

血清I-FABP、DAO、IL-6水平在重症急性胰腺炎继发感染性胰腺坏死中的预测价值研究

叶超, 高明*

安徽医科大学第二附属医院急诊外科, 安徽 合肥

收稿日期: 2026年1月5日; 录用日期: 2026年1月29日; 发布日期: 2026年2月6日

摘要

目的: 探究血清中肠道脂肪酸结合蛋白(Intestinal Fatty Acid Binding Protein, I-FABP)、二胺氧化酶(Diamine Oxidase, DAO)、白介素-6 (Interleukin-6, IL-6)水平对于重症急性胰腺炎(Severe Acute Pancreatitis, SAP)继发感染性胰腺坏死(Infected Pancreatic Necrosis, IPN)的预测价值。方法: 选取62例SAP患者资料, 依据是否发生IPN分为: IPN组(20例)和非IPN组(42例)。采集SAP患者临床资料, 通过酶联免疫吸附试验法(ELISA法)检测血清中I-FABP、DAO、IL-6水平, 并通过相关性分析以及受试者工作特征(ROC)曲线评判观察指标对SAP患者继发IPN的早期诊断价值。结果: 两组患者性别、病因、年龄和白细胞计数(WBC)水平均无显著差异(均 $P > 0.05$), 但IPN组C反应蛋白(CRP)水平和改良CT严重指数(MCTSI)评分比非IPN组均要高(均 $P < 0.05$); 与非IPN组相比较, 通过ELISA法检测的IPN组I-FABP、DAO和IL-6表达水平明显升高(均 $P < 0.05$); 相关性分析提示早期I-FABP、DAO和IL-6指标与MCTSI评分呈正相关($r = 0.712, 0.678, 0.677$, 均 $P < 0.001$); ROC曲线分析发现, 通过I-FABP、DAO和IL-6水平早期预测SAP患者发生IPN的曲线下面积(AUC) (0.887, 0.830, 0.735)均高于CRP (0.731)、WBC (0.526), 对此三项指标联合实行平行试验提示灵敏度增至0.988, 并且其系列试验显示特异度增至0.992。结论: 血清I-FABP、DAO、IL-6水平对于SAP继发IPN的早期诊断以及病情严重程度评估具有一定的临床意义, 并且三项指标进行联合评估的临床价值更高。

关键词

重症急性胰腺炎, 感染性胰腺坏死, 脂肪酸结合蛋白, 二胺氧化酶, 白介素-6

The Value of Serum I-FABP, DAO, and IL-6 Levels in the Early Diagnosis of Infected Pancreatic Necrosis Secondary to Severe Acute Pancreatitis

Chao Ye, Ming Gao*

*通讯作者。

文章引用: 叶超, 高明. 血清 I-FABP、DAO、IL-6 水平在重症急性胰腺炎继发感染性胰腺坏死中的预测价值研究[J]. 临床医学进展, 2026, 16(2): 1580-1587. DOI: 10.12677/acm.2026.162547

Abstract

Objective: To investigate the predictive value of serum levels of Intestinal Fatty Acid-Binding Protein (I-FABP), Diamine Oxidase (DAO), and Interleukin-6 (IL-6) for Infectious Pancreatic Necrosis (IPN) secondary to Severe Acute Pancreatitis (SAP). **Methods:** Data from 62 SAP patients were retrospectively analyzed. Based on the occurrence of IPN, patients were divided into two groups: the IPN group (n = 20) and the non-IPN group (n = 42). Clinical data of SAP patients were collected. Serum levels of I-FABP, DAO, and IL-6 were measured using enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). Correlation analysis and Receiver Operating Characteristic (ROC) curve analysis were performed to evaluate the early diagnostic value of these observed indicators for IPN secondary to SAP. **Results:** There were no significant differences in gender, etiology, age, or White Blood Cell count (WBC) levels between the two groups ($P > 0.05$). However, C-Reactive Protein (CRP) levels and the Modified CT Severity Index (MCTSI) scores in the IPN group were significantly higher than those in the non-IPN group ($P < 0.05$). Compared with the non-IPN group, the expression levels of I-FABP, DAO, and IL-6 detected by ELISA in the IPN group were significantly elevated ($P < 0.05$). Correlation analysis indicated that early I-FABP, DAO, and IL-6 levels were positively correlated with MCTSI scores ($r = 0.712, 0.678, 0.677, P < 0.001$). ROC curve analysis revealed that the Areas Under the Curve (AUC) for early prediction of IPN in SAP patients using I-FABP, DAO, and IL-6 levels (0.887, 0.830, 0.735) were higher than those for CRP (0.731) and WBC (0.526). Parallel testing combining these three indicators increased sensitivity to 0.988, and series testing combining them increased specificity to 0.992. **Conclusion:** Serum levels of I-FABP, DAO, and IL-6 have certain clinical significance for the early diagnosis and severity assessment of IPN secondary to SAP. The combined assessment of these three indicators holds higher clinical value.

Keywords

Severe Acute Pancreatitis, Infectious Pancreatic Necrosis, Fatty Acid-Binding Protein, Diamine Oxidase, Interleukin-6

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

重症急性胰腺炎(Severe Acute Pancreatitis, SAP)是消化系统危急重症之一, 可导致胰腺组织损伤及多种脏器功能受损, 造成全身性损害。SAP 患者死亡率较高, 可达 30% [1], 其中继发感染性胰腺坏死(Infected Pancreatic Necrosis, IPN)是造成这种结果的重要因素之一[2]。对于 SAP 患者而言, 约在发病后 2~4 周, 其中约 20% 的 SAP 患者合并了 IPN, 对其生存率产生了极大的影响[3]。当前, 临床上对 SAP 继发 IPN 的诊断方法较为有限, 通常结合血中白细胞计数、C 反应蛋白(C-Reactive Protein, CRP)水平以及影像学等进行综合判断, 但是诊断效果不尽理想。因此, 探寻一种在早期就能够快速、准确诊断该并发症的方法与指标显得尤为重要。目前有研究发现肠道脂肪酸结合蛋白(Intestinal Fatty Acid Binding Protein, I-FABP)

在预测 SAP 患者并发腹腔间隔室综合征方面具有一定的价值[4]。另外, 二胺氧化酶(Diamine Oxidase, DAO)能够在一定程度上评估 SAP 患者病情[5]。同时, 白介素-6 (Interleukin-6, IL-6)水平与 SAP 患者继发感染的发生有着密切的联系[6]。因此, 本研究旨在通过监测血清 I-FABP、DAO、IL-6 水平, 研究其在 IPN 早期诊断中的临床意义。

2. 资料与方法

2.1. 一般资料

依据修订后的亚特兰大分类(Revision of the Atlanta Classification, RAC)中的 SAP 诊断标准[7]: 1) 上腹部持续性疼痛; 2) 血清淀粉酶和(或)脂肪酶浓度高出正常上限 3 倍以上; 3) 腹部影像学检查结果显示符合急性胰腺炎影像学改变。具备上述 3 项中至少 2 项的基础上伴有持续性(>48 h)器官功能障碍。采集本院 2022 年 1 月~2024 年 6 月急诊诊治的 62 例 SAP 患者, 并根据 2021 年修订的《中国急性胰腺炎诊治指南》中 IPN 诊断标准[8]: 1) 细菌学检查提示感染; 2) CT 检查结果提示“气泡征”。具备上述 1 项即可。分为非 IPN 组 42 例(男 24 例, 女 18 例, 年龄 20~81 岁), IPN 组 20 例(男 11 例, 女 9 例, 年龄 25~86 岁)。本研究获得安徽医科大学第二附属医院医学伦理委员会批准(审批号: YX2023-096 (F1)), 患者均签署知情同意书。

2.2. 纳入及排除标准

纳入标准: 1) 两组患者均符合 SAP 诊断标准, 并且 IPN 组患者符合 IPN 的诊断标准; 2) 需在发病后 24 h 内住院, 但住院前未接受治疗, 并且配合后续治疗; 3) 临床资料完整。

排除标准: 1) 病例资料采集不全; 2) 患有免疫性疾病或传染性疾病; 3) 合并有其他急慢性炎症性疾病; 4) 恶性肿瘤病史; 5) 入院后急诊手术的患者。

2.3. 方法

被纳入的所有患者入院后均按照治疗指南[8]进行禁食、补液、抑酸抑酶、营养支持等, 并且在早期, 也就是发病后 24 小时内住院并于治疗前抽取非空腹静脉血液 3~5 ml, 并通过 4000 r/min 离心 10 min 取血清于 EP 管内, 于-80℃保存最后进行统一检测。通过酶联免疫吸附试验(Enzyme Linked Immunosorbent Assay, ELISA)对血清中的 I-FABP、DAO、IL-6 水平进行检测; 在患者入院后第 7 天完善腹盆腔 CT, 并通过改良 CT 严重指数(Modified CT Severity Index, MCTSI)评分评估胰腺损伤程度。

2.4. 统计学处理

采用 IBM SPSS 27.0 软件对数据进行分析, GraphPad Prism 10.1 可视化平台构建图表。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 使用 t 检验; 计数资料通过 χ^2 检验; 非连续性变量采用 Spearman 相关性分析; 绘制受试者工作特征(Receiver Operating Characteristic, ROC)曲线分析并分析各项指标早期效能, 计算曲线下面积(Area Under the Curve, AUC)、特异度及灵敏度, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

3. 结果

3.1. 两组患者一般资料的比较

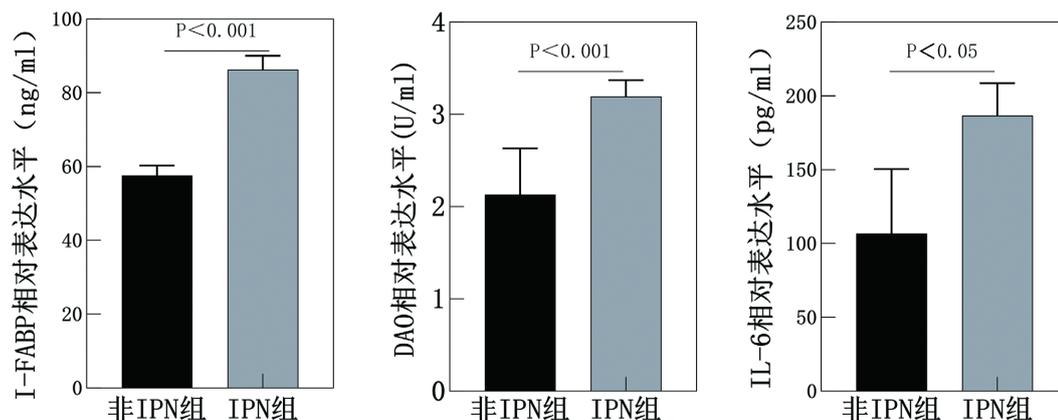
通过对非 IPN 组和 IPN 组的临床基本资料进行对比可以发现, 两组在性别、病因、年龄和 WBC 水平上均无明显差异(均 $P > 0.05$), 但是对于非 IPN 组而言, 继发 IPN 的 SAP 患者早期 CRP 水平和 MCTSI 评分会升高, 并且均具有统计学意义(均 $P < 0.05$) (表 1)。

Table 1. Comparison of baseline characteristics between the two groups of patients**表 1.** 两组患者基线资料比较

指标	非 IPN 组(n = 42)	IPN 组(n = 20)	t 值/ χ^2 值	P 值
性别			0.025	0.874
男	24 (57.14%)	11 (55.00%)		
女	18 (42.86%)	9 (45.00%)		
病因			2.219	0.330
胆源性	16 (38.10%)	10 (50.00%)		
高脂性	15 (35.70%)	8 (40.00%)		
其他	11 (26.20%)	2 (10.00%)		
年龄($\bar{x} \pm s$, 岁)	51.71 \pm 17.05	49.95 \pm 19.27	0.365	0.716
CRP (mg/L)	131.39 \pm 90.11	213.62 \pm 97.04	-3.277	0.002
WBC ($\times 10^9/L$)	14.72 \pm 4.63	16.09 \pm 7.53	-0.752	0.459
MCTSI (分)	6.38 \pm 0.79	8.70 \pm 1.34	-7.155	<0.001

3.2. 对两组患者三项血清学指标的分析

通过 ELISA 法检测患者血中 I-FABP、DAO 和 IL-6 表达水平, 结果显示相比较非 IPN 组, IPN 组的 I-FABP、DAO 和 IL-6 表达水平显著升高(均 $P < 0.05$) (表 2、图 1)。

**Figure 1.** Serum levels of I-FABP, DAO, and IL-6 were compared between the two patient groups**图 1.** 两组患者血 I-FABP、DAO、IL-6 表达水平分析**Table 2.** Comparison of serum levels of I-FABP, DAO, and IL-6 between the two groups of SAP patients**表 2.** 两组 SAP 患者血 I-FABP、DAO、IL-6 水平比较

指标	非 IPN 组(n = 42)	IPN 组(n = 20)	t 值	P 值
I-FABP (ng/ml)	57.65 \pm 17.27	86.29 \pm 16.86	-6.152	<0.001
DAO (U/ml)	2.13 \pm 0.70	3.20 \pm 0.79	-5.356	<0.001
IL-6 (pg/ml)	106.79 \pm 61.75	186.85 \pm 97.64	-3.361	0.002

3.3. 三项血清学指标与 MCTSI 评分的相关性

Spearman 相关性分析结果提示, I-FABP、DAO 和 IL-6 水平值与 MCTSI 评分呈现出正相关($r=0.712$ 、 0.678 、 0.677 , 均 $P < 0.001$) (图 2)。

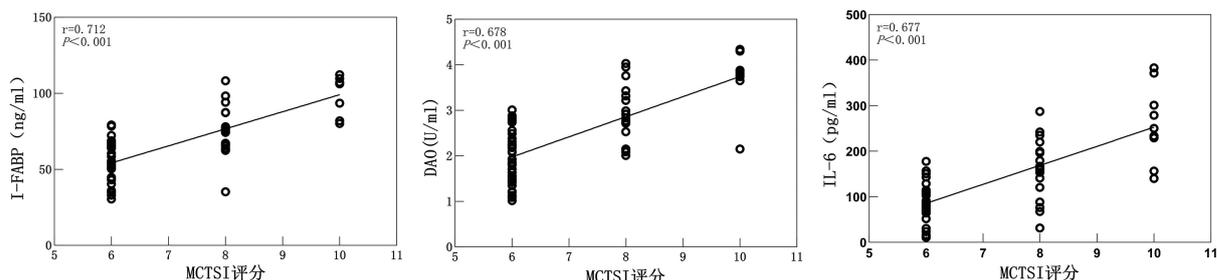


Figure 2. Analysis of the correlation between serum I-FABP, DAO, IL-6 levels and MCTSI scores in the two groups of SAP patients

图 2. 两组 SAP 患者血 I-FABP、DAO、IL-6 水平与 MCTSI 评分的相关性分析

3.4. 三项血清指标对患者继发 IPN 的早期诊断价值

通过对 I-FABP、DAO、IL-6、CRP 和 WBC 进行 ROC 曲线分析, 结果表明: I-FABP 最佳诊断阈值是 70.57 ng/ml, 此时灵敏度是 80.00%, 特异度是 85.70%, AUC 是 0.887; DAO 最佳诊断阈值是 2.755 U/ml, 此时灵敏度是 75.00%, 特异度是 81.00%, AUC 是 0.830; IL-6 最佳诊断阈值是 117.6 pg/ml, 此时灵敏度是 75.00%, 特异度是 69.00%, AUC 是 0.735; CRP 最佳诊断阈值是 133.8 mg/L, 此时灵敏度是 90.00%, 特异度是 52.40%, AUC 是 0.731; WBC 最佳诊断阈值是 $15.78 \times 10^9/L$, 此时灵敏度是 55.00%, 特异度是 64.30%, AUC 是 0.526, 但无统计学意义($P > 0.05$)。当 I-FABP ≥ 70.57 ng/ml、DAO ≥ 2.755 U/ml 和 IL-6 ≥ 117.6 pg/ml 时, 三项指标联合的平行试验提示灵敏度 0.988, 特异度是 0.479, 并且其系列试验显示灵敏度 0.45, 特异度 0.992(表 3、图 3)。

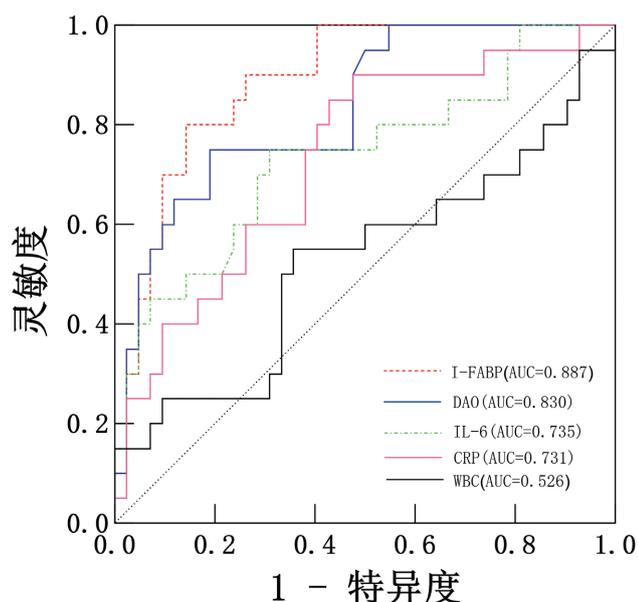


Figure 3. ROC curves for I-FABP, DAO, and IL-6 in predicting IPN in SAP

图 3. I-FABP、DAO、IL-6 对 SAP 并发 IPN 预测价值的 ROC 曲线

Table 3. ROC curve analysis of the predictive value of I-FABP, DAO, and IL-6 for SAP complicated by IPN
表 3. I-FABP、DAO、IL-6 对 SAP 并发 IPN 预测价值的 ROC 曲线分析

指标	诊断阈值	灵敏度	特异度	AUC	P 值
I-FABP (ng/ml)	70.57	0.8	0.857	0.887	<0.05
DAO (U/ml)	2.755	0.75	0.81	0.830	<0.05
IL-6 (pg/ml)	117.6	0.75	0.69	0.735	<0.05
CRP (mg/L)	133.8	0.9	0.524	0.731	<0.05
WBC ($\times 10^9/L$)	15.78	0.55	0.643	0.526	0.740
I-FABP + DAO + IL-6 (平行)	-	0.988	0.479	-	-
I-FABP + DAO + IL-6 (系列)	-	0.45	0.992	-	-

4. 讨论

SAP 是急性胰腺炎中最严重的一种类型,是指胰腺的急性炎症伴有持续的器官功能障碍并超过 48 小时,具有极高的死亡率[9]。SAP 发生后,剧烈的炎症反应和自我消化导致胰腺本身及周围组织发生无菌性坏死,并且全身炎症反应使得肠黏膜上皮细胞受损,紧密连接被破坏,导致肠道屏障功能损伤,肠道内的细菌能够通过受损的肠粘膜屏障渗透到紧邻的腹膜后间隙即胰腺所在区域,细菌在坏死组织中定植、繁殖,导致感染性胰腺坏死即 IPN,若无及时治疗感染部位会持续释放大量的细菌毒素和炎症介质,并进一步促进全身炎症反应和脓毒症的发生,极大的影响了患者预后[10]。有研究发现 I-FABP、DAO、IL-6 水平在 SAP 病情严重程度密切相关[11]-[13]。因此,本研究通过早期监测 SAP 患者血清中 I-FABP、DAO、IL-6 水平,分析三种指标在 SAP 继发 IPN 早期预测中的灵敏度及特异度,实现对 SAP 患者继发 IPN 的预测,对 SAP 患者早期干预治疗和改善预后有着显著意义。

I-FABP 是一类小分子量胞质蛋白,主要表达于肠成熟上皮细胞,其主要功能是在肠细胞内转运和代谢长链脂肪酸,对于维持肠道脂质代谢的平衡有着不可或缺的意义[14]。并且 Voth M 等[15]研究表明,该分子的表达受限于小肠及部分结肠,具有较高的特异性。当肠道发生缺血、炎症或物理损伤,I-FABP 会被快速释放到血液中,而由于 I-FABP 特异性地高表达于肠细胞,通过检测 I-FABP 水平来进行评估肠道屏障功能具有重要价值[16]。当发生 SAP 时,早期大量炎症介质释放入血,可导致肠上皮细胞坏死,引起血清 I-FABP 水平升高,标志着肠道屏障功能损伤,后期受损的肠道成为内源性细菌和毒素的蓄水池,这些病原体通过门静脉系统、淋巴管或直接穿透肠壁进入腹腔,转移至胰腺坏死组织,引发 IPN[17]。因此,对于肠道功能受损和肠道菌群易位所引发的感染性胰腺坏死而言,通过早期检测 I-FABP 水平来预测 IPN 有着重要意义。本研究发现,早期合并 IPN 的 SAP 患者的 I-FABP 表达水平显著高于非 IPN 组,同时 SAP 患者的 I-FABP 表达水平与 MCTSI 评分有着显著的正相关性,提示该指标对于 SAP 合并 IPN 的病情严重程度有着一定评估价值。

DAO 是一种细胞内酶,主要表达于小肠粘膜细胞,正常情况下在血液循环中的活性很低,只有在肠道黏膜因各种原因受损、通透性增加也就是发生肠漏时,DAO 会大量释放入血,导致血清 DAO 活性显著升高,是评估肠道黏膜屏障功能和肠道健康的关键生物标志物[18]。因此,DAO 活性可作为评估脓症患者肠道机械屏障功能状态的关键指标,其水平变化与屏障损伤的严重程度密切相关[19]。早期 SAP 的发生往往伴随着严重的炎症反应和肠道缺血,缺血缺氧和炎症介质直接导致肠道粘膜细胞死亡,可引发 DAO 水平升高,肠道通透性改变及屏障功能受损,SAP 发生 2~4 周时,坏死的胰腺和胰周组织成为极佳的细菌培养基,肠道易位的菌群可通过受损肠道屏障进行淋巴或血行播散,定植于坏死组织,造成

IPN [20]。但是目前 DAO 与和肠道屏障功能密切相关的 IPN 之间的联系尚未完全阐明。我们发现, 与非 IPN 组相比, IPN 组的 DAO 表达水平明显升高, 并且 DAO 表达水平与 MCTSI 评分呈现出正相关性, 表明 DAO 同样能够在一定程度上评估继发 IPN 的 SAP 患者病情严重程度。

IL-6 是免疫系统中一种核心多功能细胞因子, 是重要的炎症驱动因子, 其主要由免疫细胞及非免疫细胞在受到感染或组织损伤时迅速产生。有研究发现, IL-6 的早期升高是预测 SAP 发生的重要指标[21]。并且在 IPN 引发的全身炎症反应综合征或脓毒症中, 其作为核心介质, 会驱动肝脏合成 CRP 等急性期蛋白, 从而放大炎症反应[22]。但目前 IL-6 水平对 SAP 患者合并 IPN 的早期预测研究并不充分。本研究提示, 早期 IL-6 水平在 IPN 组中要明显高于非 IPN 组, 以及其水平与 MCTSI 评分有着正相关性, 强调了其在预测 SAP 患者合并 IPN 严重程度上的重要价值。

本研究结果显示, ROC 曲线中, 相比较传统指标 CRP (AUC = 0.731)及 WBC (AUC = 0.526)水平而言, 本研究采用的 I-FABP (AUC = 0.887)、DAO (AUC = 0.830)、IL-6 (AUC = 0.735)水平对于 SAP 患者合并 IPN 的早期预测有着更加显著的临床价值, 并且通过对这三项指标的联合评估能够进一步提高其早期预测效果, 平行试验时灵敏度升至 0.988, 系列试验时特异度升至 0.992。除此之外, 我们还发现三项指标水平与 MCTSI 评分有着显著的正相关性, 能够在早期通过对三项指标水平的分析, 对 SAP 患者的病情严重程度进行评估。

同时, 该研究仍然存在着许多问题: 其一, 收集的符合标准的样本量较少, 偏倚风险增加; 其二, 未能动态监测三项指标的变化, 从而进一步探究三项指标与 SAP 患者继发 IPN 的联系。综上所述, 血清 I-FABP、DAO、IL-6 水平对 SAP 患者继发 IPN 的早期预警及病情评估具有显著临床价值。这些指标检测操作简便、结果快速可靠, 具备临床推广潜力。

致 谢

叶超负责研究的构想与设计、数据收集、结果解析、统计学分析、论文的初稿撰写与后续修订; 高明负责论文审核、资金支持。所有作者均声明不存在利益冲突。

参考文献

- [1] Yang, H., Cao, R., Zhou, F., Wang, B., Xu, Q., Li, R., *et al.* (2024) The Role of Interleukin-22 in Severe Acute Pancreatitis. *Molecular Medicine*, **30**, Article No. 60. <https://doi.org/10.1186/s10020-024-00826-7>
- [2] Li, W., Ou, L., Fu, Y., Chen, Y., Yin, Q. and Song, H. (2022) Risk Factors for Concomitant Infectious Pancreatic Necrosis in Patients with Severe Acute Pancreatitis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Clinics and Research in Hepatology and Gastroenterology*, **46**, Article ID: 101901. <https://doi.org/10.1016/j.clinre.2022.101901>
- [3] Thiruvengadam, N.R., Miranda, J., Kim, C., Behr, S. and Arain, M.A. (2021) The Pancreatitis Activity Scoring System Predicts Clinical Outcomes in Patients with Infected Pancreatic Necrosis. *Pancreas*, **50**, 859-866. <https://doi.org/10.1097/mpa.0000000000001838>
- [4] 王琪, 高明, 尹纯林, 等. 血清 I-FABP、HBP、IL-1 β 动态监测在急性重症胰腺炎并发腹腔间隔室综合征患者中的临床价值[J]. 中国医师杂志, 2022, 24(3): 371-376.
- [5] 汪亨通, 项和平, 李贺, 等. 血清二胺氧化酶在重症急性胰腺炎胃肠道功能及病情评估中的作用[J]. 中华急诊医学杂志, 2014, 23(12): 1381-1384.
- [6] 张志成, 廖玲. 血清 PCT 和 IL-6 对重症急性胰腺炎继发感染的诊断价值[J]. 检验医学与临床, 2015, 12(19): 2895-2896.
- [7] Banks, P.A., Bollen, T.L., Dervenis, C., Gooszen, H.G., Johnson, C.D., Sarr, M.G., *et al.* (2012) Classification of Acute Pancreatitis—2012: Revision of the Atlanta Classification and Definitions by International Consensus. *Gut*, **62**, 102-111. <https://doi.org/10.1136/gutjnl-2012-302779>
- [8] 中华医学会外科学分会胰腺外科学组. 中国急性胰腺炎诊治指南(2021) [J]. 中华消化外科杂志, 2021, 20(7): 730-739.

- [9] 侯斐, 于晓政, 阴宏, 等. 重症急性胰腺炎的诊断[J]. 中国医刊, 2016, 51(6): 11-12.
- [10] Agarwal, S., Goswami, P., Poudel, S., Gunjan, D., Singh, N., Yadav, R., *et al.* (2023) Acute Pancreatitis Is Characterized by Generalized Intestinal Barrier Dysfunction in Early Stage. *Pancreatology*, **23**, 9-17. <https://doi.org/10.1016/j.pan.2022.11.011>
- [11] 曹建良, 吴钊, 田琦, 等. 血清肠型脂肪酸结合蛋白、肝素结合蛋白动态变化与重症胰腺炎病情严重程度及预后的相关性分析[J]. 四川解剖学杂志, 2025, 33(1): 61-63.
- [12] 范波, 闫润生. DAO、D-LA 及 APACHEII、GCSI-R 评分对急性胰腺炎患者病情严重程度及预后的评估价值[J]. 医学临床研究, 2022, 39(10): 1452-1455.
- [13] 王洋一, 陈婷. 血清 CRP、PCT、LPS 及 IL-6 对重症急性胰腺炎发生感染性胰腺坏死的预测价值分析[J]. 川北医学院学报, 2018, 33(6): 903-905, 919.
- [14] Huang, X., Zhou, Y., Sun, Y. and Wang, Q. (2022) Intestinal Fatty Acid Binding Protein: A Rising Therapeutic Target in Lipid Metabolism. *Progress in Lipid Research*, **87**, Article ID: 101178. <https://doi.org/10.1016/j.plipres.2022.101178>
- [15] Voth, M., Duchene, M., Auner, B., Lustenberger, T., Relja, B. and Marzi, I. (2017) I-FABP Is a Novel Marker for the Detection of Intestinal Injury in Severely Injured Trauma Patients. *World Journal of Surgery*, **41**, 3120-3127. <https://doi.org/10.1007/s00268-017-4124-2>
- [16] Nendl, A., Raju, S.C., Broch, K., Mayerhofer, C.C.K., Holm, K., Halvorsen, B., *et al.* (2023) Intestinal Fatty Acid Binding Protein Is Associated with Cardiac Function and Gut Dysbiosis in Chronic Heart Failure. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*, **10**, Article 1160030. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2023.1160030>
- [17] Li, X., He, C., Zhu, Y. and Lu, N. (2020) Role of Gut Microbiota on Intestinal Barrier Function in Acute Pancreatitis. *World Journal of Gastroenterology*, **26**, 2187-2193. <https://doi.org/10.3748/wjg.v26.i18.2187>
- [18] Cai, J., Chen, H., Weng, M., Jiang, S. and Gao, J. (2019) Diagnostic and Clinical Significance of Serum Levels of D-Lactate and Diamine Oxidase in Patients with Crohn's Disease. *Gastroenterology Research and Practice*, **2019**, Article ID: 8536952. <https://doi.org/10.1155/2019/8536952>
- [19] 李志华, 于湘友, 王毅, 等. 血清 iFABP 和 DAO 对脓毒症及脓毒症肠道损伤的诊断及预后评判价值[J]. 海南医科大学学报, 2025, 31(4): 270-276.
- [20] Glaubitz, J., Wilden, A., Frost, F., Ameling, S., Homuth, G., Mazloum, H., *et al.* (2023) Activated Regulatory T-Cells Promote Duodenal Bacterial Translocation into Necrotic Areas in Severe Acute Pancreatitis. *Gut*, **72**, 1355-1369. <https://doi.org/10.1136/gutjnl-2022-327448>
- [21] 钟宏, 史勇, 李观强, 等. TNF- α 和 IL-6 在重症急性胰腺炎患者血清中的变化及临床意义[J]. 中国医药导报, 2012, 9(19): 157-158.
- [22] Xu, H., He, T., Chen, S., Shi, R., Xu, J., Xing, Y., *et al.* (2025) Isoquercitrin Mitigates Intestinal Ischemia-Reperfusion Injury by Regulating Intestinal Flora and Inhibiting NLRP3 Inflammasome Activation. *Redox Biology*, **86**, Article ID: 103803. <https://doi.org/10.1016/j.redox.2025.103803>