



doi:10.7659/j.issn.1005-6947.250388

http://dx.doi.org/10.7659/j.issn.1005-6947.250388

China Journal of General Surgery, 2025, 34(9):1909-1922.

· 专题研究 ·

弥漫性分布感染性坏死性胰腺炎的个体化干预策略： 微创阶梯式与直接开腹手术的疗效比较

李志强，瞿吉浩然，涂广平，陈浪，余枭，刘云飞

(中南大学湘雅三医院 肝胆胰外II科，湖南 长沙 410013)

摘要

背景与目的：感染性坏死性胰腺炎（INP）尤其是弥漫性分布者病情凶险。对于首选干预策略（微创阶梯式 vs. 直接开腹坏死清除术）仍存在争议；此外“湿性”与“干性”坏死，以及是否合并重症急性胰腺炎（SAP）对策略选择的影响尚不明确。本研究旨在比较两种策略在弥漫性分布INP中的疗效与安全性，并评估基于CT影像的坏死类型与SAP状态在决策中的指导价值。

方法：回顾性分析2012年1月—2023年3月中南大学湘雅三医院收治的458例弥漫分布INP患者，其中微创阶梯式组256例，直接开腹组202例。按基于决定因素的分类法定义SAP，依据CT特征将坏死分为“湿性”和“干性”。比较两组主要终点事件（死亡或严重并发症复合终点）及次要终点事件（死亡率、住院时间、切口并发症等），并进行亚组分析。

结果：总体上，直接开腹组主要终点事件发生率（62.4% vs. 48.1%， $P=0.003$ ）及死亡率（27.2% vs. 16.8%， $P=0.008$ ）均高于微创阶梯式组。SAP亚组中，阶梯式治疗主要终点事件发生率更低（66.7% vs. 97.7%， $P=0.003$ ）。非SAP患者中，两组主要终点事件发生率相近，但直接开腹组住院时间更短〔（36.5±10.4）d vs. （45.6±18.6）d， $P<0.001$ 〕，切口感染和切口疝更常见（均 $P<0.001$ ）。多因素分析显示，感染出现时间、积液特征、气泡征及坏死部位为阶梯式治疗长期住院的独立预测因素（均 $P<0.05$ ）。“湿性”坏死患者经微创阶梯式治疗获益更大，而“干性”坏死患者经直接开腹治疗住院时间更短。

结论：对于弥漫性分布的INP，治疗策略应基于SAP状态与坏死液化/影像特征个体化选择：阶梯式微创优先适用于SAP患者及CT示“湿性”坏死者；对于“干性”坏死（尤其液化不充分者），直接开腹清创在缩短住院时间与降低某些主要终点事件方面更具优势，但需警惕切口感染与切口疝等并发症。CT影像学特征与SAP分类可作为风险分层工具，指导个体化干预时机与方式。

关键词

胰腺炎，急性坏死性；阶梯式疗法；剖腹术；治疗结果

中图分类号：R657.5

基金项目：湖南省长沙市自然科学基金资助项目（kq2502238）。

收稿日期：2025-07-09；**修订日期：**2025-08-17。

作者简介：李志强，中南大学湘雅三医院主治医师，主要从事肝胆胰疾病方面的研究。

通信作者：刘云飞，Email: liyunfeix1@126.com

Individualized intervention strategies for diffuse infected necrotizing pancreatitis: a comparative study of minimally invasive step-up and direct open surgery

LI Zhiqiang, QU Jihaoran, TU Guangping, CHEN Lang, YU Xiao, LIU Yunfei

(Department of Hepatopancreatobiliary Surgery II, the Third Xiangya Hospital, Central South University, Changsha 410013, China)

Abstract

Background and Aims: Infected necrotizing pancreatitis (INP), particularly with diffuse distribution, is a life-threatening condition. The optimal initial intervention—minimally invasive step-up therapy vs. direct open necrosectomy—remains controversial. Moreover, the impact of necrosis morphology ("wet" or "dry") and the presence of severe acute pancreatitis (SAP) on treatment selection has not been fully clarified. This study aimed to compare the efficacy and safety of these two approaches in diffuse INP and to evaluate the guiding value of CT-based necrosis type and SAP status in clinical decision-making.

Methods: A retrospective analysis was conducted on 458 patients with diffuse INP admitted to the Third Xiangya Hospital of Central South University from January 2012 to March 2023. Patients were divided into a minimally invasive step-up group ($n=256$) and a direct open surgery group ($n=202$). SAP was defined according to the determinant-based classification, and necrosis was categorized as "wet" or "dry" based on CT features. The primary endpoint was a composite of death or major complications, while secondary endpoints included mortality, length of hospital stay, and incision-related complications, were compared between the two groups, with subgroup analyses performed accordingly.

Results: Overall, the open surgery group had higher rates of the primary endpoint (62.4% vs. 48.1%, $P=0.003$) and mortality (27.2% vs. 16.8%, $P=0.008$) compared with the step-up group. Among SAP patients, the step-up approach resulted in a significantly lower primary endpoint rate (66.7% vs. 97.7%, $P=0.003$). In non-SAP patients, the primary endpoint rates were similar, but open surgery was associated with a shorter hospital stay [(36.5 ± 10.4) d vs. (45.6 ± 18.6) d, $P<0.001$] and higher incidences of wound infection and incisional hernia (both $P<0.001$). Multivariate analysis identified infection onset time, effusion characteristics, gas bubbles, and necrosis location as independent predictors of prolonged hospitalization in the step-up group (all $P<0.05$). Patients with "wet" necrosis benefited more from the step-up approach, whereas those with "dry" necrosis experienced shorter hospitalization following open surgery.

Conclusion: For diffusely distributed INP, treatment strategies should be individualized based on SAP status and necrosis liquefaction/imaging characteristics. The step-up minimally invasive approach is preferred for SAP patients and those with "wet" necrosis on CT, while direct open necrosectomy may be advantageous for "dry" necrosis (particularly with limited liquefaction) by shortening hospital stay and reducing certain major outcomes, though at the cost of increased incision infection and incision herina. CT imaging features and SAP classification can serve as valuable tools for risk stratification and guiding individualized timing and modality of intervention.

Key words

Pancreatitis, Acute Necrotizing; Step-up Approach; Laparotomy; Prognosis

CLC number: R657.5

急性胰腺炎 (acute pancreatitis, AP) 作为临床常见急腹症, 其病情严重程度呈现显著异质性: 轻型病例多呈自限性病程, 而重型病例因伴随胰腺及胰周组织坏死, 可进展为高致死性疾病状态^[1-2]。据统计, 约 20% 的 AP 患者会出现胰腺及 (或) 胰周组织坏死, 进而发展为重症急性胰腺炎 (severe acute pancreatitis, SAP); 其中 30%~70% 的患者可继发坏死组织及胰周积液感染, 形成感染性坏死性胰腺炎 (infected necrotizing pancreatitis, INP), 此类患者易并发脓毒症或多器官功能衰竭 (multiple organ failure, MOF), 病死率显著升高^[3-5]。

对于 INP 患者, 侵袭性外科干预是清除感染病灶、阻止细菌扩散的关键手段^[6-7]。多中心随机对照试验 PANTER 研究证实, 微创阶梯式治疗疗效不劣于传统开腹坏死清除术且并发症更少, 故成为 INP 治疗的优选方案, 开腹手术则多作为补救措施^[8-9]。但治疗选择依赖感染性坏死分布特征。胰腺位于腹膜后, 其坏死扩散范围与预后相关 (Ishikawa 等^[10]的 5 级分类系统证实)。胰周感染性坏死累及网膜囊及肾结肠区域, 其中弥漫性分布 (伴左右结肠旁沟受累) 因坏死负荷大、范围广, 微创清除难度大且并发症发生风险高, 目前尚无最佳干预策略共识。

本研究回顾性分析直接开腹手术与阶梯式微创治疗对弥漫性分布 INP 患者的疗效差异, 旨在探索适用于该类患者的最优治疗方案, 筛选策略选择的潜在预测因素, 为临床个体化决策提供依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性收集 2012 年 1 月 1 日—2023 年 3 月 31 日中南大学湘雅三医院收治的 5 698 例 AP 患者临床资料。纳入标准: 胰腺炎病程≥4 周, 或病情稳定但出现感染表现; 影像学检查显示坏死组织或液体积聚同时累及胰周和结肠区域 (典型影像学见图 1)。排除标准: (1) 仅接受经皮引流治疗者; (2) 慢性胰腺炎急性发作者; (3) 胰腺炎发病前已存在心、肺、肾、肝功能衰竭或危及生命的严重脑部疾病者; (4) 合并恶性肿瘤、免疫性疾病及血液系统疾病者; (5) 胰腺炎发病前有腹部手术史者。

5 698 例 AP 患者中, 1 659 例在住院期间出现胰腺及 (或) 胰周感染性坏死表现, 1 456 例接受

了针对性干预治疗。基于 CT 影像特征, 739 例患者因坏死组织同时累及网膜囊与左肾结肠区域、网膜囊与右肾结肠区域或三者均受累, 被判定为弥漫性分布型 INP。最终依据治疗策略纳入标准, 256 例纳入微创阶梯式组, 202 例纳入直接开腹组, 患者筛选流程见图 2。

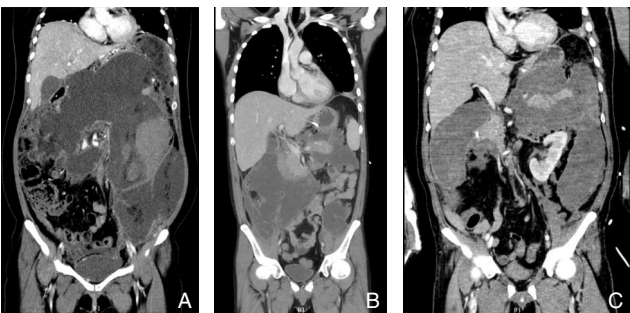


图1 INP 影像学表现 A: 坏死组织或液体积聚在胰周及左侧结肠旁沟; B: 坏死组织或液体积聚在胰周及右侧结肠旁沟; C: 坏死组织或液体积聚在胰周及双侧结肠旁沟

Figure 1 Imaging features of INP A: Necrotic tissue or fluid accumulation in the peripancreatic region and left paracolic gutter; B: Accumulation in the peripancreatic region and right paracolic gutter; C: Accumulation in the peripancreatic region and bilateral paracolic gutter

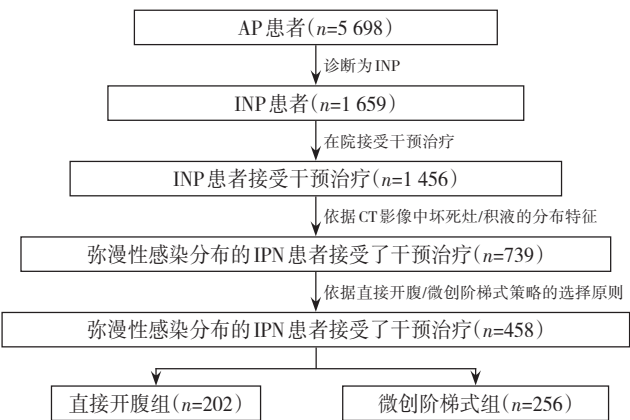


图2 患者筛选流程

Figure 2 Flowchart of patient selection

1.2 手术方法

微创阶梯式组: 该组 INP 患者严格遵循逐步升级策略实施治疗。初始干预为影像 (CT 或超声) 引导下经皮导管引流, 精准穿刺至感染性坏死灶或积液腔, 置入引流管以降低局部感染负荷; 若引流不充分, 可通过追加引流管、增大管径 (必要时更换为多侧孔大直径导管) 或调整引流路径

(如腹膜后/经腹膜引流)优化引流效果。当引流后病情仍进展(如感染控制不佳、坏死组织残留),则行视频辅助腹膜后坏死组织清除术(video assisted retroperitoneal debridement, VARD)联合术后灌洗:在视频直视下清除肉眼可见的坏死组织,术后于坏死腔内置入2根带持续灌洗系统的大直径引流管,通过生理盐水或含抗菌药物灌洗液循环冲洗,以清除微小坏死碎屑;VARD可根据病情重复实施,直至坏死组织清除满意。若上述微创干预仍无法控制病情(如顽固性感染、大出血),则最终采用开腹坏死组织清除术作为补救措施。

直接开腹组:该组INP患者首次干预即实施开腹坏死组织清除术,术中彻底清除胰腺及胰周坏死组织,并行腹腔灌洗;可根据术前感染及积液情况,联合或不联合术前经皮导管引流(用于术前减压或控制重症感染),术后常规放置多根引流管持续灌洗。

1.3 术后观察与治疗

术后观察与治疗均严格遵循加速康复外科(ERAS)理念实施。围手术期常规给予广谱抗生素(依据感染灶培养及药敏结果动态调整)预防感染扩散,联合保肝药物维护肝功能,质子泵抑制剂抑酸护胃以降低应激性溃疡风险;采用多模式镇痛(以非甾体药物为主,必要时联合阿片类药物)控制疼痛,并根据血清白蛋白水平靶向补充白蛋白(维持 ≥ 30 g/L),同步实施个体化静脉营养支持(根据氮平衡及代谢需求调整热卡与营养素配比)。

监测体系包括:持续动态监测生命体征(心率、血压、血氧饱和度)及腹部体征(压痛、腹胀程度),每天记录引流液性状(浑浊度、血性成分)及引流量;术后定期复查血常规(白细胞计数、中性粒细胞比例)、肝肾功能及电解质,异常指标即时启动纠正方案。

术后第1天即启动精准灌洗治疗:经引流管持续输注生理盐水或含敏感抗生素的灌洗液(根据术中坏死组织培养结果选择),灌洗速度按坏死腔容积个体化设定(通常20~50 mL/h),通过双腔负压引流管实现“进液-引流”闭环,确保灌洗液充分接触坏死腔隙;灌洗期间每天评估引流液澄清度,适时调整灌洗参数或更换引流管,直至引流液无肉眼坏死碎屑。

1.4 研究指标

主要结局指标为首次干预后死亡或主要并发症复合终点,其中主要并发症包括新发MOF、全身性并发症、需介入干预的腹腔出血、需外科处理的肠瘘及内脏器官穿孔;随访周期覆盖住院全程及出院后3个月,以全面评估短期及中期临床结局。次要结局指标包含上述主要终点的各独立组成部分,同时纳入其他并发症(如胰瘘、切口疝、新发糖尿病、手术部位感染、胆道狭窄及长期胰酶替代治疗需求),以及医疗资源利用相关指标[首次干预后的总住院时间、重症监护病房(ICU)停留时间及首次干预后新发ICU入住率],以系统评估两种治疗策略的临床效益与卫生经济学价值。

1.5 统计学处理

统计学分析均采用SPSS 26.0软件完成。分类资料以例数(百分比)[n (%)]表示,连续资料根据数据分布特征采用均数 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)或中位数(四分位间距)[M (IQR)]描述。两组间分类资料的比较采用Fisher精确检验,连续资料的比较采用 t 检验或Mann-Whitney U 检验。对于分类资料类型的研究终点,以相对危险度(RR)及其95%置信区间(CI)表示效应量。采用单因素Logistic回归分析探索微创阶梯式组中短住院时间的影响因素。所有 P 值均为双侧检验,未进行多重比较校正, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者基线资料与临床结局比较

两组患者基线资料具有可比性,但直接开腹组的急性生理学与慢性健康状况评估II(APACHE II)评分、序贯器官衰竭评估(SOFA)评分、首次干预时ICU入住率及MOF发生率均明显高于微创阶梯式组(表1)。临床结局分析显示,微创阶梯式组主要终点事件(首次干预后死亡或主要并发症)发生率为62.4% (126/202),直接开腹组为48.1% (123/256),前者主要终点事件发生率明显低于后者($RR=0.77$, 95% $CI=0.65\sim 0.91$, $P=0.003$);单独分析死亡例数显示,微创阶梯式组43例(16.8%),直接开腹组55例(27.2%),前者死亡率明显低于后者($RR=0.62$, 95% $CI=0.43\sim 0.88$, $P=0.008$) (表2)。

表 1 两组患者的基线特征

Table 1 Baseline characteristics of the patients in the two groups

特征	微创阶梯式组(n=256)	直接开腹组(n=202)	P
年龄(岁, $\bar{x}\pm s$)	49.5±25.6	45.6±21.5	0.083
男性[n(%)]	175(68.4)	142(70.3)	0.684
体质量指数(kg/m ² , $\bar{x}\pm s$)	25.9±9.3	27.2±7.5	0.107
胰腺炎病因[n(%)]			
高甘油三酯血症	165(64.4)	121(59.9)	0.347
胆道结石	54(21.1)	57(28.2)	
酒精	25(9.8)	16(7.9)	
其他	12(4.7)	8(4.0)	
伴随疾病 ¹⁾ [n(%)]			
心血管疾病	106(41.4)	96(47.52)	0.218
肺部疾病	33(12.9)	28(13.9)	0.783
慢性肾功能不全	21(8.2)	14(6.9)	0.724
糖尿病	116(45.3)	86(42.6)	0.571
ASA 分级[n(%)]			
I	26(10.2)	28(13.9)	0.367
II	60(23.4)	51(25.2)	
III	170(66.4)	123(60.9)	
APACHE II 评分($\bar{x}\pm s$)	15.3±6.9	17.3±8.2	0.005
SOFA 评分($\bar{x}\pm s$)	3±0.54	4.2±0.65	<0.001
严重疾病[n(%)]			
全身炎症反应综合征	252(98.4)	202(100)	0.134
干预时入住 ICU	81(31.6)	84(41.6)	0.031
干预前任何时间入住 ICU	168(65.6)	142(70.3)	0.315
单器官衰竭	129(50.4)	94(46.5)	0.452
MOF	62(24.2)	68(52.3)	0.029
前 7 d 内血培养阳性[n(%)]	65(25.4)	54(26.7)	0.749
干预前任何时间血培养阳性[n(%)]	142(55.5)	114(56.4)	0.850
胰腺及胰周坏死范围[n(%)]			
中央结肠旁沟+左结肠旁沟	56(21.9)	41(20.3)	0.204
中央结肠旁沟+右结肠旁沟	37(14.4)	42(20.8)	
中央结肠旁沟+双侧结肠旁沟	163(63.7)	119(58.9)	
干预时 C-反应蛋白(mg/L, $\bar{x}\pm s$)	246±63.6	251±72.6	0.433
干预时白细胞计数[×10 ⁹ /L]	18.2±5.6	19.0±6.8	0.168
干预时中性粒细胞百分比(%, $\bar{x}\pm s$)	85.1±6.3	86.3±7.1	0.056
降钙素原水平(ng/mL, $\bar{x}\pm s$)	4.58±3.15	5.16±3.25	0.054
干预时的营养支持[n(%)]			
单纯肠内营养	126(49.2)	105(52.0)	0.887
单纯肠外营养	31(12.1)	22(10.9)	
肠内联合肠外营养	45(17.6)	37(18.3)	
口服饮食	54(21.1)	38(18.8)	

注:1) 同一患者存在一种或一种以上伴随疾病

Note: 1) A patient may have one or more concomitant diseases

表 2 两组患者的终点事件比较[n (%)]

Table 2 Comparison of primary endpoints between the two groups [n(%)]

结局	微创阶梯式组(n=256)	直接开腹组(n=202)	RR(95% CI)	P
主要并发症或死亡	123(48.1)	126(62.4)	0.77(0.65~0.91)	0.003
死亡	43(16.8)	55(27.2)	0.62(0.43~0.88)	0.008

2.2 两组 SAP 患者的主要终点事件对比分析

在两组 INP 患者中，存在一类特殊亚组，即同时合并持续性 MOF 与感染性坏死的患者，根据基于决定因素的分类法（determinant-based classification，DBC），此类患者被定义为 SAP。该亚组患者病程危重，干预时已合并腹腔高压（intra-abdominal hypertension，IAH）及严重难治性感染，且因病情凶险导致干预时机常属非最佳选择。微创阶梯式组纳入 15 例（5.8%）SAP 患者，

直接开腹组纳入 43 例（21.3%）SAP 患者。临床结局显示，微创阶梯式组中 42 例（97.7%），直接开腹组 10 例（66.7%）发生主要终点事件，前者主要终点事件发生率明显低于后者（RR=0.68，95% CI=0.43~0.88，P=0.003）；单独分析死亡例数显示，微创阶梯式组 15 例中死亡 5 例（33.3%），直接开腹组 43 例中死亡 25 例（58.1%），虽然直接开腹组死亡率数值更高，但差异无统计学意义（RR=0.57，95% CI=0.25~1.1，P=0.136）（表 3）。

表 3 两组 SAP 患者的终点事件比较[n（%）]
Table 3 Primary endpoint events in SAP patients of the two groups [n(%)]

结局	微创阶梯式组(n=15)	直接开腹组(n=43)	RR(95% CI)	P
主要并发症或死亡	10(66.7)	42(97.7)	0.68(0.43~0.88)	0.003
死亡	5(33.3)	25(58.1)	0.57(0.25~1.1)	0.136

2.3 排除 SAP 患者后两组的对比结果

鉴于两组患者中 SAP 病例的分布存在显著差异，本研究在排除该亚组后进行了进一步对比分析。重新筛选后，微创阶梯式组剩余 241 例，直接开腹组剩余 159 例，两组基线特征达到均衡可比水平（均 P>0.05）（表 4）。结果显示，在排除 SAP 患者的亚组中，两组主要终点事件发生率差异无统计学意义，且各项主要并发症及死亡率的组间比较均无明显差异。值得注意的是，尽管直接开腹组的切口疝（RR=0.19，95% CI=0.10~0.34，P<0.001）和伤口感染（RR=0.20，95% CI=0.12~0.34，P<0.001）发生率明显高于阶梯式治疗组，但直接开腹手术策略可显著缩短患者首次干预后的住院时间[（36.5±10.4）d vs.（45.6±18.6）d，P<0.001]（表 5）。

2.4 微创阶梯式治疗与长期住院相关的因素

鉴于阶梯式治疗组患者住院时间较长，本研究进一步探索了与长期住院相关的潜在因素。首先，该组患者的住院时间分布呈现明显的双峰特征，两个峰值区间均与直接开腹组的平均住院时间（36.5 d）存在显著差距，且分别位于其两

侧（图 3）。据此，以 36.5 d 为界将阶梯式治疗组分为两个亚组：住院时间>36.5 d 者纳入长期住院亚组，其余为短期住院亚组。对比分析显示，与长期住院亚组相比，短期住院亚组患者的白细胞计数[（15.2±4.6）×10⁹/L vs.（19.3±5.6）×10⁹/L，P<0.001]、降钙素原水平[（0.8±0.4）ng/mL vs.（1.3±0.56）ng/mL，P<0.001]显著更低，感染症状出现时间更晚[（21.2±5.3）d vs.（15.6±2.8）d，P<0.001]，且 CT 显示均质积液发生率（86.44% vs. 45.53%，P<0.001）、气泡征发生率（89.83% vs. 65.04%，P<0.001）及胰周坏死集中于中部和左侧（27.12% vs. 16.26%，P=0.043）的比例更高（表 6）。进一步通过 Logistic 回归分析评估上述 6 项因素对长期住院的预测价值，结果显示：感染发生时间（OR=0.489，95% CI=0.358~0.668，P<0.001）、均质积液（OR=0.131，95% CI=0.069~0.247，P<0.001）、气泡征（OR=0.21，95% CI=0.104~0.425，P<0.001）及胰周坏死集中于中部和左侧（OR=0.522，95% CI=0.279~0.978，P=0.042）是与长期住院相关的独立预测因素（表 7）。

表 4 排除 SAP 患者后两组的基线特征

Table 4 Baseline characteristics of patients in the two groups excluding SAP patients

特征	微创阶梯式组(n=241)	直接开腹组(n=159)	P
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	51.3±18.6	48.3±17.2	0.105
男性[n(%)]	166(68.9)	123(77.4)	0.069
体质量指数(kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	26.7±7.8	28.1±8.3	0.089
胰腺炎病因[n(%)]			
高甘油三酯血症	153(63.5)	84(52.8)	0.071
胆道结石	52(21.6)	53(33.3)	
酒精	25(10.4)	16(10.1)	
其他	11(4.5)	6(3.8)	
伴随疾病 ¹⁾ [n(%)]			
心血管疾病	93(38.6)	73(45.9)	0.149
肺部疾病	30(12.5)	23(14.5)	0.652
慢性肾功能不全	19(7.9)	11(6.9)	0.847
糖尿病	109(45.2)	66(41.5)	0.473
ASA 分级[n(%)]			
I	26(10.8)	28(17.6)	0.119
II	60(24.9)	41(25.8)	
III	155(64.3)	90(56.6)	
APACHE II 评分($\bar{x} \pm s$)	13.5±4.6	14.2±5.3	0.162
SOFA 评分($\bar{x} \pm s$)	2.9±0.59	3.0±0.62	0.105
严重疾病[n(%)]			
全身炎症反应综合征	237(98.4)	159(100)	0.155
干预时入住 ICU	66(27.4)	41(25.8)	0.818
干预前任何时间入住 ICU	153(63.5)	99(62.3)	0.833
单器官衰竭	129(53.5)	91(57.2)	0.474
MOF	47(19.5)	28(17.6)	0.695
前 7 d 内血培养阳性[n(%)]	50(20.8)	26(16.4)	0.299
干预前任何时间血培养阳性[n(%)]	127(52.7)	71(44.7)	0.126
胰腺及胰周坏死范围[n(%)]			
中央结肠旁沟+左结肠旁沟	52(21.6)	29(18.3)	0.109
中央结肠旁沟+右结肠旁沟	35(14.5)	36(22.6)	
中央结肠旁沟+双侧结肠旁沟	154(63.9)	94(59.1)	
干预时 C-反应蛋白(mg/L, $\bar{x} \pm s$)	231±60.5	240±69.2	0.170
干预时白细胞计数[×10 ⁹ /L]	17.6±5.1	18.3±6.2	0.219
干预时中性粒细胞百分比(%, $\bar{x} \pm s$)	83.9±6.1	84.6±6.8	0.284
降钙素原水平(ng/mL, $\bar{x} \pm s$)	4.12±2.6	4.52±3.1	0.164
干预时的营养支持[n(%)]			
单纯肠内营养	120(49.8)	80(50.3)	0.956
单纯肠外营养	28(11.6)	16(10.1)	
肠内联合肠外营养	39(16.2)	25(15.7)	
口服饮食	54(22.4)	38(23.9)	
确诊感染性坏死组织[n(%)]	230(95.7)	143(92.1)	0.187

注:1) 同一患者存在一种或一种以上伴随疾病

Note: 1) A patient may have one or more concomitant diseases

表 5 排除 SAP 患者后两组的主要终点与次要终点
Table 5 Primary and secondary endpoints in the two groups excluding SAP patients

指标	微创阶梯式组(n=241)	直接开腹组(n=159)	RR(95% CI)	P
主要终点[n(%)]				
主要并发症或死亡	113(46.9)	84(52.8)	0.89(0.73~1.1)	0.262
次要终点[n(%)]				
死亡	38(15.8)	30(18.9)	0.84(0.54~1.29)	0.416
主要并发症				
新发 MOF 或多发性全身性并发症	36(14.9)	26(16.6)	—	0.676
需干预的腹腔内出血	49(20.3)	30(18.9)	—	0.798
需干预的肠皮瘘或肠穿孔	45(18.7)	26(16.4)	—	0.595
其他结局指标[n(%)]				
胰瘘	86(35.7)	50(31.5)	—	0.391
切口疝	12(5.0)	42(26.4)	0.19(0.10~0.34)	<0.001
新发糖尿病	26(10.8)	21(13.2)	—	0.526
伤口感染	15(6.2)	49(30.8)	0.20(0.12~0.34)	<0.001
胆道狭窄	17(7.1)	10(6.3)	—	0.841
消化酶的使用	19(7.9)	15(9.4)	—	0.588
医疗资源利用				
首次干预后新发 ICU 入住[n(%)]	82(34.0)	59(41.8)	—	0.593
首次干预后 ICU 住院时间(d, $\bar{x} \pm s$)	9.2±4.6	8.5±4.2	—	0.124
首次干预后住院时间(d, $\bar{x} \pm s$)	45.6±18.6	36.5±10.4	—	<0.001

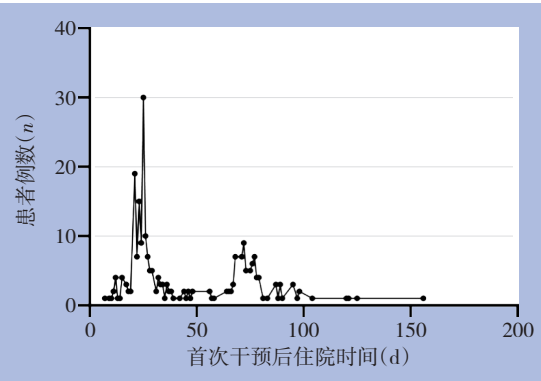


图 3 微创阶梯式组首次干预后的住院时间分布
Figure 3 Distribution of hospital stay after the first intervention in the step-up group

表 6 微创阶梯式组中首次干预后长期住院的潜在预测因素
Table 6 Potential predictors of prolonged hospital stay after the first intervention in the step-up group

因素	短期住院亚组	长期住院亚组	P
白细胞计数($\times 10^9/L, \bar{x} \pm s$)	15.2±4.6	19.3±5.6	<0.001
降钙素原水平(ng/mL, $\bar{x} \pm s$)	0.8±0.4	1.3±0.56	<0.001
感染发生时间(d, $\bar{x} \pm s$)	21.2±5.3	15.6±2.8	<0.001
均质积液发生率(%)	86.44	45.53	<0.001
气泡征发生率(%)	89.83	65.04	<0.001
中部及左侧积液/坏死(%)	27.12	16.26	0.043

表 7 微创阶梯式组首次干预后长期住院的预测因素 Logistic 回归分析

Table 7 Logistic regression analysis of predictors for prolonged hospital stay after the first intervention in the step-up group

因素	OR(95% CI)	P
白细胞计数	1.042	0.747
降钙素原水平	1.042	0.747
感染发生时间	0.489(0.358~0.668)	<0.001
均质积液	0.131(0.069~0.247)	<0.001
气泡征	0.21(0.104~0.425)	<0.001
中部及左侧积液/坏死	0.522(0.279~0.978)	0.042

2.5 微创阶梯式治疗策略对不同类型 INP 点的疗效

基于 CT 影像特征，本研究将伴均质积液及气泡征的胰周坏死定义为“湿性”坏死，其余归类为“干性”坏死（典型影像学见图 4）。据此标准，阶梯式治疗组纳入“湿性”坏死患者 136 例、“干性”坏死患者 105 例，直接开腹组则分别为 68 例和 91 例。

在“湿性”坏死亚组中，直接开腹手术的主要并发症或死亡发生率明显高于阶梯式治疗（50% vs. 29.4%，RR=0.59，95% CI=0.42~0.84，P=0.005），其差异主要归因于术后新发 MOF 或多发性全身性并发症发生率的升高（14.7% vs. 2.9%，RR=0.20，

95% $CI=0.07\sim0.58$, $P=0.046$)。此外,直接开腹组的切口疝发生率(17.65% *vs.* 4.41%, $RR=0.25$, 95% $CI=0.1\sim0.62$, $P=0.003$)、伤口感染发生率(27.9% *vs.* 5.2%, $RR=0.18$, 95% $CI=0.08\sim0.41$, $P<0.001$),以及首次干预后新发ICU入住率(32.4% *vs.* 17.7%, $RR=0.55$, 95% $CI=0.33\sim0.9$, $P=0.021$)、住院时间[(30.7 \pm 10.6) d *vs.* (25.3 \pm 8.9) d, $P<0.001$]均明显高于阶梯式治疗组(表8)。与之相反,“干性”坏死亚组中,阶梯式治疗的主要并发症或死亡发生率明显高于直接开腹组(69.5% *vs.* 55%, $RR=1.27$, 95% $CI=1.02\sim1.6$, $P=0.039$),且需

干预的术后腹腔出血发生率(34.3% *vs.* 20.9%, $RR=1.6$, 95% $CI=1.03\sim2.66$, $P=0.040$)、首次干预后新发ICU入住率(55.2% *vs.* 39.0%, $RR=1.36$, 95% $CI=1.01\sim1.85$, $P=0.046$)、ICU住院时间[(14.9 \pm 4.8) d *vs.* (10.9 \pm 3.7) d, $P<0.001$]及总住院时间[(71.9 \pm 25.3) d *vs.* (40.8 \pm 16.3) d, $P<0.001$]均明显增加。值得注意的是,直接开腹组的切口疝发生率(33.0% *vs.* 5.7%, $RR=0.17$, 95% $CI=0.08\sim0.38$, $P<0.001$)和伤口感染发生率(33.0% *vs.* 7.6%, $RR=0.23$, 95% $CI=0.11\sim0.47$, $P<0.001$)仍明显高于阶梯式治疗组(表9)。

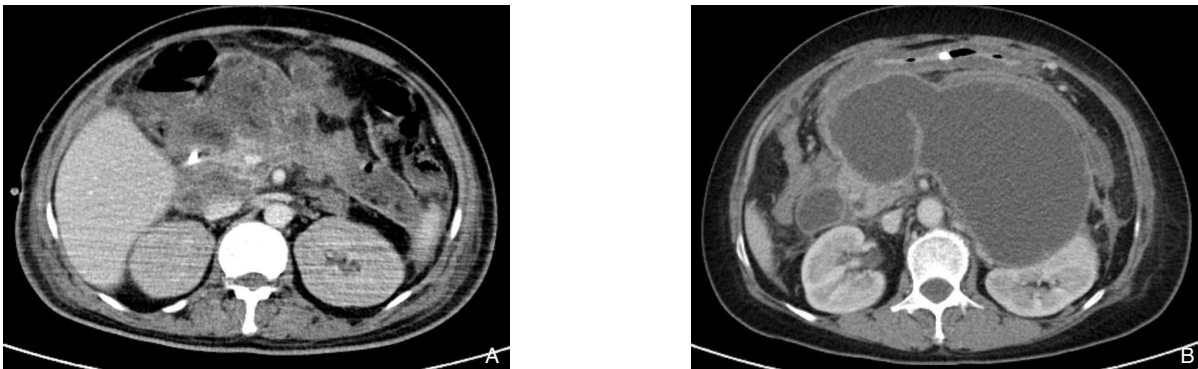


图4 不同类型INP A: “干性” INP; B: “湿性” INP
Figure 4 Different types of INP A: "Dry" necrosis; B: "Wet" necrosis

表8 排除SAP患者后两组“湿性”INP患者的主要终点与次要终点

Table 8 Primary and secondary endpoints of "wet" INP patients in the two groups excluding SAP patients

指标	微创阶梯式组($n=136$)	直接开腹组($n=68$)	$RR(95\% CI)$	P
主要终点[$n(\%)$]				
主要并发症或死亡	40(29.4)	34(50.0)	0.59(0.42~0.84)	0.005
次要终点[$n(\%)$]				
死亡	17(12.5)	12(17.7)	0.71(0.37~1.39)	0.395
主要并发症				
新发MOF或多发性全身性并发症	4(2.9)	10(14.7)	0.20(0.07~0.58)	0.046
需干预的腹腔内出血	13(9.6)	11(16.2)	0.60(0.29~1.24)	0.174
需干预的肠皮瘘或肠穿孔	12(8.8)	10(14.7)	0.60(0.28~1.30)	0.234
其他结局指标[$n(\%)$]				
胰瘘	44(32.4)	20(29.4)	1.10(0.72~1.73)	0.750
切口疝	6(4.41)	12(17.65)	0.25(0.10~0.62)	0.003
新发糖尿病	12(8.82)	8(11.76)	0.75(0.33~1.72)	0.618
伤口感染	7(5.2)	19(27.9)	0.18(0.08~0.41)	<0.001
胆道狭窄	8(5.9)	3(4.2)	1.39(0.42~4.75)	0.752
消化酶的使用	8(5.9)	5(7.4)	0.80(0.29~2.27)	0.763
医疗资源利用				
首次干预后新发ICU入住[$n(\%)$]	24(17.7)	22(32.4)	0.55(0.33~0.9)	0.021
首次干预后ICU住院时间(d, $\bar{x}\pm s$)	4.8 \pm 1.6	5.3 \pm 2.1	—	0.060
首次干预后住院时间(d, $\bar{x}\pm s$)	25.3 \pm 8.9	30.7 \pm 10.6	—	<0.001

表9 排除SAP患者后两组“干性”INP患者的主要终点与次要终点

Table 9 Primary and secondary endpoints of "dry" INP patients in the two groups excluding SAP patients

指标	微创阶梯式组(n=105)	直接开腹组(n=91)	RR(95% CI)	P
主要终点[n(%)]				
主要并发症或死亡	73(69.5)	50(55.0)	1.27(1.02~1.6)	0.039
次要终点[n(%)]				
死亡	21(20.0)	18(19.8)	1.01(0.58~1.77)	>0.999
主要并发症				
新发MOF或多发性全身性并发症	32(30.5)	16(17.6)	1.73(1.03~2.95)	0.385
需干预的腹腔内出血	36(34.3)	19(20.9)	1.6(1.03~2.66)	0.040
需干预的肠皮瘘或肠穿孔	33(31.4)	16(17.6)	1.79(1.07~3.04)	0.595
其他结局指标[n(%)]				
胰瘘	42(40.0)	30(33.0)	1.21(0.84~1.77)	0.373
切口疝	6(5.7)	30(33.0)	0.17(0.08~0.38)	<0.001
新发糖尿病	14(13.3)	13(14.3)	0.93(0.47~1.86)	>0.999
伤口感染	8(7.6)	30(33.0)	0.23(0.11~0.47)	<0.001
胆道狭窄	9(8.6)	7(7.7)	1.11(0.45~2.79)	>0.999
消化酶的使用	11(10.48)	10(10.99)	0.95(0.43~2.10)	>0.999
医疗资源利用				
首次干预后新发ICU入住[n(%)]	58(55.2)	37(39.0)	1.36(1.01~1.85)	0.046
首次干预后ICU住院时间(d, $\bar{x}\pm s$)	14.9 \pm 4.8	10.9 \pm 3.7	—	<0.001
首次干预后住院时间(d, $\bar{x}\pm s$)	71.9 \pm 25.3	40.8 \pm 16.3	—	<0.001

3 讨 论

本研究旨在探讨弥漫性分布的INP患者中直接开腹手术与微创阶梯式治疗的适宜选择。总体而言，对于广泛坏死的INP患者（尤其是SAP患者），微创阶梯式治疗在降低主要并发症发生率及死亡率方面较直接开腹组更具优势。进一步分析显示，微创阶梯式治疗对伴有均质积液及气泡征的INP患者优势更为显著；但对于无均质积液及气泡征的INP患者，微创阶梯式治疗可能导致其错失最佳干预时机，从而增加主要并发症发生率及死亡率，提示此类患者更适合选择直接开腹组。

自比较微创阶梯式治疗与开放坏死组织清除术的多中心随机对照试验（PANTER试验）发表以来，阶梯式策略已被视为INP患者的金标准治疗方案^[11-15]。然而，该试验未对研究对象进行分层，且微创阶梯式治疗的优势是否适用于感染性坏死分布不同的各类INP患者尚未明确。部分研究提示，对于某些具有特殊临床特征的INP患者，该策略可能并非最优选择。Harfouche等^[16]发现，43%接受逐步升级治疗的患者对微创干预无效，最终仍需接受手术治疗，且其并发症发生率和病死率显著高于初始即接受开腹手术的患者。此外，Minami

等^[17]的一项多中心回顾性队列研究也显示，采用逐步升级策略与开腹手术的患者在死亡率方面无显著差异。Cao等^[18]则报道，直接行腹腔镜辅助坏死清除术而不经前期引流，可在减少干预次数和缩短住院时间的同时实现良好的治疗效果，显示出对传统逐步升级策略的潜在替代价值。综上所述，阶梯式微创策略并非适用于所有INP患者，根据患者个体特征制定个体化治疗方案可能是更优选择。

本研究中，直接开腹组的主要并发症或死亡率高于微创阶梯式组，进一步分析可明确其切口并发症（含感染、裂开、切口疝）高发的核心诱因：在患者基础层面，多数并发症患者合并糖尿病（空腹血糖 ≥ 7.0 mmol/L）或低蛋白血症（血清白蛋白 < 30 g/L），且术前存在腹腔感染播散（CT示多发脓肿或降钙素原水平 > 2.0 ng/mL），这些因素共同削弱了组织修复能力与免疫功能；手术操作层面，开腹手术切口较长，且部分患者因胰周坏死组织粘连导致手术时间延长，增加了腹壁损伤与术野污染的风险；术后管理层面，早期采用传统纱布换药时渗液清除效率较低，而后期改用负压封闭引流（vacuum sealing drainage, VSD）技术后，并发症发生率显著降低，提示术后引流方案的优化

可有效降低相关风险。但这并不意味着直接开腹组不适用于所有广泛坏死/积液 INP 患者,因直接开腹组纳入的 SAP 患者更多,而此类患者无论采用何种干预策略,预后均较差。根据 DBC 分类, SAP 是 AP 中一种少见类型,约 20% 的患者将从局部受累进展为 SAP^[19-20]。SAP 早期的感染性急性坏死性积液可能增加 IAH 甚至腹腔间隔室综合征的发生风险,且此类患者常伴有持续性 MOF,对开放手术的耐受性较差^[21-22]。2019 年世界急诊外科学会指南^[23]建议,对于 SAP 患者,除非微创治疗无效,否则不建议直接行开放手术。本研究中,将 SAP 患者单独分入两组干预后发现,直接开腹组的主要并发症或死亡率显著更高;尽管因样本量较小,两组死亡率差异无统计学意义,但直接开腹组死亡率仍较高,这提示需谨慎对待 SAP 患者直接行开放手术的选择,后续需大样本研究进一步验证。上述结果与芬兰 Husu 等^[24]的回顾性研究结论一致,该研究指出,开放手术前器官功能衰竭未改善或恶化的患者,直接开腹手术与死亡率升高相关。因此,对于 SAP 患者,由于难以区分坏死组织与正常组织,早期开腹手术不仅无法有效清除坏死组织,还可能损伤周围组织器官,甚至发生灾难性并发症,而阶梯式微创干预在此情况下更具优势^[15,25-27]。

排除两组中的 AP 患者后,其余患者的主要终点事件发生率无显著差异(与日本一项多中心研究^[17]结果一致),但直接开腹组住院时间更短。较短的住院时间意味着患者恢复更快,且节省医疗资源,具有重要临床意义。开腹手术的优势在于清创高效,而阶梯式微创治疗清创效率较低且需反复操作,可能导致患者错失最佳手术时机,增加病情恶化风险,延长住院时间^[28-29]。这提示对于除 SAP 外的广泛坏死/积液 INP 患者,直接开腹组可能更具获益。进一步分析显示,微创阶梯式组中多数患者的住院时间集中在直接开腹组平均住院时间的两侧,且存在明显差距,提示微创阶梯式组可能包含两类具有不同特征的患者群体。其中部分患者因治疗失败(微创后 72 h 内感染未控制、坏死残留较多或新发器官衰竭)需中转开腹:对这些病例的分析显示,多数为“干性”坏死(CT 示不均质积液、无气泡征)合并 SAP 患者,多因素分析证实该组合是治疗失败的独立危险因素;且中转时机与预后显著相关,延迟中转(间隔

>2 周)患者的术后 ICU 住院时间显著长于及时中转者,提示需对高危患者早期评估中转必要性。

相关研究发现,长期住院与短期住院患者在 6 项特征上存在显著差异,这些特征可用于区分两类患者:白细胞计数及降钙素原水平较高提示感染更严重,此类患者可能因急需高效清创而更适合直接开腹组;感染发生时间较晚、坏死组织液化良好、CT 显示均质积液及气泡征(均提示坏死组织液化充分),预示微创阶梯式治疗成功率更高,故此类患者更倾向于选择微创阶梯式治疗;坏死/积液分布于胰腺中央周围及左结肠旁沟的患者,通常可通过阶梯式微创治疗获得较好的干预效果,因此也更适合微创阶梯式治疗^[30-35]。

此外,感染发生延迟、均质积液及气泡征提示坏死组织完全液化,可归类为“湿性”坏死^[14],理论上通过微创阶梯式治疗的引流即可清除脓液;而不均质积液提示存在固态或半固态坏死组织,可归类为“干性”坏死,对此类患者(尤其是大量坏死组织者),开放手术的高效清创是其快速恢复的关键^[14]。本研究结果支持上述理论:对于“湿性”坏死的 INP 患者,微创阶梯式组的主要并发症发生率或死亡率、首次干预后新发 ICU 入住率更低,住院时间更短,体现了该策略的安全性、有效性及恢复迅速性;而对于“干性”坏死的 INP 患者,直接开腹组则呈现上述优势。这一结果补充验证了 Hollemans 等^[36]提出的“坏死组织体积可预测微创阶梯式治疗成功率”的观点。上述因素主要来源于日常临床实践中的 CT 影像,易于获取,可作为风险分层指标,用于区分患者病情、预测不同干预策略的成功率,从而改善 INP 患者的预后^[37-38]。

基于上述发现,可针对性提出治疗策略改进方向:术前构建“病情严重程度(SAP/非 SAP)+坏死液化状态(湿性/干性)”双维度分层模型——“SAP 合并任意坏死类型”或“非 SAP 合并‘湿性’坏死”患者优先选择微创阶梯式治疗,“非 SAP 合并‘干性’坏死”患者可首选直接开腹手术,“‘干性’坏死合并 SAP”患者则采用“经皮穿刺引流控制感染→病情稳定后评估干预方式”的序贯方案;术中优先选择腹膜外入路(如左侧结肠旁沟入路)以减少切口污染,术前通过控制血糖(<8.0 mmol/L)、补充白蛋白(≥35 g/L)优化患者基础状态,术后对合并腹腔感染者延长 VSD 使用时

间 (≥ 7 d), 以降低切口并发症发生风险; 同时制定阶梯治疗失败预警指标 (微创后 48 h 体温 >38.5 $^{\circ}\text{C}$ 、降钙素原水平较基线升高 $>20\%$ 或 72 h CT 示坏死残留较多), 及时评估中转开腹时机, 避免延误最佳干预窗口。

本研究的主要局限性在于其回顾性研究设计, 另一个不足是未构建用于临床决策的全面临床预测模型, 这将是团队下一步的研究方向。综上, 在广泛坏死的 INP 患者中, SAP 这一特定人群可从微创阶梯式治疗中获益, 该策略可延迟高危清创操作, 降低主要并发症发生率甚至死亡率; 对于除 SAP 外的其余 INP 患者, 直接开腹组未增加主要并发症或死亡率, 且缩短了住院时间。此外, CT 显示均质积液及气泡征的“湿性”坏死 INP 患者可能更适合微创阶梯式治疗, 而“干性”坏死 INP 患者则可能更适合直接开腹组。

作者贡献声明: 李志强为文章主要撰写人, 完成主要临床数据收集和统计及文章初稿的写作; 瞿吉浩然、涂广平参与临床数据收集和统计; 陈浪参与临床资料的分析和图表制作; 余泉参与文章修改; 刘云飞负责统筹研究设计。

利益冲突: 所有作者均声明不存在利益冲突。

参考文献

- [1] Tenner S, Vege SS, Sheth SG, et al. American college of gastroenterology guidelines: management of acute pancreatitis[J]. *Am J Gastroenterol*, 2024, 119(3): 419–437. doi: 10.14309/ajg.0000000000002645.
- [2] Lv C, Zhang ZX, Ke L. Early prediction and prevention of infected pancreatic necrosis[J]. *World J Gastroenterol*, 2024, 30(9): 1005–1010. doi:10.3748/wjg.v30.i9.1005.
- [3] 申鼎成, 黄耿文. 感染性胰腺坏死的诊治进展[J]. *中国普通外科杂志*, 2021, 30(9): 1006–1011. doi: 10.7659/j. issn. 1005–6947.2021.09.002.
Shen DC, Huang GW. Advances in diagnosis and treatment of infected pancreatic necrosis[J]. *China Journal of General Surgery*, 2021, 30(9): 1006–1011. doi: 10.7659/j. issn. 1005–6947.2021.09.002.
- [4] Zeng Y, Zhang JW, Yang J. Endoscopic management of infected necrotizing pancreatitis: Advancing through standardization[J]. *World J Gastroenterol*, 2025, 31(20): 107451. doi:10.3748/wjg.v31.i20.107451.
- [5] Hollemans RA, Timmerhuis HC, Besselink MG, et al. Long-term follow-up study of necrotising pancreatitis: interventions, complications and quality of life[J]. *Gut*, 2024, 73(5): 787–796. doi: 10.1136/gutjnl-2023-329735.
- [6] Bang JY, Lakhtakia S, Thakkar S, et al. Upfront endoscopic necrosectomy or step-up endoscopic approach for infected necrotising pancreatitis (DESTIN): a single-blinded, multicentre, randomised trial[J]. *Lancet Gastroenterol Hepatol*, 2024, 9(1): 22–33. doi:10.1016/S2468-1253(23)00331-X.
- [7] 鲁天麒, 尚莅人, 别凡, 等. 感染性胰腺坏死的影像学分型及其治疗效果分析(附 126 例病例报告)[J]. *中华外科杂志*, 2023, 61(1): 33–40. doi:10.3760/cma.j.cn112139-20220513-00221.
Lu TQ, Shang LR, Bie F, et al. Imaging classification and analysis of the diagnosis and treatment of infected pancreatic necrosis: a report of 126 cases[J]. *Chinese Journal of Surgery*, 2023, 61(1): 33–40. doi:10.3760/cma.j.cn112139-20220513-00221.
- [8] Baron TH, DiMaio CJ, Wang AY, et al. American gastroenterological association clinical practice update: management of pancreatic necrosis[J]. *Gastroenterology*, 2020, 158(1): 67–75. doi:10.1053/j.gastro.2019.07.064.
- [9] Morelli L, Guadagni S, Palmeri M, et al. Minimally invasive surgery for the treatment of moderate to critical acute pancreatitis: a case-matched comparison with the traditional open approach over 10 years[J]. *Surg Laparosc Endosc Percutaneous Tech*, 2023, 33(2): 191–197. doi:10.1097/sle.0000000000001157.
- [10] Ishikawa K, Idoguchi K, Tanaka H, et al. Classification of acute pancreatitis based on retroperitoneal extension: application of the concept of interfascial planes[J]. *Eur J Radiol*, 2006, 60(3): 445–452. doi:10.1016/j.ejrad.2006.06.014.
- [11] Bai R, Sui YH, Lu TQ, et al. Effect of the step-jump approach in infected pancreatic necrosis: a propensity score-matched study[J]. *J Inflamm Res*, 2024, 17: 6005–6021. doi:10.2147/JIR.S461740.
- [12] van Santvoort HC, Besselink MG, Bakker OJ, et al. A step-up approach or open necrosectomy for necrotizing pancreatitis[J]. *N Engl J Med*, 2010, 362(16): 1491–1502. doi: 10.1056/NEJMoa0908821.
- [13] Li G, Li S, Cao L, et al. Nomogram development and validation for predicting minimally invasive step-up approach failure in infected necrotizing pancreatitis patients: a retrospective cohort study[J]. *Int J Surg*, 2023, 109(6): 1677–1687. doi: 10.1097/js9.0000000000000415.
- [14] Huang DY, Li Q, Lu ZP, et al. From "step-up" to "step-jump": a leap-forward intervention for infected necrotizing pancreatitis[J]. *Chin Med J (Engl)*, 2022, 135(3): 285–287. doi: 10.1097/cm9.0000000000001877.
- [15] 李冠群, 孙备. 重症急性胰腺炎治疗中的外科干预[J]. *中国普通*

- 外科杂志, 2024, 33(9): 1377-1384. doi: [10.7659/j.issn.1005-6947.2024.09.003](https://doi.org/10.7659/j.issn.1005-6947.2024.09.003).
- Li GQ, Sun B. Surgical intervention in the treatment of severe acute pancreatitis[J]. China Journal of General Surgery, 2024, 33(9): 1377-1384. doi:[10.7659/j.issn.1005-6947.2024.09.003](https://doi.org/10.7659/j.issn.1005-6947.2024.09.003).
- [16] Harfouche M, Clark J, Kim K, et al. Characteristics and outcomes of drainage versus surgery first in severe pancreatitis[J]. Am Surg, 2020, 86(9):1073-1077. doi:[10.1177/0003134820943118](https://doi.org/10.1177/0003134820943118).
- [17] Minami K, Horibe M, Sanui M, et al. The effect of an invasive strategy for treating pancreatic necrosis on mortality: a retrospective multicenter cohort study[J]. J Gastrointest Surg, 2020, 24(9):2037-2045. doi:[10.1007/s11605-019-04333-7](https://doi.org/10.1007/s11605-019-04333-7).
- [18] Cao F, Duan N, Gao CC, et al. One-step verse step-up laparoscopic-assisted necrosectomy for infected pancreatic necrosis[J]. Dig Surg, 2020, 37(3):211-219. doi:[10.1159/000501076](https://doi.org/10.1159/000501076).
- [19] Liu X, Zheng Y, Meng Z, et al. Gene regulation of neutrophils mediated liver and lung injury through NETosis in acute pancreatitis[J]. Inflammation, 2025, 48(1): 393-411. doi: [10.1007/s10753-024-02071-w](https://doi.org/10.1007/s10753-024-02071-w).
- [20] 蔡翊, 陈梅福, 成伟, 等. 外科升阶梯治疗重症急性胰腺炎合并胰周感染坏死的疗效:附34例报告[J]. 中国普通外科杂志, 2021, 30(9):1116-1120. doi:[10.7659/j.issn.1005-6947.2021.09.015](https://doi.org/10.7659/j.issn.1005-6947.2021.09.015).
- Cai Y, Chen MF, Cheng W, et al. Surgical step-up therapy for severe acute pancreatitis with infected peripancreatic necrosis: a report of 35 cases[J]. China Journal of General Surgery, 2021, 30(9):1116-1120. doi:[10.7659/j.issn.1005-6947.2021.09.015](https://doi.org/10.7659/j.issn.1005-6947.2021.09.015).
- [21] Zheng Z, Lu J, Cao F, et al. "One-step" approach versus "Step-up" approach minimally invasive treatment for infected pancreatic necrosis: a study protocol for a single-center, prospective, randomized controlled trial[J]. BMC Gastroenterol, 2022, 22(1):41. doi:[10.1186/s12876-022-02116-0](https://doi.org/10.1186/s12876-022-02116-0).
- [22] 童智慧, 李维勤, 黎介寿. 重症急性胰腺炎胰腺坏死组织感染开放手术要点[J]. 中国实用外科杂志, 2023, 43(3):340-343. doi: [10.19538/j.cjps.issn1005-2208.2023.03.19](https://doi.org/10.19538/j.cjps.issn1005-2208.2023.03.19).
- Tong ZH, Li WQ, Li JS. Key points of open surgery for infected pancreatic necrosis in severe acute pancreatitis[J]. Chinese Journal of Practical Surgery, 2023, 43(3): 340-343. doi: [10.19538/j.cjps.issn1005-2208.2023.03.19](https://doi.org/10.19538/j.cjps.issn1005-2208.2023.03.19).
- [23] Leppäniemi A, Tolonen M, Tarasconi A, et al. 2019 WSES guidelines for the management of severe acute pancreatitis[J]. World J Emerg Surg, 2019, 14: 27. doi: [10.1186/s13017-019-0247-0](https://doi.org/10.1186/s13017-019-0247-0).
- [24] Husu HL, Kuronen JA, Leppäniemi AK, et al. Open necrosectomy in acute pancreatitis-obsolete or still useful? [J]. World J Emerg Surg, 2020, 15(1):21. doi:[10.1186/s13017-020-00300-9](https://doi.org/10.1186/s13017-020-00300-9).
- [25] Ricci C, Pagano N, Ingaldi C, et al. Treatment for infected pancreatic necrosis should be delayed, possibly avoiding an open surgical approach: a systematic review and network meta-analysis[J]. Ann Surg, 2021, 273(2): 251-257. doi: [10.1097/SLA.0000000000003767](https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000003767).
- [26] Amano H, Takada T, Isaji S, et al. Therapeutic intervention and surgery of acute pancreatitis[J]. J Hepatobiliary Pancreat Sci, 2010, 17(1):53-59. doi:[10.1007/s00534-009-0211-6](https://doi.org/10.1007/s00534-009-0211-6).
- [27] 王刚, 徐德全, 周昊昕. 升阶梯时代对重症急性胰腺炎外科干预的再认识[J]. 中国实用外科杂志, 2024, 44(5): 516-520. doi: [10.19538/j.cjps.issn1005-2208.2024.05.06](https://doi.org/10.19538/j.cjps.issn1005-2208.2024.05.06).
- Wang G, Xu DQ, Zhou HX. Further understanding of surgical intervention for severe acute pancreatitis in the era of step-up approach[J]. Chinese Journal of Practical Surgery, 2024, 44(5):516-520. doi:[10.19538/j.cjps.issn1005-2208.2024.05.06](https://doi.org/10.19538/j.cjps.issn1005-2208.2024.05.06).
- [28] 高堃, 童智慧, 李维勤. 新的治疗模式下胰腺坏死组织感染开腹手术指征和时机的思考[J]. 中国普通外科杂志, 2021, 30(9): 1012-1016. doi:[10.7659/j.issn.1005-6947.2021.09.003](https://doi.org/10.7659/j.issn.1005-6947.2021.09.003).
- Gao K, Tong ZH, Li WQ. Consideration about the indications and timing of open necrosectomy in infected pancreatic necrosis under new treatment concept[J]. China Journal of General Surgery, 2021, 30(9):1012-1016. doi:[10.7659/j.issn.1005-6947.2021.09.003](https://doi.org/10.7659/j.issn.1005-6947.2021.09.003).
- [29] 隋宇航, 孙备. 感染性胰腺坏死分型的初探与外科干预策略的再思考[J]. 中华外科杂志, 2021, 59(7):601-607. doi:[10.3760/cma.j.cn112139-20210127-00054](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn112139-20210127-00054).
- Sui YH, Sun B. Rethinking on the classification of infected pancreatic necrosis and its surgical intervention strategy[J]. Chinese Journal of Surgery, 2021, 59(7):601-607. doi:[10.3760/cma.j.cn112139-20210127-00054](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn112139-20210127-00054).
- [30] Zerem E, Kurtcehajic A, Kunosić S, et al. Current trends in acute pancreatitis: diagnostic and therapeutic challenges[J]. World J Gastroenterol, 2023, 29(18): 2747-2763. doi: [10.3748/wjg.v29.i18.2747](https://doi.org/10.3748/wjg.v29.i18.2747).
- [31] Hollemans RA, Bakker OJ, Boermeester MA, et al. Superiority of step-up approach vs open necrosectomy in long-term follow-up of patients with necrotizing pancreatitis[J]. Gastroenterology, 2019, 156(4):1016-1026. doi:[10.1053/j.gastro.2018.10.045](https://doi.org/10.1053/j.gastro.2018.10.045).
- [32] van Grinsven J, van Dijk SM, Dijkgraaf MG, et al. Postponed or immediate drainage of infected necrotizing pancreatitis (POINTER trial): study protocol for a randomized controlled trial[J]. Trials, 2019, 20(1):239. doi:[10.1186/s13063-019-3315-6](https://doi.org/10.1186/s13063-019-3315-6).
- [33] Ke L, Li G, Mao W, et al. Early versus delayed catheter drainage for patients with necrotizing pancreatitis and early persistent organ failure (TIMING): a multicenter randomized controlled trial[J]. Intensive Care Med, 2025, 51(8):1431-1441. doi:[10.1007/s00134-025-08020-x](https://doi.org/10.1007/s00134-025-08020-x).
- [34] Van Veldhuisen CL, Sissingh NJ, Boxhoorn L, et al. Long-term

- outcome of immediate versus postponed intervention in patients with infected necrotizing pancreatitis (POINTER): multicenter randomized trial[J]. *Ann Surg*, 2024, 279(4):671–678. doi:10.1097/SLA.0000000000006001.
- [35] Tian F, Li H, Wang L, et al. The diagnostic value of serum C-reactive protein, procalcitonin, interleukin-6 and lactate dehydrogenase in patients with severe acute pancreatitis[J]. *Clin Chim Acta*, 2020, 510:665–670. doi:10.1016/j.cca.2020.08.029.
- [36] Hollemans RA, Bollen TL, van Brunschot S, et al. Predicting success of catheter drainage in infected necrotizing pancreatitis[J]. *Ann Surg*, 2016, 263(4): 787–792. doi: 10.1097/SLA.0000000000001203.
- [37] Bu M, Zhang Y, Xie X, et al. Influencing factor analysis and clinical efficacy of early intervention in severe acute pancreatitis with persistent organ failure[J]. *Sci Rep*, 2025, 15(1):16230. doi:10.1038/s41598-025-98532-9.
- [38] Liu N, Wan YD, Tong YF, et al. A clinic-radiomics model for predicting the incidence of persistent organ failure in patients with acute necrotizing pancreatitis[J]. *Gastroenterol Res Pract*, 2023, 2023:2831024. doi:10.1155/2023/2831024.
- (本文编辑 熊杨)
- 本文引用格式:**李志强, 瞿吉浩然, 涂广平, 等. 弥漫性分布感染性坏死性胰腺炎的个体化干预策略:微创阶梯式与直接开腹手术的疗效比较[J]. 中国普通外科杂志, 2025, 34(9):1909–1922. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.250388
- Cite this article as:** Li ZQ, Qu JHR, Tu GP, et al. Individualized intervention strategies for diffuse infected necrotizing pancreatitis: a comparative study of minimally invasive step-up and direct open surgery[J]. *Chin J Gen Surg*, 2025, 34(9):1909–1922. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.250388

本刊对来稿中统计学处理的有关要求

1. 统计研究设计: 应交代统计研究设计的名称和主要做法。如调查设计 (分为前瞻性、回顾性或横断面调查研究); 实验设计 (应交代具体的设计类型, 如自身配对设计、成组设计、交叉设计、正交设计等); 临床试验设计 (应交代属于第几期临床试验, 采用了何种盲法措施等)。主要做法应围绕四个基本原则 (随机、对照、重复、均衡) 概要说明, 尤其要交代如何控制重要非试验因素的干扰和影响。

2. 资料的表达与描述: 用 $\bar{x} \pm s$ 表达近似服从正态分布的定量资料, 用 $M (IQR)$ 表达呈偏态分布的定量资料; 用统计表时, 要合理安排纵横标目, 并将数据的含义表达清楚; 用统计图时, 所用统计图的类型应与资料性质相匹配, 并使数轴上刻度值的标法符合数学原则; 用相对数时, 分母不宜小于 20, 要注意区分百分率与百分比。

3. 统计分析方法的选择: 对于定量资料, 应根据所采用的设计类型、资料所具备的条件和分析目的, 选用合适的统计分析方法, 不应盲目套用 t 检验和单因素方差分析; 对于定性资料, 应根据所采用的设计类型、定性变量的性质和频数所具备条件以分析目的, 选用合适的统计分析方法, 不应盲目套用 χ^2 检验。对于回归分析, 应结合专业知识和散布图, 选用合适的回归类型, 不应盲目套用简单直线回归分析, 对具有重复实验数据的回归分析资料, 不应简单化处理; 对于多因素、多指标资料, 要在一元分析的基础上, 尽可能运用多元统计分析方法, 以便对因素之间的交互作用和多指标之间的内在联系进行全面、合理地解释和评价。

4. 统计结果的解释和表达: 当 $P < 0.05$ (或 $P < 0.01$) 时, 应说明对比组之间的差异有统计学意义, 而不应说对比组之间具有显著性 (或非常显著性) 的差别; 应写明所用统计分析方法的具体名称 (如: 成组设计资料的 t 检验、两因素析因设计资料的方差分析、多个均数之间两两比较的 q 检验等), 统计量的具体值 (如 $t=3.45$, $\chi^2=4.68$, $F=6.79$ 等) 应尽可能给出具体的 P 值 (如 $P=0.0238$); 当涉及总体参数 (如总体均数、总体率等) 时, 在给出显著性检验结果的同时, 再给出 95% 置信区间。

中国普通外科杂志编辑部