

急性胰腺炎严重程度预测指标的研究进展

吴双强 李琳业 (通讯作者)

青海大学临床医学院 青海 西宁 810000

【摘要】：急性胰腺炎 (acute pancreatitis, AP) 病程异质性显著, 约 20% 进展为重症急性胰腺炎 (severe acute pancreatitis, SAP), 死亡率 20%-40%, 早期精准预测其严重程度及预后是临床诊疗的关键。本文从传统评分系统、血清学指标、影像学指标及新兴预测技术四方面, 综述 AP 预测指标研究进展。传统评分系统 (APACHEII、BISAP、Ranson 评分) 为临床基础工具, 但时效性与精准度欠佳; 血清学中, 传统酶学指标仅用于诊断, NLR、IL-6、RDW、LDL-C 及 BUN 动态变化具有良好早期预测价值; CT 评分系统 (CTSI、MCTSI) 可直观评估胰腺损伤, MRI 与超声作为补充各有优劣; 机器学习 (ML) 模型整合多源数据, 预测效能优于传统工具。新型检测技术及分子标志物提供新方向。当前领域存在标志物检测标准不统一、ML 模型转化难、多中心研究不足等问题。未来需聚焦标志物标准化、ML 模型优化及整合体系构建, 实现 AP 早期精准个体化评估, 支撑诊疗决策, 改善患者预后。

【关键词】：急性胰腺炎; 重症急性胰腺炎; 预测指标; 生物标志物; 机器学习

DOI:10.12417/2811-051X.26.05.004

引言

AP 作为消化系统临床常见的急腹症之一, 是一类发病机制复杂、病情演变多样的炎症性疾病, 其病理生理学核心在于胰腺组织因胆石症、酒精摄入、高脂血症、创伤、药物刺激等多种病因触发胰酶的异常激活, 进而引发胰腺实质及周围组织的自身消化性损伤, AP 的临床表现为急性上腹痛以及血清淀粉酶和脂肪酶水平升高为典型特征。AP 的病程具有高度异质性, 绝大多数患者表现为轻症急性胰腺炎 (Mild Acute Pancreatitis, MAP), 仅以胰腺局部的炎症水肿为主要病变, 无明显器官功能障碍, 病情呈自限性, 经禁食、抑酶、补液等保守治疗后短期内即可缓解, 临床预后良好; 但约 20% 的患者病情能会迅速进展为 SAP, 并伴有全身炎症反应综合征 (Systemic Inflammatory Response Syndrome, SIRS)、多器官功能障碍综合征 (Multiple Organ Dysfunction Syndrome, MODS)、胰腺局部坏死、感染性坏死、胰腺假性囊肿、腹腔间隔室综合征等并发症, 死亡率可高达 20% 至 40%^[1], 是消化科及外科急危重症诊疗中的重点与难点。因此, 在 AP 发病早期精准预判患者的病情严重程度、识别重症化高危人群并评估远期临床预后, 对于临床制定个体化的分层治疗策略、避免对轻症患者的过度医疗、为重症患者争取早期干预的黄金时间, 同时实现医疗资源的高效合理分配、降低重症患者的死亡率与并发症发生率, 均具有不可或缺的临床价值与现实意义。目前对于 AP 的严重程度及预后预测指标的研究进展主要涉及了四个主要方面: 结合临床症状、体征与实验室指标的传统评分系统; 体现机体炎症反应、组织损伤及代谢紊乱状态的血清学标志物; 直接呈现胰腺形态结构及周围组织病变范围的影像学指标; 以及借助大数据、机器学习与人工智能的新兴预测技术, 这些方法的提升早期诊断的准确性, 进而改善患者的预后。

1 传统评分系统

传统的病情评分系统通过整合临床症状、生理指标, 在配

合实验室的各项检查, 给 AP 患者的病情严重程度进行量化评估。在临床工作中, 这类评分体系普遍应用, 能给初期的病情风险分层提供不少实际参考^[2], 但这类评分体系, 在时效性和精准度上还有些比较明显的不足。

1.1 经典评分模型

急性生理与慢性健康评分 II (Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II)、急性胰腺炎床边严重程度指数 (Bedside Index for Severity in Acute Pancreatitis, BISAP) 及 Ranson 评分是当下临床应用最广泛的三类评分系统。APACHEII 评分是一种通用的重症监护评分系统, 也能用来判断 AP 患者的病情严重程度和后续预后这套评分包含了生理指标、年龄情况以及慢性健康状态, 能比较细致地反映患者的整体危重程度, 能在不少临床场景里。但计算起来比较繁琐, 对早期 SAP 的预测敏感度不高, 汇总后的 C 指数只有 0.74(95%CI: 0.68-0.80)^[3]。BISAP 评分是一种能在床旁快速完成的评估工具, 该评分只包含了年龄、血尿素氮、意识障碍、腹腔积液及血清肌酐 5 项指标, 操作起来方便快捷, 适合急诊的快速评估, 它的汇总 C 指数为 0.77 (95%CI: 0.70-0.85), 表现比 APACHEII 和 Ranson 评分稍好一些^[4,5]。Ranson 评分是判断 AP 严重程度的经典工具, 从 1974 年提出以后就一直被临床广泛使用。这套评分系统会在患者入院时和入院后 48 小时内, 分别评估多项参数, 最后算出总分, 以此来预测 AP 的严重程度和死亡风险^[6]。虽然 Ranson 评分具有一定的预测价值, 但其主要的局限性在于需要等 48 小时才能得出最终结果, 这可能会延误对 SAP 患者的早期识别和管理。

1.2 局限性

尽管传统评分系统具有一定的应用价值, 但这类工具都存在着共同的局限性: 部分指标的获取存在模型的滞后——比如 Ranson 评分里需要 48 小时跟踪的动态指标, 没法很好满足早期干预的需求; 至于轻症和中重症的区分, 这类工具的能力也

有一定局限,还容易受临床医生主观判断的影响,在基层医疗机构里的使用也受到不少限制^[3]。在这样的情况下,得有更精准、及时的预测工具来补充甚至替代原有系统。

2 血清学预测指标

血清学指标因检测便捷、可动态监测、重复性好、结果客观等优势,成为 AP 预测研究的热点,在 AP 严重程度预测中扮演着日益重要的角色。这些指标反映了机体炎症反应、器官损伤以及代谢紊乱等不同病理生理过程。

2.1 炎症生物标志物

AP 作为一种炎症性疾病,其严重程度与全身炎症反应的剧烈程度密切相关^[7]。C 反应蛋白(CRP)是急性炎症的非特异性标志物,其水平升高通常提示 AP 进展为 SAP 的风险增加,AP 发病 72 小时后<150mg/L 提示胰腺组织坏死,但其升高滞后,无法满足早期预测需求^[8]。中性粒细胞-淋巴细胞比值(NLR)作为一种反映炎症状态的简单指标,已被证明对预测 AP 的严重程度具有诊断价值^[9]。一项荟萃分析证实,NLR 在预测 SAP 方面具有一定的准确性^[9]。

2.2 新型炎症相关标志物

白细胞介素-6(IL-6)作为早期炎症反应的核心细胞因子,在 AP 发病后迅速升高,被认为是极具潜力的早期预测指标^[10]。研究表明,IL-6 在预测 SAP 方面具有较高的受试者工作特征曲线下面积(AUC)和诊断比值比^[10,11]。降钙素原(PCT)能反映 AP 合并感染的程度,与胰腺坏死感染及多器官功能衰竭密切相关,可辅助 SAP 合并感染的早期识别^[12]。此外,可溶性尿激酶型纤溶酶原激活物受体(suPAR)、巨噬细胞迁移抑制因子(MIF)也为相关研究中的重要标志物:其中 suPAR 水平与 SAP 发病风险、疾病进展及炎症程度均存在关联,或可作为 SAP 的预后生物标志物^[13];MIF 则已被证实为 SAP 的早期标志物,其在 AP 发病早期的升高可提示病情加重的可能性^[14]。

2.3 器官损伤及代谢指标

红细胞分布宽度(RDW)作为评估红细胞体积异质性的指标,与 AP 炎症反应程度及预后相关^[15]。研究显示,RDW 可作为独立预测因素^[15],此外,RDW 与血清白蛋白的比值(RAR)也被发现对 SAP 的早期预测具有较高的准确性^[16,17]。低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)与 SAP 呈 U 型关联,过高或过低的 LDL-C 水平均与 SAP 风险升高相关^[18]。血尿素氮(BUN)的动态变化趋势对 AP 预测价值显著,其贡献度可占预测模型的 35%,可作为 SAP 早期风险分层的重要补充指标^[19]。有研究指出,升高的 BUN 是急性胰腺炎患者器官功能衰竭和死亡的独立危险因素^[20]。血乳酸是反映机体组织低灌注与细胞缺氧的核心生物学标志物,其水平升高可直接提示组织微循环灌注障碍及细胞氧供不足,是 MODS 和死亡风险增加的指标^[21]。一项基于

重症监护病房 AP 患者的大规模数据库研究显示,血乳酸是 AP 患者短期和长期死亡率的独立预测因子^[21]。

3 影像学预测指标

影像学检查能够直观显示胰腺形态、胰周病变及并发症,为 AP 严重程度评估提供客观依据,其中 CT 检查应用最为广泛,磁共振成像(MRI)及超声作为补充手段。

3.1 CT 相关评分系统

CT 严重指数(CTSI)和改良 CT 严重指数(MCTSI),是当下评估 AP 患者胰腺损伤程度的核心影像评分指标。CTSI 在评估胰腺形态学改变上有比较明显的效果,但它存在一定局限——通常要等患者发病后 48 到 72 小时才能做这项检查,以此准确评估坏死程度,因此没法用于超早期预测^[22]。相关研究显示,CTSI 在评估 AP 严重程度方面有较高的准确性^[22]。CTSI 根据胰腺水肿、坏死范围及胰周渗出情况评分,MCTSI 则对胰周并发症的评估权重做了一些调整,和 AP 临床严重程度及预后相关性更强^[23,24]。增强 CT 是诊断胰腺坏死的最佳手段,能区分感染性和无菌性坏死,为判断手术干预的合适时机提供参考^[23]。像胸腔积液、胰腺实质强化不均这类影像特征,是预测 SAP 发生的重要征象。CT 检查在胰腺病变的诊断和分级上起着关键作用,按照修订版亚特兰大分类标准,CT 影像能区分间质水肿性胰腺炎和坏死性胰腺炎,还能评估急性胰周液体积聚、急性坏死物积聚、包裹性坏死等局部并发症。除了 CTSI,已有部分研究着手探索结合患者入院时的定量 CT 特征与实验室生物标志物,以此预测 SAP。这些定量指标包括胰腺体积、胰外炎症面积、胰外液体体积聚的体积和数量等^[25]。把这些指标组合起来用,有可能让早期预测的准确性有所改善^[25]。

3.2 其他影像学技术

超声检查能快速判断胰腺水肿、胰周积液以及胆道相关的病因,很适合在急诊场景下做初步排查。不过肠道内的气体会干扰检查结果,要判断胰腺是否坏死,它的作用就比较有限。比起 CT,MRI 对胰腺实质和胰周软组织病变的分辨能力要更强一些,能更准确地判断坏死区域的范围,以及渗出液的具体性质。对于那些对 CT 造影剂过敏的患者来说,这种检查方式格外适用,只是做一次检查需要花费不少时间,在急诊的实际使用过程中受到了一定限制。

4 新兴预测技术与模型

当下,人工智能(AI)与分子生物学技术不断进步,不少用于临床实践的机器学习(ML)模型、新型检测技术,为 AP 精准预测开辟了新的方向,相关预测效能也有了比较明显的改善^[26-28]。

4.1 机器学习模型

ML 模型通过整合多维度数据(临床指标、血清学指标、影像特征)构建预测模型,效能显著优于传统评分系统^[29]。例

如,有研究通过自动机器学习(AutoML)算法构建了AP患者急性肾损伤(AKI)的预测模型,取得了显著的效果^[28]。其中,神经网络、随机森林及XGBoost模型效能优于逻辑回归^[30],结合临床数据与CT影像的卷积神经网络(CNN)模型,预测SAP的AUC值达0.920,显著优于APACHEII、BISAP等传统评分^[27]。然而,ML模型目前仍存在可解释性不足、缺乏多中心大样本验证等问题,限制了其临床转化应用。

4.2 新型检测技术与标志物

滴液数字PCR(ddPCR)、Robust AP识别诊断技术(Rapid X)等新型检测技术,在临床诊断场景中,能做到对低丰度生物标志物的精准定量,在病症早期预测上起到了一定的技术支持作用^[31,32]。以及中性粒细胞胞外诱捕网等新型分子标志物,会参与AP的炎症瀑布反应过程^[33],不过这些标志物的预测价值,当下还需要通过大样本研究来验证。

5 总结与展望

对于AP预测指标的研究,早已跳出过去只靠单一指标的模式,转向多维度、更精准的方向。传统评分系统到现在仍是临床里的基础判断工具,不过实际发挥的作用有一定局限;在各类血清学指标里,NLR、IL-6、RDW、LDL-C及BUN这些

指标的动态变化,有一定的早期预测作用。要评估胰腺的损伤程度,CT影像评分能给出直观的判断。ML模型能整合不同来源的数据,让预测的精准度有了比较明显的改善。不过当下还面临不少问题:多数新型标志物还没有统一的检测标准,ML模型的临床转化瓶颈还没突破,多中心、前瞻性的研究也做得不够充分。从上面的分析来看,AP的严重程度和预后判断,是个涉及多维度的复杂问题,需要把传统评分系统、血清学指标、影像学评估,还有新兴的机器学习技术结合起来用。要是能在这方面继续做认真的探索,尤其是把人工智能和机器学习的技术好好用起来,说不定能开发出更早、更准确的预测工具。这类工具一旦投入使用,就能做到针对不同急性胰腺炎患者的精准医疗,进而让这类疾病的发病率和死亡率有所下降。接下来的研究,可以把重点放在这几个方向上。着手找出特异性和敏感性都比较高新型生物标志物,着手建立统一的检测流程。给ML模型做一些调整,让它的可解释性有所改善,还要做多中心的验证工作,推动它在临床场景里落地。搭建起“血清学指标+影像特征+AI模型”的整合式预测体系,做到对AP严重程度和预后的早期、精准且个性化的评估,为临床治疗决策提供更可靠的参考,最终让AP患者的预后有所好转。

参考文献:

- [1] Metri A,Bush N,Singh V K.Predicting the severity of acute pancreatitis:Current approaches and future Directions[J].Surgery Open Science,2024,19:109-117.
- [2] Venkatesh N R,Vijayakumar C,Balashubramaniyan G,et al.Comparison of Different Scoring Systems in Predicting the Severity of Acute Pancreatitis:A Prospective Observational Study[J].Cureus,2020.
- [3] Harshit Kumar A,Singh Griwan M.A comparison of APACHE II,BISAP,Ranson's score and modified CTSI in predicting the severity of acute pancreatitis based on the 2012 revised Atlanta Classification[J].Gastroenterology Report,2017,6(2):127-131.
- [4] Şefoğlu Ö,F,Yaka E,Pekdemir M,et al.Comparison of Bedside Index for Severity in Acute Pancreatitis and Emergency Department SpO₂,Age and Systemic Inflammatory Response Syndrome Scores in Predicting Severe Acute Pancreatitis in Patients with Acute Pancreatitis in the Emergency Department[J].The Journal of Emergency Medicine,2024,67(1):e10-e21.
- [5] Hagjer S,Kumar N.Evaluation of the BISAP scoring system in prognostication of acute pancreatitis-A prospective observational Study[J].International Journal of Surgery,2018,54:76-81.
- [6] Marinkovic O,Trpkovic S,Sekulic A,et al.The importance of using inflammatory biomarkers and scoring systems in early assessment of severity and outcome of acute pancreatitis treatment[J].Acta Poloniae Pharmaceutica-Drug Research,2023,79(5):735-742.
- [7] Sekulic A,Marinkovic O,Nikolic N,et al.Predictive Factors of Early and One-Year Mortality in Patients with Acute Pancreatitis[J].Diagnostics,2026,16(1):116.
- [8] Cho I R,Do M Y,Han S Y,et al.Comparison of Interleukin-6,C-Reactive Protein,Procalcitonin,and the Computed Tomography Severity Index for Early Prediction of Severity of Acute Pancreatitis[J].Gut and Liver,2023,17(4):629-637.
- [9] Kong W,He Y,Bao H,et al.Diagnostic Value of Neutrophil-Lymphocyte Ratio for Predicting the Severity of Acute Pancreatitis:A Meta-Analysis[J].Disease Markers,2020,2020:1-9.
- [10] Li J,Chen Z,Li L,et al.Interleukin-6 is better than C-reactive protein for the prediction of infected pancreatic necrosis and mortality in patients with acute pancreatitis[J].Frontiers in Cellular and Infection Microbiology,2022,12.
- [11] 荣风燕,王永林,康寿磊,李金秀.重症胰腺炎患者血清IL-6、IL-10水平与预后的关系研究[J].中国基层医药,2023,30(5):678-682.
- [12] Hao X,Wang Z,Niu X,et al.Biomarkers to predict the severity of acute pancreatitis[J].Frontiers in Medicine,2025,12.

- [13] Zhang Q, Li L, Chen H, et al. Soluble urokinase plasminogen activator receptor associates with higher risk, advanced disease severity as well as inflammation, and might serve as a prognostic biomarker of severe acute Pancreatitis[J]. *Journal of Clinical Laboratory Analysis*, 2019, 34(3).
- [14] Shen D, Tang C, Zhu S, et al. Macrophage migration inhibitory factor is an early marker of severe acute pancreatitis based on the revised Atlanta Classification[J]. *BMC Gastroenterology*, 2021, 21(1).
- [15] Jagodić E, Juhović A, Ejuhović M, Jahić R, et al. The Role of Red Cell Distribution Width (RDW), RDW/Platelet Ratio, and Mean Platelet Volume as Prognostic Markers in Acute Pancreatitis Severity and Complications Based on the Bedside Index for Severity in Acute Pancreatitis Score[J]. *Cureus*, 2024.
- [16] Wang X, Zhu L, Tao K, et al. Red cell distribution width to serum albumin ratio as an early prognostic marker for severe acute pancreatitis: A retrospective Study[J]. *Arab Journal of Gastroenterology*, 2022, 23(3):206–209.
- [17] Acehan F, Aslan M, Demir M S, et al. The red cell distribution Width-to-albumin ratio: A simple index has high predictive accuracy for clinical outcomes in patients with acute Pancreatitis[J]. *Pancreatology*, 2024, 24(2):232–240.
- [18] 潘阳, 屠夏敏, 张俊贤, 罗小艳, 刘晴谱, 李洁, 高鑫, 路国涛, 肖炜明. 血浆致动脉粥样硬化指数对急性胰腺炎的预测价值[J]. *中国医师杂志*, 2023, 25(3):360–364, 369.
- [19] Dancu G M, Popescu A, Sirlu R, et al. The BISAP score, NLR, CRP, or BUN: Which marker best predicts the outcome of acute Pancreatitis? [J]. *Medicine*, 2021, 100(51):e28121.
- [20] Nagy A, Juhász M F, Görbe A, et al. Glucose levels show independent and Dose-dependent association with worsening acute pancreatitis outcomes: Post-hoc analysis of a prospective, international cohort of 2250 acute pancreatitis Cases[J]. *Pancreatology*, 2021, 21(7):1237–1246.
- [21] Zeng Z, Huang R, Lin H, et al. Serum Lactate Is an Indicator for Short-Term and Long-Term Mortality in Patients with Acute Pancreatitis[J]. *Digestive Diseases and Sciences*, 2024, 69(6):2223–2234.
- [22] Gupta R, Gupta S K. Comparing and Evaluating the Role of Early Predictors Like BISAP and Ranson Scoring System with Modified CT Severity Index in Assessing the Severity of Acute Pancreatitis[J]. *Indian Journal of Surgery*, 2024, 87(1):43–51.
- [23] Han X, Hu M, Ji P, et al. Construction and validation of a severity prediction model for acute pancreatitis based on CT severity index: A retrospective case-control Study[J]. *PLOS ONE*, 2024, 19(5):e0303684.
- [24] Stutee I, Midha N K, Chaudhary M, et al. Role of Inflammatory Markers and Radiological Profile in Predicting Acute Pancreatitis Severity: A Prospective Analysis[J]. *Cureus*, 2025.
- [25] Liu C-P, Chen Z, Wu G, et al. Quantitative CT features on admission combined with laboratory biomarkers for predicting severe acute Pancreatitis[J]. *Clinical Radiology*, 2024, 79(2):e256–e263.
- [26] Hameed M A B, Alamgir Z. Improving mortality prediction in Acute Pancreatitis by machine learning and data Augmentation[J]. *Computers in Biology and Medicine*, 2022, 150:106077.
- [27] Yin M, Lin J, Wang Y, et al. Development and validation of a multimodal model in predicting severe acute pancreatitis based on radiomics and deep Learning[J]. *International Journal of Medical Informatics*, 2024, 184:105341.
- [28] Zhang R, Yin M, Jiang A, et al. Automated machine learning for early prediction of acute kidney injury in acute Pancreatitis[J]. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 2024, 24(1).
- [29] Hong W, Lu Y, Zhou X, et al. Usefulness of Random Forest Algorithm in Predicting Severe Acute Pancreatitis[J]. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 2022, 12.
- [30] Sun H-W, Lu J-Y, Weng Y-X, et al. Accurate prediction of acute pancreatitis severity with integrative blood molecular Measurements[J]. *Aging*, 2021, 13(6):8817–8834.
- [31] Li M, Zhao L, Zhu Y, et al. Clinical value of droplet digital PCR in the diagnosis and dynamic monitoring of suspected bacterial bloodstream Infections[J]. *Clinica Chimica Acta*, 2023, 550:117566.
- [32] Zhu Q, Luo J, Li H-P, et al. Robust Acute Pancreatitis Identification and Diagnosis: RAPIDx[J]. *ACS Nano*, 2023, 17(9):8564–8574.
- [33] Ishqi H M, Ali M, Dawra R. Recent advances in the role of neutrophils and neutrophil extracellular traps in acute Pancreatitis[J]. *Clinical and Experimental Medicine*, 2023, 23(8):4107–4122.