

C 反应蛋白/白蛋白比值对胰十二指肠切除术后并发症预测价值的探讨



程一峰, 韩煦, 陈启龙, 程坤, 林海

新疆医科大学第一附属医院胰腺外科(乌鲁木齐 830011)

【摘要】 目的 探讨 C 反应蛋白/白蛋白比值(C-reactive protein/albumin ratio, CAR)对胰十二指肠切除术(pancreaticoduodenectomy, PD)后并发症的预测价值。方法 回顾性收集 2015–2018 年期间于新疆医科大学第一附属医院胰腺外科行 PD 的 134 例患者的临床资料,探索 CAR 对于 PD 术后胰瘘(postoperative pancreatic fistula, POPF)和腹腔感染的预测价值。结果 134 例患者中,术后发生并发症 84 例,其中 POPF 38 例,腹腔感染 32 例,胆汁漏 5 例,胃排空延迟(delayed gastric emptying, DGE)63 例,术后出血(post pancreatectomy hemorrhage, PPH)13 例,切口感染 8 例,乳糜漏 1 例。并发症组和无并发症组患者的性别、年龄、BMI、美国麻醉医师协会(ASA)分级、肿瘤性质、肿瘤直径、手术时间、术中出血量、糖尿病史、饮酒史、吸烟史和黄疸史比较差异均无统计学意义($P>0.05$),但并发症组的住院时间长于无并发症组($P<0.05$)。POPF 者和腹腔感染者术后 1、3 及 5 d 的 CAR 值均相应高于非 POPF 者(除外术后 1 d)和非腹腔感染者($P<0.05$)。术后第 3 天的 CAR 预测 POPF 的灵敏度为 79.95%,特异度为 86.46%;预测腹腔感染的灵敏度为 75.00%,特异度为 81.37%,结果优于单纯使用降钙素原(PCT),但与 C 反应蛋白(CRP)+PCT 和 CRP 接近。结论 术后 CAR 可以较好地预测 PD 后 POPF 和腹腔感染的发生,且效果优于单纯使用 PCT。

【关键词】 胰十二指肠切除术; 术后并发症; 预测价值; C 反应蛋白; 白蛋白

Predictive value of C-reactive protein/albumin ratio for complications after pancreaticoduodenectomy

CHENG Yifeng, HAN Xu, CHEN Qilong, CHENG Kun, LIN Hai

Department of Pancreatic Surgery, The First Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University, Urumqi 830011, P. R. China

Corresponding author: LIN Hai, Email: 13639966260@163.com

【Abstract】 Objective To evaluate the predictive value of C-reactive protein/albumin ratio (CAR) for postoperative complications of pancreaticoduodenectomy (PD). **Methods** The clinical data of 134 patients with pancreaticoduodenectomy (PD) in the Department of Pancreatic Surgery of The First Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University from 2015 to 2018 were retrospectively collected, including general conditions and postoperative complications. The predictive value of CAR was calculated. **Results** Of the 134 patients, 38 patients suffered from postoperative pancreatic fistula (POPF), 32 patients suffered from abdominal infection, 5 patients suffered from biliary fistula, 63 patients suffered from delayed gastric emptying (DGE), 13 patients suffered from post pancreatectomy hemorrhage (PPH), 8 patients suffered from wound infection, and 1 patient suffered from chyle leakage. There was no significant difference in general conditions such as gender, age, BMI, American Society of Anesthesiologists (ASA) score, tumor nature, tumor diameter, operative time, intraoperative blood loss, diabetes history, jaundice history, and drinking history ($P>0.05$), but the hospital stay in the complication group was longer than that of the non-complication group ($P<0.05$). The value of CAR in the pancreatic fistula and abdominal infection group were significantly higher than those in the non-complication group at 1 d, 3 d and 5 d (exclude 1 day after surgery on POPF), the difference was statistically significant ($P<0.05$). On the 3rd day after surgery, the sensitivity of CAR predicting POPF was 79.95%, the specificity was 86.46%; the sensitivity of predicting abdominal infection was 75.00%, the specificity was 81.37%, and

DOI: 10.7507/1007-9424.201905110

基金项目: 新疆维吾尔自治区自然科学基金(项目编号: 2015211C054)

通信作者: 林海, Email: 13639966260@163.com

the result was better than using procalcitonin (PCT) alone, but similar with C-reactive protein (CRP) alone or CRP+PCT.

Conclusion Postoperative CAR can better predict POPF and abdominal infection after PD, and the effect is better than PCT alone.

【Keywords】 pancreaticoduodenectomy; postoperative complication; predictive value; C-reactive protein; albumin

随着检查技术及全民健康意识的不断提高,胰头及壶腹部占位性病变的检出率逐渐升高。目前,胰十二指肠切除术(pancreaticoduodenectomy, PD)仍是胰头肿瘤、壶腹部肿瘤、十二指肠肿瘤以及胆总管远端肿瘤的标准术式,随着近年来手术水平的不断提高,其术后并发症的发生率及围手术期死亡率逐渐降低,但术后并发症发生率仍高达20%~60%^[1]。PD后的并发症主要包括了术后胰瘘(postoperative pancreatic fistula, POPF)、术后出血(post pancreatotomy hemorrhage, PPH)、腹腔感染、胆汁漏、乳糜瘘、胃排空延迟(delayed gastric emptying, DGE)等,对患者术后康复过程及预后造成严重不良影响,严重者可危及患者生命。早期预测患者并发症的发生并给予早期干预对于改善患者的术后康复过程至关重要。目前,已有研究^[2-4]提出了多种预测因子以早期预测术后并发症的发生,如C反应蛋白(C-reactive protein, CRP)、降钙素原(procalcitonin, PCT)等。C反应蛋白/白蛋白比值(C-reactive protein/albumin ratio, CAR)早期仅作为创伤后的预警指标被提出,随着近年来研究的不断进展,有研究^[5]表明,CAR可以早期预测结肠癌术后并发症的发生,且预测价值优于单纯使用CRP,但目前关于CAR早期预测PD后并发症的价值进行了探讨,以期临床工作提供更多选择。

1 资料和方法

1.1 临床资料

纳入标准:住院患者资料完整,手术方式为标准Whipple术式,年龄>18岁,实验室检查数据完整。排除标准:术前及术中合并感染(如肺部炎症或持续胆管梗阻引起的胆管炎),年龄≤18岁,急诊手术,合并风湿、自身免疫性疾病或肝硬变,术前2d内静脉输注白蛋白(albumin, Alb),实验室资料记录不全。笔者回顾性收集了2015-2018年期间在新疆医科大学第一附属医院胰腺外科行PD的患者的病例资料,经纳入排除标准筛选后,共134例患者纳入研究。

134例患者中,男76例,女58例;年龄19~82岁,平均57岁。术后病理学检查提示:胆

管疾病中恶性肿瘤7例,腺瘤3例;胰腺疾病中浆液性囊腺瘤8例,黏液性囊腺瘤1例,黏液性囊腺癌1例,神经内分泌肿瘤11例,神经内分泌癌1例,乳头状黏液瘤2例,腺癌64例,鳞癌3例,实性假乳头状瘤7例,胰腺炎症疾病11例;十二指肠疾病中腺癌11例,印戒细胞癌3例,腺瘤1例。

1.2 数据收集

收集患者的一般情况、手术相关情况及实验室检查数据。其中,一般情况包括性别、年龄、糖尿病史、黄疸史、饮酒史、吸烟史、美国麻醉医师协会(ASA)分级及BMI;手术相关情况包括手术时间、术中出血量、住院时间、术后病理、肿瘤位置及肿瘤直径;实验室检查数据包括术后1、3及5d的白蛋白Alb、CRP和PCT值,并计算CAR值。 $CAR = CRP (mg/L) / Alb (g/L)$ 。

1.3 诊断标准

POPF的诊断依据国际胰腺病研究小组(International Study Group on Pancreatic Surgery, ISGPS)^[6]的定义:术后≥3d的腹腔引流液淀粉酶含量高于血清淀粉酶正常值的3倍以上,有或没有其他临床症状。腹腔感染、PPH、胆汁漏、DGE及乳糜瘘的诊断均依照2017年国内专家共识^[7]的定义。腹腔感染诊断标准为:手术3d后患者出现寒战、高热等感染性症状,实验室检查示白细胞计数升高,通过腹腔穿刺引流液细菌培养确定诊断。PPH的诊断标准为:术后腹腔引流或胃肠减压管出现血性液,或出现呕血、便血等症状,有或没有血红蛋白的降低及生命体征的变化。胆汁漏的诊断标准为引流管引流液可见胆汁流出。DGE的诊断标准为:术后留置胃管的时间>3d,拔除胃肠减压后因呕吐等症状再次放置胃肠减压管,术后7d仍不能进食固体食物。乳糜瘘的诊断标准为:术后腹腔引流液或手术切口可见乳糜样液体,且甘油三酯>1.2 μg/L。切口感染的诊断标准为:术后切口可见分泌物并长期不愈合,通过分泌物培养确定诊断。

1.4 统计学方法

采用SPSS 22.0软件对数据进行统计分析,采用均数±标准差($\bar{x} \pm s$)描述正态分布定量资料的集中趋势和离散程度,统计方法采用独立样本t检验比较组间差异;采用中位数和四分位数描述非正

态分布定量资料的集中趋势和离散程度, 采用 Mann-Whitney *U* 检验比较组间差异。采用频数和构成比描述定性资料的分布情况, 采用成组 χ^2 检验比较组间差异。采用受试者工作特征曲线 (ROC) 确定各指标预测并发症的截断值, 并计算各指标预测效果的灵敏度和特异度。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 并发症组和无并发症组患者的临床资料比较

本组患者有 84 例术后发生并发症 (表 1): POPF 38 例, 腹腔感染 32 例, 胆汁漏 5 例, DGE 63 例, PPH 13 例, 切口感染 8 例, 乳糜瘘 1 例。并发

表 1 并发症组和无并发症组患者的临床资料比较

临床资料	无并发症组 (n=50)	并发症组 (n=84)	Z/ χ^2 值	P 值
性别 [例 (%)]				
男	32 (64.0)	44 (52.4)	1.724	0.189
女	18 (36.0)	40 (47.6)		
年龄 ($\bar{x}\pm s$, 岁)	57 \pm 14	56 \pm 14	0.415	0.679
BMI ($\bar{x}\pm s$, kg/m ²)	22.98 \pm 3.55	23.11 \pm 3.56	-0.207	0.836
ASA 分级 [例 (%)]				
I	1 (2.0)	6 (7.1)		
II	42 (84.0)	63 (75.0)	-0.064	0.949
III	7 (14.0)	14 (16.7)		
IV	0 (0)	1 (1.2)		
肿瘤性质 [例 (%)]				
良性	3 (6.0)	8 (9.5)	0.155	0.694
恶性	47 (94.0)	76 (90.5)		
肿瘤直径 ($\bar{x}\pm s$, cm)	3.21 \pm 1.53	3.26 \pm 1.82	-0.180	0.857
手术时间 ($\bar{x}\pm s$, h)	10.2 \pm 1.84	10.15 \pm 2.08	0.146	0.884
术中出血量 [<i>M</i> (<i>P</i> ₂₅ , <i>P</i> ₇₅), mL]	350 (225, 500)	300 (200, 500)	0.307	0.760
住院时间 ($\bar{x}\pm s$, d)	29 \pm 9	38 \pm 15	-4.492	<0.001
糖尿病史 [例 (%)]				
无	37 (74.0)	67 (79.8)	0.599	0.439
有	13 (26.0)	17 (20.2)		
吸烟史 [例 (%)]				
无	37 (74.0)	64 (76.2)	0.081	0.776
有	13 (26.0)	20 (23.8)		
饮酒史 [例 (%)]				
无	44 (88.0)	74 (88.1)	<0.001	0.987
有	6 (12.0)	10 (11.9)		
黄疸史 [例 (%)]				
无	28 (56.0)	45 (53.6)	0.075	0.785
有	22 (44.0)	39 (46.4)		

症组和无并发症组患者的性别、年龄、BMI、ASA 分级、肿瘤性质、肿瘤直径、手术时间、术中出血量、糖尿病史、饮酒史、吸烟史和黄疸史比较差异均无统计学意义 ($P>0.05$), 但并发症组的住院时间长于无并发症组 ($P<0.05$), 具体见表 1。

2.2 并发症组和无并发症组患者的 CRP、CAR 和 PCT 值比较

2 组患者术后第 3 天的 CRP 水平比较差异有统计学意义 ($P<0.05$), 并发症组较高, 而术后第 1 天和第 5 天的 CRP 值比较差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。2 组患者术后第 1、3 及 5 天的 CAR 值比较差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。此外, 2 组患者术后第 3 天和第 5 天的 PCT 值比较差异均有统计学意义 ($P<0.05$), 并发症组均较高, 但 2 组术后第 1 天的 PCT 值比较差异无统计学意义 ($P>0.05$)。具体结果见表 2。

POPF 组较无 POPF 组其术后第 3 和第 5 天的 CAR 值升高, 差异有统计学意义 ($P<0.05$)。腹腔感染组患者术后的 CAR 值明显升高, 术后第 1、3、5 天的 CAR 值均高于无腹腔感染组, 差异有统计学意义 ($P<0.05$)。结果见表 3 和表 4。

2.3 各炎性指标对 PD 后并发症的预测价值

本研究结果显示, 术后第 3 天的 CAR 值对 PD

表 2 并发症组和无并发症组患者术后第 1、3 及 5 天的 CRP、CAR 和 PCT 值比较 [*M*(*P*₂₅, *P*₇₅)]

指标	n	术后第 1 天	术后第 3 天	术后第 5 天
CRP (mg/L)				
无并发症组	50	29.53 (18.6, 55.5)	98.03 (85.9, 148.8)	89.35 (63.8, 134)
并发症组	84	27.53 (17.3, 65.7)	131.95 (86.1, 221.1)	95.40 (63.8, 151.8)
Z 值		-0.159	-2.317	-0.865
P 值		0.874	0.021	0.387
CAR				
无并发症组	50	1.06 (0.6, 2.1)	3.38 (2.8, 4.9)	2.68 (2.0, 4.4)
并发症组	84	0.92 (0.6, 2.3)	4.37 (2.8, 7.4)	2.88 (2.1, 4.6)
Z 值		-0.386	-1.932	-0.591
P 值		0.699	0.053	0.554
PCT (ng/mL)				
无并发症组	50	0.47 (0.27, 0.86)	0.59 (0.42, 0.77)	0.28 (0.21, 0.38)
并发症组	84	0.61 (0.38, 1.05)	0.77 (0.42, 1.35)	0.39 (0.27, 0.99)
Z 值		-1.426	-2.211	-3.107
P 值		0.154	0.027	0.002

后感染性并发症有较好的预测价值。术后第 3 天的 CAR 用于预测 POPF 的临界值为 5.57, 灵敏度为 79.95%, 特异度为 86.46%, 曲线下面积为 0.873, 效果较优; CAR 用于预测腹腔感染的临界值为 5.57, 灵敏度为 75.00%, 特异度为 81.37%, 曲线下面积为 0.821, 效果也较优。对于 POPF 和腹腔感染, CAR、CRP+PCT 和 CRP 的效果都优于单纯 PCT,

且前三者的效果相近, 见表 5 和图 1。

3 讨论

PD 后常见的早期并发症包括 POPF、PPH、腹腔感染、胆汁漏、DGE 等, 其中 POPF、腹腔感染和 PPH 被称为 PD 后的死亡三联征^[8]。PD 后的并发症不仅会延长患者的住院时间, 增加患者的住院费用, 加重患者痛苦, 也会影响患者的预后, 严重者可导致脓毒血症, 进而引起全身炎症反应、器官功能衰竭甚至死亡。

如何早期预测 PD 后并发症的发生已经成为目前研究的热点。CRP 是机体受到炎症刺激时合成的一种急性相蛋白。目前研究^[9-11]证明, CRP 可以预测术后并发症的发生, 并且有研究^[12]提出, 对于腹部手术后第 3 天 CRP 低于 159 mg/L 的患者, 往往提示无感染性并发症的发生; 但也有学者^[13]认为, CRP 作为一种预测指标, 由于其特异性较差故而有一定的局限性。Alb 是人血浆中含量最丰富的蛋白质, 目前主要应用在反映患者的营养状况及评估患者的预后。Hübner 等^[14]的研究认为, Alb 可以作为预测手术并发症的指标, 且术后 Alb 降低相对于术前 Alb 低更有预测价值。PCT 是一种敏感的感染性指标, 目前已经成为监测感染的常规指标, 且既往研究^[15-16]已经证明了 PCT 对于术后并发症的

表 3 POPF 组与无 POPF 组术后第 1、3 及 5 天的 CAR 值比较 [M(P₂₅, P₇₅)]

组别	n	术后第 1 天	术后第 3 天	术后第 5 天
无 POPF 组	96	0.95 (0.6, 2.1)	3.25 (2.7, 4.5)	2.32 (1.8, 3.8)
POPF 组	38	1.01 (0.6, 6.8)	6.86 (5.8, 9.0)	4.37 (2.9, 5.8)
Z 值		-0.879	-6.311	-4.700
P 值		0.380	<0.001	<0.001

表 4 腹腔感染组与无腹腔感染组术后第 1、3 及 5 天的 CAR 值比较 [M(P₂₅, P₇₅)]

组别	n	术后第 1 天	术后第 3 天	术后第 5 天
无腹腔感染组	102	0.91 (0.6, 1.7)	3.37 (2.7, 5.1)	2.45 (2.0, 3.8)
腹腔感染组	32	1.86 (0.8, 7.2)	6.82 (5.3, 8.9)	4.45 (2.7, 6.4)
Z 值		-3.223	-5.373	-3.327
P 值		0.001	<0.001	0.001

表 5 各炎性指标对 POPF 和腹腔感染的预测价值

指标	时间 (d)	预测 POPF				预测腹腔感染			
		截断值	AUC 值 (95% CI)	P 值	灵敏度 (%) 特异度 (%)	截断值	AUC 值 (95% CI)	P 值	灵敏度 (%) 特异度 (%)
CAR	3	5.57	0.873 (0.806, 0.941)	<0.001	79.95 86.46	5.57	0.821 (0.737, 0.904)	<0.001	75.00 81.37
PCT (ng/mL)	3	1.15	0.562 (0.450, 0.674)	0.261	36.84 80.21	0.86	0.656 (0.533, 0.779)	0.014	62.50 72.55
CRP+PCT	3	-	0.877 (0.810, 0.943)	<0.001	78.95 85.42	-	0.829 (0.749, 0.908)	<0.001	75.00 84.31
CRP (mg/L)	3	167	0.850 (0.773, 0.928)	<0.001	78.95 85.42	167	0.815 (0.731, 0.899)	<0.001	75.00 80.39

-: 以预测模型构建, 故无具体截断值

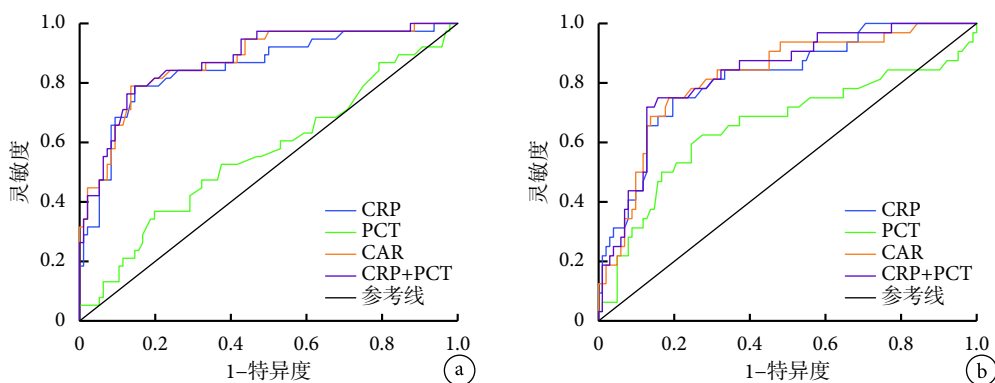


图 1 示术后第 3 天各指标预测 POPF (a) 和腹腔感染 (b) 的 ROC 曲线

预测价值。CAR 最早被提出时, 仅作为一种急诊患者的预警指标, 有研究^[17]结果表明, CAR 升高提示急诊患者的不良预后, 且其对慢性疾病急性加重患者的预测价值更高。由于 CAR 的值反映了患者炎症变化及营养状况, 故有学者^[18]探究了其对术后并发症的预测价值。Haruki 等^[19]研究认为, CAR 升高能够有效预测术后感染的发生, 并且是术后腹腔感染的独立危险因素。徐杨等^[20]研究证实, CAR 升高对食管癌术后并发症有较好的预测价值。

在胰腺疾病领域, 由于胰腺手术后并发症互为因果且相互影响, 故目前关于 PD 后并发症的预测指标的研究较少^[21-25]。白思嘉等^[26]的前瞻性研究证实, PCT 联合白细胞计数对 PD 后感染性并发症有预测价值, 且优于单独使用 PCT 或白细胞计数。本研究结果表明, CAR 是 PD 后感染性并发症的有效预测因素, 38 例 POPF 患者术后的 CAR 值明显升高, 且术后第 3 天和第 5 天的 CAR 值均高于无 POPF 组, 差异有统计学意义。32 例腹腔感染患者术后的 CAR 值明显升高, 术后第 1、3 和 5 天的 CAR 值均高于无腹腔感染组, 差异有统计学意义。而对于预测价值的分析结果显示, 术后第 3 天的 CAR 用于预测 POPF 及腹腔感染的临界值为 5.57, 预测效果优于单纯使用 PCT, 与 CRP+PCT 和单独 CRP 接近。

综上所述, 本研究结果表明, CAR 是预测感染性并发症和 POPF 的有效指标, CAR 对 PD 后 POPF 及腹腔感染有较好的预测价值, 可以为日后临床检测工作提供更多选择。但本研究为回顾性研究, 且术后无标准治疗流程, 偏倚较大。本研究为探索 CAR 预测 PD 后并发症的初步研究, 并未将并发症及不同病理结果做具体分组以比较分析其危险因素, 且研究未对并发症的级别进行分组, 只是单纯对并发症的发生进行预测。此外, 本研究病例时间跨度长, 期间手术技术及术后治疗方式可能变化较大, 后续需大样本量、前瞻性的多中心研究进一步验证, 且需要对并发症的分组及分级进行更精确的预测研究。

重要声明

利益冲突声明: 本文全体作者阅读并理解了《中国普外基础与临床杂志》的政策声明, 我们没有相互竞争的利益。

作者贡献声明: 本研究由程一峰和林海设计; 手术操作由陈启龙、林海和程坤完成; 临资料统计、数据分析及绘图由程一峰和韩煦完成; 论文写作由程一峰完成。

伦理声明: 本研究已通过新疆医科大学第一附属医院的伦理审核批准(批准文号: K201906-07)。

参考文献

- 1 Menahem B, Guittet L, Mulliri A, *et al*. Pancreaticogastrostomy is superior to pancreaticojejunostomy for prevention of pancreatic fistula after pancreaticoduodenectomy: an updated meta-analysis of randomized controlled trials. *Ann Surg*, 2015, 261(5): 882-887.
- 2 李广洲, 朱宗文, 王水平, 等. 降钙素原对胰十二指肠切除术后腹腔感染早期的预测价值. *中华胰腺病杂志*, 2018, 18(5): 313-317.
- 3 Warschkow R, Beutner U, Steffen T, *et al*. Safe and early discharge after colorectal surgery due to C-reactive protein: a diagnostic meta-analysis of 1 832 patients. *Ann Surg*, 2012, 256(2): 245-250.
- 4 吴国刚, 冷梅, 刘兆润, 等. C 反应蛋白与降钙素原早期预测胰十二指肠切除术后胰瘘的临床价值. *中华肝胆外科杂志*, 2017, 23(12): 827-831.
- 5 Ge X, Cao Y, Wang H, *et al*. Diagnostic accuracy of the postoperative ratio of C-reactive protein to albumin for complications after colorectal surgery. *World J Surg Oncol*, 2017, 15(1): 1-7.
- 6 Bassi C, Marchegiani G, Dervenis C, *et al*. The 2016 update of the International Study Group (ISGPS) definition and grading of postoperative pancreatic fistula: 11 years after. *Surgery*, 2017, 161(3): 584-591.
- 7 中华医学会外科学分会胰腺外科学组, 中国研究型医院学会胰腺病专业委员会, 中华外科杂志编辑部. 胰腺术后外科常见并发症诊治及预防的专家共识 (2017). *中华外科杂志*, 2017, 55(5): 328-334.
- 8 孔瑞, 胡继盛, 李乐, 等. 奥曲肽对胰十二指肠切除术后胰瘘影响的前瞻性研究. *中华外科杂志*, 2016, 54(1): 21-24.
- 9 Palani Velu LK, McKay CJ, Carter CR, *et al*. Serum amylase and C-reactive protein in risk stratification of pancreas-specific complications after pancreaticoduodenectomy. *Br J Surg*, 2016, 103(5): 553-563.
- 10 Frask A, Orłowski M, Dowgiałło-Wnukiewicz N, *et al*. Clinical evaluation of C-reactive protein and procalcitonin for the early detection of postoperative complications after laparoscopic sleeve gastrectomy. *Wideochir Inne Tech Maloinwazyjne*, 2017, 12(2): 160-165.
- 11 Tanaka H, Tamura T, Toyokawa T, *et al*. C-reactive protein elevation ratio as an early predictor of postoperative severe complications after laparoscopic gastrectomy for gastric cancer: a retrospective study. *BMC Surg*, 2019, 19(1): 114.
- 12 Gans SL, Ateama JJ, van Dieren S, *et al*. Diagnostic value of C-reactive protein to rule out infectious complications after major abdominal surgery: a systematic review and meta-analysis. *Int J Colorectal Dis*, 2015, 30(7): 861-873.
- 13 Rodriguez-Lopez M, Tejero-Pintor FJ, Bailon-Cuadrado M, *et al*. Impaired immune reaction and increased lactate and C-reactive protein for early prediction of severe morbidity and pancreatic fistula after pancreatoduodenectomy. *Hepatobiliary Pancreat Dis Int*, 2019, [Epub ahead of print].
- 14 Hübner M, Mantziari S, Demartines N, *et al*. Postoperative albumin drop is a marker for surgical stress and a predictor for clinical outcome: a pilot study. *Gastroenterol Res Pract*, 2016, 2016: 8743187.
- 15 Hoeboer SH, Groeneveld AB, Engels N, *et al*. Rising C-reactive

- protein and procalcitonin levels precede early complications after esophagectomy. *J Gastrointest Surg*, 2015, 19(4): 613-624.
- 16 Brocca A, Virzì GM, de Cal M, *et al*. Elevated levels of procalcitonin and interleukin-6 are linked with postoperative complications in cardiac surgery. *Scand J Surg*, 2017, 106(4): 318-324.
- 17 Fairclough E, Cairns E, Hamilton J, *et al*. Evaluation of a modified early warning system for acute medical admissions and comparison with C-reactive protein/albumin ratio as a predictor of patient outcome. *Clin Med (Lond)*, 2009, 9(1): 30-33.
- 18 Karayiannis D, Bouloubasi Z, Baschali A, *et al*. Postoperative C-reactive protein to albumin ratio as a diagnostic tool for predicting complications after abdominal surgery. *Clinical Nutrition ESPEN*, 2018, 24: 176.
- 19 Haruki K, Shiba H, Shirai Y, *et al*. The C-reactive protein to albumin ratio predicts long-term outcomes in patients with pancreatic cancer after pancreatic resection. *World J Surg*, 2016, 40(9): 2254-2260.
- 20 徐杨, 丛壮壮, 冀赛光, 等. C-反应蛋白与清蛋白比值对微创食管癌术后并发症的早期预测价值. *东南国防医药*, 2018, 20(4): 371-375.
- 21 Solaini L, Atmaja BT, Watt J, *et al*. Limited utility of inflammatory markers in the early detection of postoperative inflammatory complications after pancreatic resection: cohort study and meta-analyses. *Int J Surg*, 2015, 17: 41-47.
- 22 Welsch T, Frommhold K, Hinz U, *et al*. Persisting elevation of C-reactive protein after pancreatic resections can indicate developing inflammatory complications. *Surgery*, 2008, 143(1): 20-28.
- 23 Giardino A, Spolverato G, Regi P, *et al*. C-reactive protein and procalcitonin as predictors of postoperative inflammatory complications after pancreatic surgery. *J Gastrointest Surg*, 2016, 20(8): 1482-1492.
- 24 Sasaki K, Asaoka T, Eguchi H, *et al*. Plasma ghrelin suppression as an early predictor for postoperative complications after pancreatoduodenectomy. *Pancreatology*, 2018, 18(1): 73-78.
- 25 De Schryver N, Wittebole X, Hubert C, *et al*. Early hyperlactatemia predicts pancreatic fistula after surgery. *BMC Anesthesiol*, 2015, 15(1): 109.
- 26 白思嘉, 沈力, 郑楷炼, 等. 降钙素原对胰十二指肠切除术后并发症的预测价值. *中华胰腺病杂志*, 2017, 17(2): 104-108.

收稿日期: 2019-05-29 修回日期: 2019-10-12

本文编辑: 罗云梅