

· 论 著 ·

CTSI 联合乳酸在重症急性胰腺炎合并急性肾损伤的预测作用

赵小娟, 李欣欣*

(哈尔滨医科大学附属第一医院重症医学科, 黑龙江 哈尔滨 150000)

[摘要] 目的 评估 CT 严重指数(CT severity index, CTSI)联合乳酸预测老年重症急性胰腺炎(severe acute pancreatitis, SAP)患者住院期间并发急性肾损伤(acute kidney injury, AKI)的临床价值。方法 回顾性纳入哈尔滨医科大学附属第一医院住院治疗的老年 SAP 患者 328 例,根据住院期间是否发生 AKI,将其分为 AKI 组 68 例(20.73%),非 AKI 组 260 例(79.07%)。通过住院患者病历系统收集所有患者的临床资料,采用多因素 Logistic 回归分析筛选 SAP 患者住院期间并发 AKI 的危险因素,并采用 ROC 曲线评估 CTSI、乳酸预测 AKI 发生的临床效能。结果 单因素分析显示,AKI 组年龄 >70 岁、糖尿病、病死率、连续性肾脏替代治疗比例以及白细胞介素 6、乳酸、CTSI、序贯器官衰竭估计评分、急性生理学及慢性健康状况 II 评分、Charlson 合并症指数均高于非 AKI 组,差异有统计学意义($P < 0.05$)。多因素 Logistic 回归分析结果显示,年龄 >70 岁($OR = 1.267, 95\% CI: 1.042 \sim 1.541$)、CTSI($OR = 1.632, 95\% CI: 1.291 \sim 2.064$)、乳酸($OR = 1.428, 95\% CI: 1.133 \sim 1.798$)是 SAP 患者住院期间合并 AKI 的独立危险因素。ROC 曲线显示,CTSI 联合乳酸预测 SAP 患者住院期间合并 AKI 的 AUC [$0.869 (95\% CI: 0.818 \sim 0.920)$]高于单一 CTSI [$AUC: 0.733 (95\% CI: 0.664 \sim 0.802)$]、乳酸 [$AUC: 0.695 (95\% CI: 0.624 \sim 0.766)$],预测性能最优。结论 CTSI 及乳酸是 SAP 患者住院期间合并 AKI 的独立危险因素,联合检测可预测 AKI 的发生风险,进而辅助临床筛选出高危人群,以便针对性干预。

[关键词] 胰腺炎;急性肾损伤;CT 严重指数;乳酸 doi:10.3969/j.issn.1007-3205.2025.01.014

[中图分类号] R576;R692.5 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1007-3205(2025)01-0080-06

Clinical predictive value of CTSI score combined with lactate in predicting for severe acute pancreatitis complicated with acute kidney injury in severe acute pancreatitis

ZHAO Xiao-juan, LI Xin-xin*

(Department of Critical Care Medicine, the First Affiliated Hospital of Harbin Medical University, Heilongjiang Province, Harbin 150000, China)

[Abstract] **Objective** To assess the clinical value of CT severity index (CTSI) combined with lactate in predicting acute kidney injury (AKI) in elderly patients with severe acute pancreatitis (SAP) during hospitalization. **Methods** A total of 328 elderly SAP patients hospitalized in the First Hospital of Harbin Medical University were retrospectively included, and were divided into the AKI group ($n = 68, 20.73\%$) and the non-AKI group ($n = 260, 79.07\%$) according to whether AKI occurred during hospitalization. The clinical data of all patients were collected through the inpatient medical record system. Multivariate Logistic regression analysis was used to screen the risk factors for AKI during hospitalization in SAP patients, and receiver operating characteristic (ROC) curve was used to assess the clinical efficacy of CTSI and lactate in predicting the occurrence of AKI. **Results** Univariate analysis showed that age >70 years,

[收稿日期]2023-07-03

[基金项目]黑龙江省自然科学基金(H2021035)

[作者简介]赵小娟(1990-),女,山东泰安人,哈尔滨医科大学

附属第一医院主管护师,医学学士,从事重症医学科疾病管理研究。

* 通信作者。E-mail:279111281@qq.com

diabetes mellitus, morbidity and mortality, proportion of consecutive renal replacement therapy, and interleukin 6, lactate, CTSI, sequential organ failure estimation score, acute physiology and chronic health evaluation II scores, and Charlson comorbidity index were higher in AKI group than in the non-AKI group, showing significant difference ($P < 0.05$). The results of multivariate Logistic regression analysis showed that age > 70 years (OR = 1.267, 95% CI: 1.042–1.541), CTSI (OR = 1.632, 95% CI: 1.291–2.064), and lactate (OR = 1.428, 95% CI: 1.133–1.798) were risk factors for AKI in SAP patients during hospitalization. The ROC curve showed that the area under the ROC curve (AUC) of CTSI combined with lactate in patients with SAP complicated with AKI was [0.869 (95% CI: 0.818–0.920)], which was higher than that predicted by CTSI [0.733 (95% CI: 0.664–0.802)], and orlactate [0.695 (95% CI: 0.624–0.766)] alone, showing optimal predictive performance. **Conclusion** CTSI and lactate are independent risk factors for AKI during hospitalization in SAP patients, and the combined detection can predict the risk of AKI, and then assist in clinical practice to screen out the high-risk group for targeted intervention.

[Key words] pancreatitis; acute kidney injury; CT severity index; lactate

急性胰腺炎(acute pancreatitis, AP)是以胰蛋白酶异常活化导致胰腺组织自身消化为主要特征的胰腺疾病,该病进展迅速,其中20%~30%可进展为重症急性胰腺炎(severe acute pancreatitis, SAP),而后者并发症多,死亡风险显著升高^[1-2]。急性肾损伤(acute kidney injury, AKI)是SAP常见且严重的并发症之一,也是导致SAP患者住院期间死亡的重要原因,早期预测AKI发生风险并筛查出高危人群,进而将干预端口前移,对于降低AKI发生率和SAP患者病死率具有重要意义,并且众多国际指南建议将SAP病情监测纳入病程管理全过程^[3-4]。CT严重指数(CT severity index, CTSI)是评估SAP病情严重程度的最常用方法,已证实与SAP患者病情严重程度和死亡风险具有相关性^[5],但其是否可预测AKI发生风险研究的较少。乳酸可反映组织氧供应状况,而缺血缺氧是AKI发生的重要促进因素,在既往研究中已发现乳酸升高是休克患者继发AKI的独立危险因素^[6],但其与SAP患者合并AKI的相关性尚缺乏足够的循证医学证据。鉴于老年人本身就存在肾功能代谢减低状态,是AKI的高危人群。本研究评估CTSI联合乳酸预测老年SAP患者住院期间并发AKI的临床价值,报告如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性纳入2020年1月—2022年12月哈尔滨医科大学附属第一医院住院治疗的老年SAP患者328例(图1)。纳入标准:①持续性急性上腹部疼痛,影像学证实胰腺呈急性炎症性改变;

②依据中国急性胰腺炎诊治指南(2019年),SAP诊断明确^[7];③老年人(年龄 ≥ 60 岁);④入院6h内进行了腹部CT检查。排除标准:①合并胰腺肿瘤、胰腺囊肿等其他疾病;②合并急性心肌梗死、急性呼吸窘迫综合征等急性危重症以致入院24h内死亡的患者;③既往或入院时已存在肾功能损伤;④入院期间患者放弃治疗。

本研究符合赫尔辛基宣言,经医院伦理委员会审批通过(伦理审批号:L2023-038),所有患者或家属知情同意并签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 资料收集 通过住院患者病历系统收集所有患者的临床资料,主要包括①一般资料:性别、年龄、体重指数(body mass index, BMI)、饮酒、基础疾病、病因、入院时平均动脉压(mean arterial pressure, MAP)、腹内压等;②入院时血液学指标:白蛋白、胆红素、白细胞介素6(interleukin-6, IL-6)、凝血功能、血肌酐、乳酸、血淀粉酶、C反应蛋白(C-reactive protein, CRP)等;③疾病严重程度:CTSI、Charlson合并症指数(Charlson comorbidity index, CCI)、序贯器官衰竭估计(sequential organ failure assessment, SOFA)评分、急性生理学及慢性健康状况II评分(acute physiology and chronic health evaluation scoring system II, APACHE II);④治疗相关:使用血管活性药物、机械通气、连续性肾脏替代治疗(continuous renal replacement therapy, CRRT)、病死率。其中CTSI的评定内容包括胰腺炎症及组织坏死程度,具体方法参照文献^[8]。

1.2.2 研究分组 根据住院期间是否发生 AKI, 将 328 例 SAP 患者分为 AKI 组 68 例 (20.73%), 非 AKI 组 260 例 (79.07%)。其中 AKI 的判定标准参

照临床实践指南^[9]: 48 h 内血肌酐升高 $\geq 26.5 \mu\text{mol/L}$ 或 7 d 内血肌酐升高量超过基线 1.5 倍或少尿持续 6 h 以上 ($\leq 0.5 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$)。

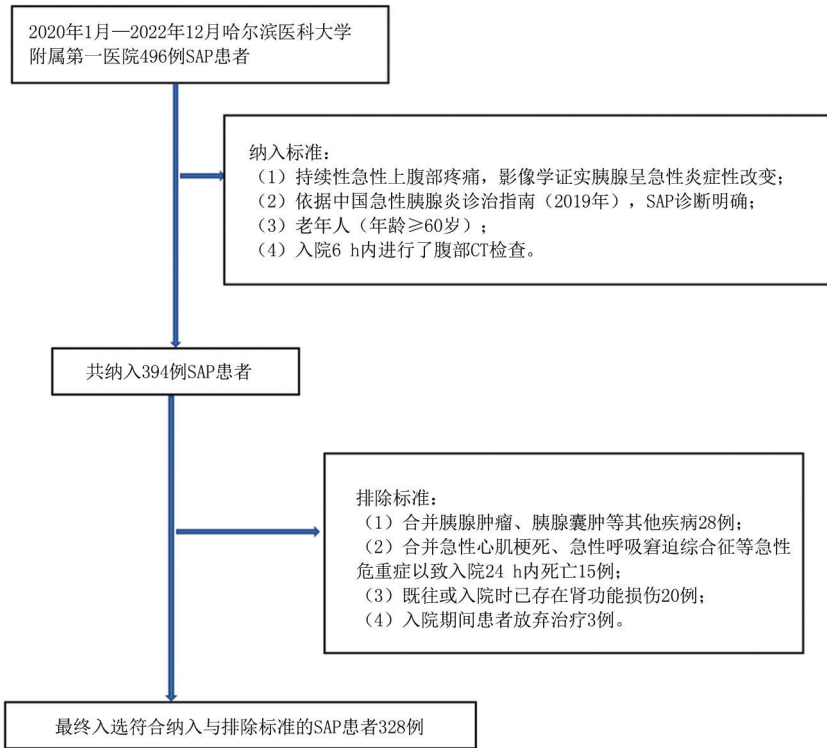


图 1 研究对象入选流程图

Figure 1 Flowchart of research subject enrollment

1.3 统计学方法 应用 SPSS 23.0 统计软件进行数据分析。正态分布的计量资料比较采用 t 检验, 非正态分布的计量资料比较采用秩和检验; 计数资料比较采用 χ^2 检验。采用多因素 Logistic 回归分析筛选 SAP 患者住院期间并发 AKI 的危险因素, 并采用受试者工作特征曲线 (receiver operating characteristic curve, ROC) 曲线评估 CTSI、乳酸预测 AKI 发生的临床效能, 结果以曲线下面积 (area under curve, AUC) 表示。 $P < 0.05$ 为差异有统计

学意义。

2 结 果

2.1 2 组临床资料比较 AKI 组年龄 > 70 岁、糖尿病、病死率、CRRT 比例以及 IL-6、乳酸、CTSI 评分、SOFA 评分、APACHE II 评分、CCI 均高于非 AKI 组, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。2 组性别、病因等比较差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。见表 1。

表 1 AKI 组与非 AKI 组临床资料比较

Table 1 Comparison of clinical data between AKI and non-AKI groups

组别	例数	性别(例数, %)		年龄(例数, %)		BMI($\bar{x} \pm s$)	饮酒 (例数, %)	糖尿病 (例数, %)
		男性	女性	> 70 岁	≤ 70 岁			
AKI 组	68	45(66.18)	23(33.82)	48(70.59)	20(29.41)	25.38 \pm 2.67	36(52.94)	21(30.88)
非 AKI 组	260	156(60.00)	104(40.00)	117(45.00)	143(55.00)	24.86 \pm 2.31	127(48.85)	39(15.00)
$\chi^2/t/Z$ 值		0.867		14.118		1.598	0.362	9.097
P 值		0.352		< 0.001		0.111	0.548	0.003
组别	例数	高血压 (例数, %)	SAP 病因(例数, %)			白蛋白 ($\bar{x} \pm s, \text{g/L}$)	总胆红素 [M(QR), $\mu\text{mol/L}$]	
			胆源性	高脂血症性	酒精性			其他
AKI 组	68	43(63.24)	22(32.35)	30(44.12)	10(14.71)	6(8.82)	29.35 \pm 2.56	15.62(12.06)
非 AKI 组	260	151(58.08)	102(39.23)	108(41.54)	40(15.38)	10(3.85)	30.07 \pm 3.12	14.86(11.81)
$\chi^2/t/Z$ 值		0.594		3.513			1.754	1.311
P 值		0.441		0.319			0.080	0.190

表1 (续)

组别	例数	IL-6	D-二聚体	凝血酶原时间	血肌酐	血乳酸	血淀粉酶
		($\bar{x} \pm s, \text{ng/L}$)	($\bar{x} \pm s, \text{mg/L}$)	($\bar{x} \pm s, \text{s}$)	($\bar{x} \pm s, \mu\text{mol/L}$)	($\bar{x} \pm s, \text{mmol/L}$)	($\bar{x} \pm s, \text{U/L}$)
AKI组	68	63.28±13.16	4.37±1.12	15.67±2.89	80.17±15.82	10.82±2.11	1 243.37±300.34
非AKI组	260	58.91±15.40	4.14±1.03	15.12±3.51	76.39±18.45	9.31±2.84	1 177.62±253.09
$\chi^2/t/Z$ 值		2.144	1.610	1.191	1.547	4.097	1.832
P 值		0.033	0.109	0.235	0.123	<0.001	0.068

组别	例数	CRP	SOFA评分	APACHE II评分	CTSI	CCI	血管活性药物
		($\bar{x} \pm s, \text{mg/L}$)	($\bar{x} \pm s, \text{分}$)	($\bar{x} \pm s, \text{分}$)	($\bar{x} \pm s, \text{分}$)	($\bar{x} \pm s$)	(例数, %)
AKI组	68	156.22±43.01	9.76±2.98	15.84±3.78	9.66±1.83	5.17±1.18	46(67.65)
非AKI组	260	146.35±39.87	8.21±2.84	14.29±2.56	8.58±2.03	4.84±0.97	159(61.15)
$\chi^2/t/Z$ 值		1.788	3.966	3.988	3.983	2.383	0.970
P 值		0.075	<0.001	<0.001	<0.001	0.018	0.325

组别	例数	机械通气(例数, %)	MAP($\bar{x} \pm s, \text{mmHg}$)	腹内压($\bar{x} \pm s, \text{mmHg}$)	死亡(例数, %)	CRRT(例数, %)
		AKI组	68	39(57.35)	87.68±5.39	12.38±3.72
非AKI组	260	125(48.08)	89.21±6.26	11.56±3.34	58(22.31)	72(27.69)
$\chi^2/t/Z$ 值		1.855	1.844	1.760	18.487	21.180
P 值		0.173	0.066	0.079	<0.001	<0.001

1 mmHg=0.133 kPa

2.2 SAP患者合并AKI的危险因素 由于单因素分析可能受到混杂因素的干扰,进一步采用多因素Logistic回归分析筛选SAP患者住院期间合并AKI的危险因素。纳入模型时,以上述单因素分析差异有统计学意义的指标为自变量,是否发生AKI为因变量。由于CTSI评分、SOFA评分、APACHE II评分具有共线性,结合临床实践仅纳入CTSI评分,病死率、CRRT为结局变量,暂不纳入分析,余变量赋值见表2。多因素Logistic回归分析结果显示,年龄>70岁、CTSI评分、乳酸是SAP患者住院期间合并AKI的独立危险因素($P <$

0.05),见表3。

表2 多因素分析变量赋值说明

Table 2 Explanation of variable assignment for multivariate analysis

变量	赋值说明
因变量	未发生AKI=0,发生AKI=1
自变量	
年龄	≤70岁=0,>70岁=1
糖尿病	否=0,是=1
IL-6	连续变量
乳酸	连续变量
CTSI	连续变量
CCI	连续变量

表3 多因素Logistic回归分析结果

Table 3 Results of multivariate Logistic regression analysis

指标	回归系数	标准误	Wald χ^2 值	P 值	OR 值	95%CI
年龄	0.237	0.100	5.638	0.018	1.267	1.042~1.541
糖尿病	0.319	0.194	2.708	0.100	1.376	0.941~2.012
IL-6	0.418	0.309	1.835	0.176	1.519	0.830~2.781
乳酸	0.356	0.118	9.135	0.003	1.428	1.133~1.798
CTSI	0.490	0.120	16.787	<0.001	1.632	1.291~2.064
CCI	0.281	0.145	3.767	0.052	1.324	0.997~1.759

2.3 CTSI联合乳酸预测AKI的效能分析 基于上述多因素回归分析结果,进一步采用ROC曲线评估CTSI联合乳酸预测SAP患者住院期间合并AKI的效能。其中联合检测的方法:将CTSI和乳酸测定值分别与其回归分析系数(β)相乘,然后其和相加拟合为新变量,将此新变量带入ROC曲线。结果显示,单一CTSI、乳酸预测SAP患者住院期间合并AKI的AUC分别为0.733、0.695,联合检测时的AUC为0.869,高于单一指标,预测性能最优。DeLong检验显示,CTSI与CTSI+乳酸的AUC比较; $Z = 3.370, P = 0.008$;乳酸与CTSI+乳酸的AUC比较; $Z = 4.279, P < 0.001$;CTSI与乳酸的

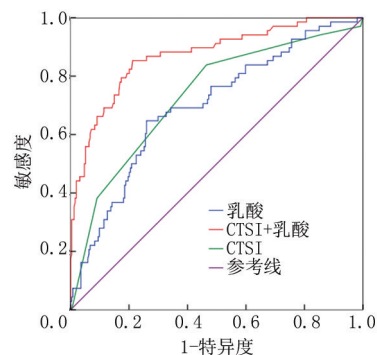
AUC比较; $Z = 0.682, P = 0.495$ 。见表4,图2。

图2 CTSI联合乳酸预测AKI的ROC曲线

Figure 2 ROC curve of CTSI combined with lactate for prediction of AKI

表4 ROC曲线分析结果

Table 4 Results of ROC curve analysis

指标	最佳临界值	AUC	95%CI	敏感度(%)	特异度(%)
CTSI	9分	0.733	0.664~0.802	83.82	53.85
乳酸	10 mmol/L	0.695	0.624~0.766	64.71	73.85
CTSI+乳酸	—	0.869	0.818~0.920	85.29	78.08

3 讨论

随着饮食方式的转变及不良生活习惯的影响,肥胖人群与日俱增,AP发生风险也随之增高。SAP是AP的进展阶段,病情凶险,是引起ICU死亡的常见疾病之一。AKI是SAP死亡的最主要因素,据报道出现AKI的SAP患者病死率可高达80%,具有严重的疾病负担^[10]。老年人是AKI的高发群体,且医疗保健意识差,更应引起临床的关注。特别是随着我国人口老龄化进程加速,老年人口的占比增多,老年人并发AKI的现象更为普遍。本研究结果显示,年龄>70岁是SAP患者合并AKI的独立危险因素,进一步提示预测老年人继发AKI的风险并及时干预的重要性。既往研究中,SAP患者继发AKI的发生率存在较大差异,乔世峰等^[11]研究显示,246例SAP患者中发生AKI 31例(12.6%);王逸平等^[12]研究结果发现,AKI发生率为50%。本研究基于328例SAP患者的临床资料,进一步分析了SAP继发AKI的现状,结果显示AKI发生率为20.73%,处于上述报道范围,且与Kumar等^[13]研究数据较接近(19.4%),上述结果提示,SAP患者并发AKI的现象仍不少见,对医疗系统尤其重症医学仍是巨大的挑战。

发生AKI后,SAP患者不仅医疗费用增加,且死亡风险显著升高^[14]。为降低疾病负担,提高生存质量,2013年国际肾脏病学会发出在2025年前消除可预防性AKI的倡议,对预测AKI发生相关工作提出了新要求。研究证明,在疾病出现明显的临床症状前,机体已出现相应生化参数的改变,为预测AKI提供了理论依据^[5]。CT检查是确诊SAP的最常用影像学手段,CTSI主要包括对胰腺炎症及组织坏死程度的评估,基于胰腺组织局部肿大、渗出以及胰周坏死情况,进而反映出病情严重程度^[15]。回顾性研究显示,CTSI评分有助于早期预测并区分轻度、中度和SAP,且性能优于急性胰腺炎严重程度床边指数评分^[16]。Yadav等^[17]基于119例AP患者的临床资料进行总结发现,根据CT图像计算的CTSI评分不仅能精确预测持续性器官衰竭和胰腺坏死(AUC:0.958),且对于死亡风险的预测具有较高的准确性(AUC:0.804)。龙悦等^[18]研究表明,

CTSI不仅可区分不同疾病严重程度的AP患者,且在死亡患者的早期识别中具有极高的敏感度(92.31%)。目前,CTSI评分与SAP患者合并AKI的相关性尚缺乏足够的临床证据。早期研究显示,CTSI评分可作为预测SAP患者相关AKI的影像学指标,从而辅助临床决策^[19]。Wang等^[20]在回顾性队列研究中发现,CTSI评分是SAP患者继发AKI及住院期间死亡的独立危险因素,随着肾功能的恢复,CTSI评分随之降低。最新的Meta分析也证实了此结果,CTSI评分每增加1分,SAP患者发生AKI的风险分别增加48%(随机效应)、72%(固定效应)^[21]。本研究结果显示,CTSI评分是SAP患者住院期间合并AKI的独立危险因素,符合上述报道。ROC曲线结果显示,入院时CTSI评分预测SAP患者住院期间合并AKI的AUC为0.733,提示单独CTSI评分对AKI并没有很高的预测效能,分析原因:CTSI评分主要通过评估胰腺及胰周病变的程度,进而估算其全身病变程度,从而预测出AKI发生风险,其并不直接涉及肾功能的评定,因此联合其他指标提高预测效能具有必要性。

低灌注是导致肾功能降低的重要因素。首先,血流灌注不足可直接引起肾小球滤过率降低,代谢毒性物质排出减少,引起肾功能损伤;其次,缺血缺氧状态可诱发炎症反应,引起肾组织炎症损伤。此外,长时间低灌注状态下,恢复血流后导致的缺血再灌注损伤可进一步加重肾组织损伤程度,诱发AKI。乳酸是无氧糖酵解的代谢产物,可反映外周组织缺血缺氧程度,乳酸水平比传统血流动力学指标可更敏感反映机体代谢异常^[22]。一项纳入了4425例AP患者的大样本研究证实,初始乳酸水平升高的患者预后较差,经多因素分析校正混杂因素后发现,初始乳酸水平升高(OR=2.011,95%CI:1.023~3.953,P=0.043)是AP患者住院期间死亡的独立预测因子^[23]。至于乳酸与AKI的相关性,入院时血乳酸水平及乳酸清除率可作为多发伤失血性休克患者发生AKI的预测因子^[6]。采用机器学习算法构建的以乳酸为基础模型预测ICU老年患者合并AKI的AUC高达0.887^[24]。在SAP患者中,住院期间发生AKI患者在入院时乳酸显著升高,调整混杂因素后入院时乳酸升高组住院期间发

生 AKI 的风险增加 2.293 倍。本研究多因素 Logistic 回归分析也证实,入院时乳酸水平是 SAP 患者住院期间合并 AKI 的独立危险因素,符合既往报道结果。本研究 ROC 曲线显示,乳酸预测 SAP 患者住院期间合并 AKI 的 AUC 为 0.695,提示具有一定预测能力。CTSI 联合乳酸预测 SAP 患者住院期间合并 AKI 的 AUC 最高,提示二者联合应用对 AKI 的早期识别中能力最强,可能原因:CTSI 可反映 SAP 局部病情,而乳酸可反映 SAP 导致的肾组织缺氧程度,联合应用时可综合评估患者全身组织损伤程度,进而预测 AKI 发生风险。

本研究局限性:①为回顾性研究且样本量较小,可能存在混杂因素的干扰;②CTSI 及乳酸均为单次测定结果,可能存在误差。

综上所述,CTSI 及乳酸是 SAP 患者住院期间合并 AKI 的独立危险因素,联合检测可预测 AKI 发生风险,进而辅助临床筛选出高危人群,以便针对性干预,不仅有助于精准诊疗的实施,也有助于避免医疗资源的浪费。

[参考文献]

- [1] Szatmary P, Grammatikopoulos T, Cai W, et al. Acute pancreatitis: diagnosis and treatment [J]. *Drugs*, 2022, 82(12):1251-1276.
- [2] Gliem N, Ammer-Herrmenau C, Ellenrieder V, et al. Management of severe acute pancreatitis: an update [J]. *Digestion*, 2021, 102(4):503-507.
- [3] Jaber S, Garnier M, Asehounne K, et al. Guidelines for the management of patients with severe acute pancreatitis, 2021 [J]. *Anaesth Crit Care Pain Med*, 2022, 41(3):101060.
- [4] Beyer G, Hoffmeister A, Lorenz P, et al. Clinical practice guideline-acute and chronic pancreatitis [J]. *Dtsch Arztebl Int*, 2022, 119(29/30):495-501.
- [5] Zhu QY, Li RM, Zhu YP, et al. Early predictors of infected pancreatic necrosis in acute severe pancreatitis—Implications of neutrophil to lymphocyte ratio, blood procalcitonin concentration and modified CT severity index [J]. *Dig Dis*, 2023, 41(4):677-684.
- [6] 晁晟,贾磊,熊建斌,等.血乳酸及乳酸清除率与多发伤失血性休克患者急性肾损伤的关系[J].*中国老年学杂志*, 2023, 43(2):348-351.
- [7] 中华医学会消化病学分会胰腺疾病学组,中华胰腺病杂志编辑委员会,中华消化杂志编辑委员会.中国急性胰腺炎诊治指南(2019年,沈阳) [J].*中华消化杂志*, 2019, 39(11):721-730.
- [8] Alhajeri A, Erwin S. Acute pancreatitis: value and impact of CT severity index [J]. *Abdom Imaging*, 2008, 33(1):18-20.
- [9] Kellum JA, Lameire N, KDIGO AKI Guideline Work Group. Diagnosis, evaluation, and management of acute kidney injury: a KDIGO summary (Part 1) [J]. *Crit Care*, 2013, 17(1):204.
- [10] Gougol A, Dugum M, Dudekula A, et al. Clinical outcomes of isolated renal failure compared to other forms of organ failure in patients with severe acute pancreatitis [J]. *World J Gastroenterol*, 2017, 23(29):5431-5437.
- [11] 乔世峰,孙家邦,李非,等.重症急性胰腺炎急性肾功能衰竭临床危险因素及其预防[J].*中华肝胆外科杂志*, 2005, 11(5):293-295.
- [12] 王逸平,刘向新,崔晓莉,等.重症急性胰腺炎并发急性肾损伤临床特征及危险因素分析[J].*交通医学*, 2017, 31(5):473-476.
- [13] Kumar R, Pahwa N, Jain N. Acute kidney injury in severe acute pancreatitis: an experience from a tertiary care center [J]. *Saudi J Kidney Dis Transpl*, 2015, 26(1):56-60.
- [14] Wajda J, Dumnicka P, Maraj M, et al. Potential prognostic markers of acute kidney injury in the early phase of acute pancreatitis [J]. *Int J Mol Sci*, 2019, 20(15):3714.
- [15] Hosokawa T, Tanami Y, Sato Y, et al. Comparison of the Balthazar score of acute pancreatitis between computed tomography and ultrasound in children: pitfalls of ultrasound in diagnosing and evaluating pancreatitis [J]. *J Med Ultrason*, 2021, 48(4):605-613.
- [16] Cheng T, Han TY, Liu BF, et al. Use of modified balthazar grades for the early prediction of acute pancreatitis severity in the emergency department [J]. *Int J Gen Med*, 2022, 15:1111-1119.
- [17] Yadav J, Yadav SK, Kumar S, et al. Predicting morbidity and mortality in acute pancreatitis in an Indian population: a comparative study of the BISAP score, Ranson's score and CT severity index [J]. *Gastroenterol Rep (Oxf)*, 2016, 4(3):216-220.
- [18] 龙悦,李宝纯,赵丹阳.D-二聚体/纤维蛋白原比值联合 CT 严重指数对急性胰腺炎患者预后的评估价值分析[J].*现代消化及介入诊疗*, 2022, 27(10):1330-1333.
- [19] Li Z, Zhang L, Huang Z, et al. Correlation analysis of computed tomography imaging score with the presence of acute kidney injury in severe acute pancreatitis [J]. *Abdom Imaging*, 2015, 40(5):1241-1247.
- [20] Wang Y, Cao LK, Wei Y, et al. The value of modified renal rim grade in predicting acute kidney injury following severe acute pancreatitis [J]. *J Comput Assist Tomogr*, 2018, 42(5):680-687.
- [21] 陈美颖,陈木欣,王明欣,等.重症急性胰腺炎患者并发急性肾损伤危险因素的 Meta 分析[J].*中国全科医学*, 2022, 25(30):3834-3842.
- [22] Imai D, Takeda R, Suzuki A, et al. Effects of skin surface cooling before exercise on lactate accumulation in cool environment [J]. *Eur J Appl Physiol*, 2018, 118(3):551-562.
- [23] Zeng J, Wan J, He W, et al. Prognostic value of arterial lactate metabolic clearance rate in moderate and severe acute pancreatitis [J]. *Dis Markers*, 2022, 2022:9233199.
- [24] 王晓莉,李晓明,卢若谷,等.基于机器学习的 ICU 老年患者急性肾损伤早期预测模型[J].*解放军医学院学报*, 2023, 44(2):121-127.