSF		ICAM-1	
	<i>r</i> 值	<i>P</i> 值	<i>r</i> 值	<i>P</i> 值
WBC	0.683	0.013	0.659	0.024
CRP	0.701	0.008	0.712	0.011
PCT	0.782	0.027	0.747	0.003

2.4 多因素 Logistic 回归分析行儿童腹部手术后肠粘连患儿并发肠梗阻的影响因素 肠粘连患儿是否并发肠梗阻作为因变量(赋值:并发 = 1,未并发 = 0),将表 2 中 *P* < 0.05 项目作为自变量进行多因素 Logistic 回归分析,结果显示:WBC 高、CRP 高、PCT 高、M-CSF 高、ICAM-1 高是行儿童腹部手术后肠粘连患儿并发肠梗阻的独立危险因素(*P* < 0.05),见表 4。

表 4 多因素 Logistic 回归分析行儿童腹部手术后肠粘连患儿并发肠梗阻的影响因素

Tab.4 Multivariate Logistic regression analysis of factors influencing intestinal obstruction in children with postoperative intestinal adhesion

项目	β 值	SE 值	Wald 值	<i>P</i> 值	OR 值	95%CI
WBC 高	0.366	0.128	13.881	0.036	1.317	1.233~3.989
CRP 高	0.419	0.112	12.899	0.024	2.429	1.506~4.038
PCT 高	0.292	0.136	14.363	0.010	1.103	0.738~2.899
M-CSF 高	0.481	0.112	12.122	<0.001	3.351	2.086~5.837
ICAM-1 高	0.439	0.126	12.309	<0.001	3.271	1.894~4.814

2.5 血清 M-CSF、ICAM-1 水平对肠粘连患儿发生术后肠梗阻的预测效能 绘制血清 M-CSF、ICAM-1 水平单独及二者联合预测术后肠粘连患儿发生肠梗阻的 ROC 曲线,并计算曲线下面积(AUC),结果显示:血清 M-CSF、ICAM-1 水平单独及二者联合预测术后肠粘连患儿发生肠梗阻的 AUC 分别为 0.694、0.752、0.820,二者联合优于各自单独预测效能(*Z*/*P* = 1.991/0.046、1.982/0.048),见表 5、图 1。

3 讨论

在儿科患者中,腹部手术是导致肠粘连的首要因素。大型临床研究显示,高达 93% 的腹部手术患儿术

表 5 血清 M-CSF、ICAM-1 水平对术后肠粘连患儿发生肠梗阻的预测效能

Tab.5 Predictive efficacy of serum M-CSF, ICAM-1 levels and their combination for intestinal obstruction in children with intestinal adhesion

指标	截断值	AUC	95%CI	敏感度	特异度	约登指数
M-CSF	0.840 μg/L	0.694	0.546~0.843	0.800	0.800	0.600
ICAM-1	309.765 ng/L	0.752	0.608~0.897	0.767	0.867	0.634
二者联合		0.820	0.708~0.932	0.633	1.000	0.633

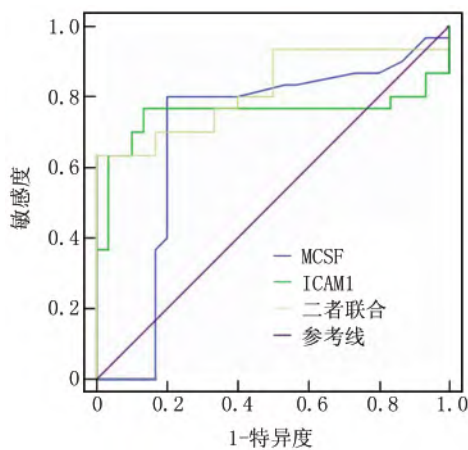


图 1 血清 M-CSF、ICAM-1 水平预测术后肠粘连患儿并发肠梗阻的 ROC 曲线

Fig.1 Receiver operating characteristic(ROC) curve of serum M-CSF, ICAM-1 and their combination for predicting intestinal obstruction in children with intestinal adhesion

后会发生不同程度的肠粘连^[3]。从本质上讲,粘连是机体应对创伤和启动愈合的免疫生理反应的一部分。手术过程中,诸如肠管长时间暴露、操作不当造成的组织损伤、创面过大、术野渗血或术后腹腔感染等因素,均可诱发局部炎症反应,导致富含纤维蛋白原的炎性渗出液产生^[4]。在病理生理学层面,这些渗出的纤维蛋白原被激活,转化为不溶性纤维蛋白,沉积于受损的腹膜或脏器浆膜表面,形成将相邻组织暂时黏附在一起的“胶状”物质,临床常称之为“脓苔”^[5]。此阶段的粘连质地较脆,通常易于钝性分离。然而,若未及时干预,约术后 1 周左右,成纤维细胞开始侵入并增殖于纤维蛋白网架中,分泌胶原等细胞外基质,逐步将疏松的纤维蛋白性粘连转化为坚韧的纤维性粘连组织。此时的粘连紧密且富含新生血管,强行分离易导致出血。值得注意的是,粘连形成的初始形态多表现为广泛而菲薄的膜状粘连^[6]。虽然膜状粘连本身可能已限制肠管活动度并影响肠内容物通过,但其主要风险在于

后续的演变:随时间推移,在肠蠕动等机械力作用下,膜状粘连可逐渐收缩、增厚,演变为粗大坚韧的束带状粘连(条索状粘连)。这些条索状粘连为灾难性的并发症埋下隐患,患儿随时可能因肠袢陷入索带形成内疝,或以索带为支点发生肠管扭转,最终导致绞窄性肠梗阻^[7]。此种急腹症若未得到及时救治,肠管血运受阻可迅速进展为坏死、穿孔,严重威胁患儿生命安全^[8]。高分辨率 CT、腹部彩色超声及立位腹部 X 线片等检查方法和手段在儿童肠梗阻的诊断方面发挥着越来越重要的作用,但在检查中患儿需经历放射线照射,家长对此常有顾虑和担心^[9]。因此,急需一种能够有效且实用地预测儿童腹部手术后发生粘连性肠梗阻的检验方法,从而为儿童肠粘连的早期发现与早期治疗提供有力帮助,并显著提高儿童粘连性肠梗阻的诊断率^[10]。

小儿肠梗阻一般为机械性肠梗阻,是机械性原因引起的肠内容物通过不畅^[11]。其临床表现为腹痛、呕吐、腹胀、停止排气排便等。小儿肠梗阻的发病率占小儿急腹症的第三位(仅次于阑尾炎与肠套叠),但病死率占第一位^[12]。小儿机械性肠梗阻包括多种类型,其中最主要的为粘连性肠梗阻。诊断粘连性肠梗阻需同时具备 2 个条件^[13]:第一,存在机械性肠梗阻;第二,梗阻的原因是腹腔内粘连。由此可见,粘连是引起机械性肠梗阻的梗阻点^[14]。

肠粘连的原因主要包括以下几个方面^[15]:一是腹部手术后粘连;二是继发性粘连;此类粘连主要继发于腹腔内感染(如阑尾炎、腹膜炎)或物理性创伤,其核心病理改变为局部组织修复过程中过度的纤维瘢痕组织形成;三是炎性浸润性粘连,此类粘连形成于持续的炎症反应过程中(例如阑尾脓肿形成期、异物刺激或恶性肿瘤浸润)^[16],其特点是粘连区域内伴随显著的炎症反应,包括局部血管扩张充血、炎性细胞浸润及关键的纤维蛋白渗出与沉积,这些共同构成了粘连的物质基础^[17];四是发育源性粘连,此类粘连源于胚胎期发育异常或宫内事件(如胎粪性腹膜炎遗留的粘连、美克尔憩室相关的纤维索带、肠系膜先天性缺损等)^[18],这些先天存在的结构异常通常无明显症状,但具有潜在风险,可在特定条件下(如肠蠕动异常)诱发内疝形成或肠管绞窄梗阻^[19]。

与腹腔粘连相关的血清标志物具有检测方便、快捷、敏感度高、检测费用低等优点,并且可准确地反映腹腔粘连的发生、发展过程,因而现在已成为重要的辅助检查方法^[20]。炎症反应是引起儿童粘连性肠梗阻的一个重要原因,而 M-CSF 是炎症反应的敏感标志

物^[21]。M-CSF 是一种多肽类激素样造血生长因子,在炎症反应中由损伤的内皮细胞所释放,其在炎症反应的发生、发展过程中起着重要作用^[22]。M-CSF 还是一种炎症反应中的介质,可增强巨噬细胞杀伤肿瘤细胞及病原微生物的作用,对机体免疫力具有调节作用^[23]。

本研究中,血清 M-CSF 高是影响术后肠粘连患儿并发肠梗阻的危险因素^[24]。分析其原因: M-CSF 主要由单核细胞、内皮细胞和成纤维细胞产生,主要作用是促进单核巨噬细胞的增殖、分化和存活。M-CSF 通过促进单核巨噬细胞的增殖、分化和存活,显著增加局部巨噬细胞数量及活性。活化的巨噬细胞释放促炎因子加剧炎症反应,破坏腹膜完整性,启动纤维化进程。巨噬细胞释放的 TGF- β 、PDGF 等因子能刺激成纤维细胞增殖及胶原合成,导致粘连组织过度形成。M-CSF 的持续升高可能延长这一过程,形成致密纤维束,增加肠道结构扭曲风险。同时, M-CSF 可能促进新生血管形成,为纤维化提供营养支持,进一步稳固粘连组织。此外, M-CSF 延长巨噬细胞存活时间,使炎症反应无法及时消退,导致修复过程紊乱;异常修复可能形成广泛粘连,干扰肠道正常蠕动和内容物通过。因此, M-CSF 参与并促进了肠粘连患者肠梗阻的发生发展,是一种新的肠粘连并发肠梗阻的血清标志物。

ICAM-1 作为黏附因子的重要成员,是免疫球蛋白超家族的一种,它是具有多种免疫调节功能的细胞因子,主要由血管内皮细胞分泌。ICAM-1 以黏附分子形态存在,在机体中不仅对细胞间黏附程度具有促进作用,还能参与机体内炎症反应过程^[25]。本研究中,血清 ICAM-1 高是影响肠粘连患儿并发肠梗阻的危险因素。ICAM-1 是内皮细胞和免疫细胞表面表达的关键黏附分子,通过与白细胞表面的整合素结合,促进中性粒细胞、单核细胞等向炎症反应部位迁移^[26-30]。其升高会加剧局部炎症细胞浸润,释放促炎因子,导致腹膜或肠壁持续性炎症反应,破坏组织稳态。ICAM-1 介导的细胞间黏附可能直接导致受损腹膜或肠壁的异常修复。例如,成纤维细胞或间皮细胞过度表达 ICAM-1,可能通过与其他细胞的异常黏附,扰乱正常组织结构。ICAM-1 表达升高可诱导血管内皮细胞活化,增加血管通透性,导致血浆蛋白渗出和局部水肿,进一步加重炎症反应和纤维化。ICAM-1 可能通过炎症信号影响肠道平滑肌细胞功能,导致肠道蠕动紊乱,增加机械性梗阻风险。

本研究结果显示,肠粘连组患儿血清 M-CSF、ICAM-1 水平高于健康对照组,且二者联合检测的效能

明显优于各自单独预测效能,提示联合检测 M-CSF、ICAM-1 有助于更全面地评估腹部手术后肠粘连患儿是否并发肠梗阻。

4 结 论

综上所述, M-CSF、ICAM-1 与肠粘连患儿的炎症反应密切相关,肠粘连并发肠梗阻的患儿血清 M-CSF、ICAM-1 均升高,二者均与 WBC、CRP、PCT 呈正相关,且参与肠梗阻的发生发展过程。患儿入院后血清 M-CSF、ICAM-1 的检测具有很好的早期预测价值,两者均可辅助诊断早期粘连性肠梗阻,并且联合检测两项指标可明显提高预测效能,以该类指标为基础的综合评价系统可以应用于预测患儿术后发生粘连性肠梗阻的概率,对儿童腹部手术后粘连性肠梗阻的早期筛查具有重要的临床意义。但本研究仍存在部分不足,如样本数量较少、为单中心研究,可能对数据的准确性产生偏倚,后期仍需进一步采用多中心、大样本临床试验深入分析上述血清标志物对粘连性肠梗阻患儿预后的影响,并且在病因层面进行高质量研究。

利益冲突: 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明

刘博: 研究构思与设计, 试验操作, 数据整理与分析, 撰写论文初稿; 王桂琦: 提供关键试验资料、审阅并修改论文; 程婷婷: 进行试验操作、收集数据; 谷敬锋: 绘制图表; 张建: 进行统计学分析; 冯峰: 把控研究方向, 提供技术支持, 论文终审

参考文献

- [1] 肖田, 曹匡纬, 余运运, 等. 不同手术时机治疗小儿肠梗阻的临床效果及对患儿血清二胺氧化酶和 D-乳酸水平的影响 [J]. 中国妇幼保健, 2023, 38 (4): 653-656. DOI: 10.19829/j.zgfybj.issn.1001-4411.2023.04.020.
- [2] Zeng X, Lian N, Wang X, et al. Abnormal anatomical landmarks: The guide points of laparoscopic Ladd's surgery for neonatal congenital intestinal malrotation [J]. Surg Endosc, 2025, 39 (7): 4386-4391. DOI: 10.1007/s00464-025-11764-8.
- [3] Hakanson CA, Fredriksson F, Lilja HE. Paediatric adhesive small bowel obstruction is associated with a substantial economic burden and high frequency of postoperative complications [J]. J Pediatr Surg, 2023, 58 (11): 2249-2254. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2023.05.017.
- [4] Al Smady MN, Henndi SB, Aljeboury S, et al. Appendectomy as part of Ladd's procedure: A systematic review and survey analysis [J]. Pediatr Surg Int, 2023, 39 (1): 164. DOI: 10.1007/s00383-023-05437-7.
- [5] 王睿鹏, 李军良. 腹膜粘连的细胞机制研究进展 [J]. 中国普通外科杂志, 2023, 32 (1): 128-135. DOI: 10.7659/j.issn.1005-6947.2023.01.012.
- [6] 李思澄, 任华建, 任建安. 腹腔粘连的评估及其临床指导意义 [J]. 中国实用外科杂志, 2025, 45 (3): 346-350. DOI: 10.19538/j.cjps.issn1005-2208.2025.03.20.

- [7] Zhang X , Xiang L , Qiu T , et al. Laparoscopic Ladd's procedure for intestinal malrotation in small infants with midterm follow-up [J]. BMC Gastroenterol ,2023 ,23(1) : 402. DOI: 10.1186/s12876-023-03046-1.
- [8] Long B , Easter J , Koyfman A. High risk and low incidence diseases: Pediatric digestive volvulus [J]. Am J Emerg Med ,2024 , 82: 153-160. DOI: 10.1016/j.ajem.2024.06.012.
- [9] Kavari M , Sadegh R , Vafa R G. Diagnostic value of ultrasound in pediatric acute abdominal pain: A cross-sectional study from a tertiary center in Southern Iran [J]. BMC Pediatr ,2025 ,25(1) : 694. DOI: 10.1186/s12887-025-06059-9.
- [10] Doshi N , Bandyopadhyay S , Green M , et al. The risk of adhesive bowel obstruction in children with appendicitis: A systematic review [J]. J Pediatr Surg ,2024 ,59(8) : 1477-1485. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2024.03.021.
- [11] Liu M , Cheng F , Liu X , et al. Diagnosis and surgical management strategy for pediatric small bowel obstruction: Experience from a single medical center [J]. Front Surg ,2023 ,10: 1043470. DOI: 10.3389/fsurg.2023.1043470.
- [12] 孙伟君. 腹腔镜和开腹肠粘连松解术治疗粘连性肠梗阻的临床疗效比较 [J]. 系统医学 ,2023 ,8(9) : 120-123. DOI: 10.19368/j.cnki.2096-1782.2023.09.120.
- [13] 郑艳莉 , 郭丽娟 , 杨静. 小儿腹部术后粘连性肠梗阻的超声评估分析 [J]. 浙江创伤外科 ,2023 ,28(6) : 1188-1190. DOI: 10.3969/j.issn.1009-7147.2023.06.057.
- [14] Kono J , Yoshimaru K , Kondo T , et al. The volume of intestinal decompression can predict the necessity of surgical intervention for adhesive small bowel obstruction [J]. J Pediatr Surg ,2023 ,58(7) : 1252-1257. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2023.01.052.
- [15] Patwardhan UM , Floan GM , Calvo RY , et al. A comparative study of laparoscopic versus open management of index small bowel obstruction in children [J]. J Pediatr Surg ,2024 ,59(3) : 416-420. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2023.10.043.
- [16] Yang W , Pu J. Efficacy of ileus tube combined with meglumine diatrizoate in treating postoperative inflammatory bowel obstruction after surgery [J]. World J Gastrointest Surg ,2023 ,15(9) : 1950-1958. DOI: 10.4240/wjgs.v15.i9.1950.
- [17] Morris R J 3rd , Nori T , Sandler AD , et al. Postoperative adhesions: Current research on mechanisms , therapeutics and preventative measures [J]. Biomed Mater Devices ,2025 ,3(2) : 897-937. DOI: 10.1007/s44174-024-00236-7.
- [18] Najm M , Kelzia A , Arnaout I , et al. A rare case of small bowel obstruction caused by Meckel's diverticulum: Case report [J]. J Surg Case Rep ,2023 ,2023(6) : rjad332. DOI: 10.1093/jscr/rjad332.
- [19] Sreekanth KT , Loganathan AK , Bal HS. Congenital mesenteric defect with transmesenteric hernia in children: A case series [J]. Afr J Paediatr Surg ,2024 ,21(3) : 188-190. DOI: 10.4103/ajps.ajps_150_22.
- [20] 闫富 , 赵子锋 , 李中信. 《小肠梗阻的诊断与治疗中国专家共识(2023 版)》解读 [J]. 河北医科大学学报 ,2024 ,45(12) : 1365-1368. DOI: 10.3969/j.issn.1007-3205.2024.12.001.
- [21] Demarest K , Lavu H , Collins E , et al. Comprehensive diagnosis and management of malignant bowel obstruction: A review [J]. J Pain Palliat Care Pharmacother ,2023 ,37(1) : 91-105. DOI: 10.1080/15360288.2022.2106012.
- [22] 中国抗癌协会. 恶性肠梗阻治疗中国专家共识(2023 年) [J/OL]. 肿瘤代谢与营养电子杂志 ,2023 ,10(6) : 730-737. DOI: 10.16689/j.cnki.cn11-9349/r.2023.06.006.
- [23] Okuda Y , Shimura T , Uno K , et al. A multicenter case-control study of self-expanding metallic stent versus trans-anal colorectal tube for stage II / III non-right-sided obstructive colon cancer [J]. J Gastroenterol ,2023 ,58(3) : 217-228. DOI: 10.1007/s00535-022-01952-x.
- [24] Wang Y , Zhang Y , Ma M , et al. Mechanisms underlying the involvement of peritoneal macrophages in the pathogenesis and novel therapeutic strategies for dialysis-induced peritoneal fibrosis [J]. Front Immunol ,2024 ,15: 1507265. DOI: 10.3389/fimmu.2024.1507265.
- [25] 高峰 , 杜彦斌 , 寇天阔 , 等. 广泛粘连性小肠梗阻术中经鼻置入肠梗阻导管的临床疗效评价 [J]. 国际外科学杂志 ,2024 ,51(1) : 27-31. DOI: 10.3760/cma.j.cn115396-20231203-00153.
- [26] 王玉霞 , 刘英华 , 卢海英 , 等. 急性冠状动脉综合征患者 PCI 术前血清 ICAM-1、ESM-1 水平与术后冠状动脉慢血流/无复流的相关性 [J]. 疑难病杂志 ,2022 ,21(2) : 124-129. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6450.2022.02.004.
- [27] 刘连杰 , 杜然 , 王心妹 , 等. 经纤维支气管镜灌洗联合乙酰半胱氨酸治疗重症肺炎患儿的效果及对细胞间黏附分子 1 和肾上腺髓质素水平的影响 [J]. 中国医药 ,2021 ,16(6) : 845-848. DOI: 10.3760/j.issn.1673-4777.2021.06.011.
- [28] 吉训恋 , 倪琼玮. 慢性阻塞性肺疾病急性加重期患者呼气冷凝液中肺部活化调节趋化因子、Clara 细胞蛋白 16、细胞间黏附分子 1 水平变化及其与患者短期预后的关系研究 [J]. 实用心脑血管病杂志 ,2020 ,28(5) : 40-45. DOI: 10.3969/j.issn.1008-5971.2020.05.008.
- [29] 乔茶 , 乔磊 , 张文博 , 等. 奥曲肽联合灯盏花素注射液治疗重症急性胰腺炎的效果及对血清 TNF- α 、IL-8、ICAM-1 的影响 [J]. 河北医药 ,2023 ,45(2) : 242-244 ,248. DOI: 10.3969/j.issn.1002-7386.2023.02.020.
- [30] 彭定玉 , 赖春连 , 韦家美 , 等. 支气管哮喘急性发作期患儿血清 ICAM-1、IL-17 与 IL-8 变化及临床意义 [J]. 临床误诊误治 ,2023 ,36(8) : 89-93. DOI: 10.3969/j.issn.1002-3429.2023.08.019.

(收稿日期: 2025-08-15)