



doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2020.09.001  
http://dx.doi.org/10.7659/j.issn.1005-6947.2020.09.001  
Chinese Journal of General Surgery, 2020, 29(9):1029-1036.

· 专题研究 ·

## FRS 与 a-FRS 对不同胰腺手术术后胰瘘的预测价值分析

沈健, 孙岩, 郭丰, 任佃云, 秦耕读, 金鑫, 吴河水

(华中科技大学同济医学院附属协和医院 胰腺外科, 湖北 武汉 430022)

### 摘要

**背景与目的:** 胰十二指肠切除术 (PD) 和胰体尾切除术 (DP) 是治疗胰腺肿瘤常见的手术方式。术后胰瘘 (POPF) 是胰腺术后最常见、最严重的并发症之一, 若能准确预测 POPF 的发生将有重要的临床意义。胰瘘危险评分 (FRS) 和新的胰瘘危险评分 (a-FRS) 是运用最广的两个 POPF 预测模型, 但这两个预测模型能否有效预测 POPF 仍需进一步验证。本研究比较 FRS 和 a-FRS 对 PD 与 DP 的 POPF 预测价值, 以期为临床医师选择合适的预测模型提供理论依据和参考。

**方法:** 回顾性收集单中心 2018—2019 年间行胰腺手术的所有患者的临床资料, 经排除标准筛选的入选病例作为研究对象。统计整体与不同手术类型 (PD、DP) 的 POPF 发生情况, 用受试者工作特征曲线下面积 (AUC) 分析两种评分模型对整体及不同手术类型的 POPF 的预测效能。

**结果:** 排除不符合的病例后共纳入 339 例患者, 其中 193 例行 PD, 146 例行 DP。全组 POPF 发生率为 17.4%, PD 组为 18.1%, DP 组为 16.4%。FRS 和 a-FRS 在全组中预测 POPF 的能力相似 (AUC: 0.67 vs. 0.65,  $P=0.412$ ), FRS 在 PD 组中 POPF 预测价值优于 a-FRS (AUC: 0.74 vs. 0.67,  $P=0.006$ ), 但对 DP 组的 POPF 无预测价值 (AUC=0.57, 95% CI=0.44~0.70,  $P=0.285$ ), 而 a-FRS 预测 DP 组 POPF 的能力好于 FRS (AUC: 0.66 vs. 0.57,  $P=0.048$ )。此外, 按 FRS 与 a-FRS 任何一个模型, POPF 的发生率在全组、PD 组、DP 组的发生率均随着风险等级的上升而增加。FRS 的预测因子中, 术中失血量和主胰管直径在 DP 组和 PD 组间存在明显差异 (均  $P<0.05$ )。

**结论:** FRS 和 a-FRS 均可用于 POPF 的预测。FRS 对 PD 的 POPF 预测价值大于 a-FRS, 但不适用于 DP 的 POPF 的预测, 而 a-FRS 对 DP 的 POPF 的预测有帮助。术中失血量和主胰管直径是导致 FRS 对 DP 的 POPF 预测效能较低的原因。但由于研究的局限性, 结论仍需进一步验证。

### 关键词

胰腺切除术; 胰腺瘘; 危险性评估

中图分类号: R657.5

## Analysis of values of FRS and a-FRS for predicting pancreatic fistula after different types of pancreatic surgery

SHEN Jian, SUN Yan, GUO Feng, REN Dianyun, QIN Gengdu, JIN Xin, WU Heshui

(Department of Pancreatic Surgery, Union Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430022, China)

### Abstract

**Background and Aims:** Pancreaticoduodenectomy (PD) and distal pancreatectomy (DP) are common surgical approaches for pancreatic tumors. Postoperative pancreatic fistula (POPF) is one of the most serious complications

收稿日期: 2020-04-24; 修订日期: 2020-08-18。

作者简介: 沈健, 华中科技大学同济医学院附属协和医院博士研究生, 主要从事胰腺疾病及相关方面的研究。

通信作者: 吴河水, Email: heshuiwu@hust.edu.cn

following pancreatic surgery, if the occurrence of POPF can be reliably predicted that will be of great clinical significance. The fistula risk score (FRS) and alternative fistula risk score (a-FRS) are two widely used prediction models for POPF, and however, the predictive efficiencies of FRS and a-FRS for POPF need further validation. This study was conducted to compare the predictive value of the FRS and a-FRS for POPF following DP and PD, so as to provide the theoretical basis and reference for the selection of the appropriate prediction model in clinical practice.

**Methods:** The clinical data of all patients undergoing pancreatic surgery between 2018 and 2019 in a single center were retrospectively collected, and the enrolled patients after screening for exclusion criteria were used as study subjects. The incidence rates of POPF in the whole group of patients and patients undergoing different surgery types (PD and DP) were counted, and the predictive efficiencies of the two scoring models in predicting POPF for the whole group and different surgery types were compared using area under the ROC curve (AUC).

**Results:** A total of 339 patients were included after exclusion of the ineligible cases, with 193 patients undergoing PD and 146 cases undergoing DP. The incidence of POPF was 17.4% in the entire group, and was 18.1% and 16.4% in PD group and DP group, respectively. FRS and a-FRS had a similar predictive ability for POPF in the whole group (AUC: 0.67 vs. 0.65,  $P=0.412$ ), and the predictive value of FRS for POPF was better than that of a-FRS in PD group (AUC: 0.74 vs. 0.67,  $P=0.006$ ), but FRS showed no predictive value for POPF in DP group (AUC=0.57, 95% CI=0.44–0.70,  $P=0.285$ ), while the predictive ability of a-FRS for POPF was better than that of FRS in DP group (AUC: 0.66 vs. 0.57,  $P=0.048$ ). Moreover, the incidence rates of POPF were increased in either the whole group, PD group or DP group with the increase of the risk grade classified by either FRS or a-FRS. Among the predictive factors of FRS, there were significant differences in intraoperative blood loss and diameter of the main pancreatic duct between DP group and PD group (both  $P<0.05$ ).

**Conclusion:** Both FRS and a-FRS can be used for predicting POPF. However, FRS has a better predictive value than that of a-FRS for POPF following PD, but is unsuitable for POPF following DP, while a-FRS may be helpful for predicting POPF following DP. Blood loss and diameter of the main pancreatic duct may be responsible for the poor predictive ability of FRS for POPF following DP. However, these conclusions still need to be further verified due to the limitations of the study.

**Key words** Pancreatectomy; Pancreatic Fistula; Risk Assessment

**CLC number:** R657.5

胰腺手术是治疗胰腺良恶性病变的主要治疗方式,近年来,随着医疗水平的提高,围手术期病死率虽然已经低于3%,但术后胰瘘(postoperative pancreatic fistula, POPF)仍是胰腺外科最常见和最严重的并发症之一,其发生率可高达40%<sup>[1-4]</sup>。POPF不仅增加了患者的经济和心理负担,更与腹腔感染、出血等并发症密切相关,严重时可导致患者死亡<sup>[5]</sup>。如何有效预防胰腺手术后POPF的发生是胰腺外科医生需要解决的难题。有研究将新的手术技巧<sup>[6]</sup>、生长抑素及其类似物的运用<sup>[2]</sup>、生物材料的使用<sup>[7]</sup>作为POPF的预防重点,但这些措施的有效性仍需要进一步证实,且普遍采用这些新技术、新材料也会造成医疗资源的浪费<sup>[2, 6-8]</sup>。若能有效筛选出POPF高风险人群将有较大的临床意义,这不仅可以指导临床医生制

定出个性化的治疗方案、促进医疗资源的合理分配,还有利于增强患者的良好就医体验、减缓患者的心理负担<sup>[5, 9]</sup>。

很多研究将重点放在了对POPF预测因子的筛选上,并鉴定出了一系列的预测因子,如胰腺质地、术中失血、主胰管直径、病理类型、体质指数(BMI)等,但单独运用这些预测因子不能有效筛选出术后POPF高危患者。预测模型可克服单个预测因子预测能力不足的问题而有效提高预测能力。目前运用较广的预测模型有两个:胰瘘危险评分(fistula risk score, FRS)<sup>[10]</sup>和新的胰瘘危险评分(alternative fistula risk score, a-FRS)<sup>[5]</sup>。FRS是建立较早的模型,也是中华医学会外科学分会胰腺外科学组推荐用于胰腺术后POPF的预测模型<sup>[4]</sup>。胰腺手术方式包括胰十二指肠切除术

(pancreaticoduodenectomy, PD)、胰体尾切除术(distal pancreatectomy, DP)等,前两者也是胰腺手术中运用最多的手术方式。目前已有较多针对PD术后POPF的预测模型,即使有研究指出DP术后POPF发生率比PD术后更高<sup>[11]</sup>,但DP术后POPF的预测模型却仍然很少。FRS和a-FRS均是建立在PD术基础上,虽有研究指出它们均可有效预测PD术后POPF<sup>[12-16]</sup>,但尚无研究证实他们是否适用于DP术后POPF的预测。本研究拟验证并比较FRS和a-FRS对接受不同手术方式(包括DP和PD)的患者中对POPF的预测价值,并试图探讨导致同一模型在不同组别中预测价值存在差异的原因。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

回顾性收集2018—2019年行胰腺手术(包括PD及DP术)的患者临床资料,收集的数据包括一般资料:性别、年龄、BMI、手术类型、胰腺质地、术中失血、胰管直径、病理结果等。其中主胰管直径指拟切割线处的主胰管直径,数据在术前2周内的CT影像测得。排除标准为:(1)PD及DP以外的手术方式;(2)年龄<18岁;(3)合并慢性器官功能不全;(4)胰腺手术病史;(5)资料不齐全。纳入研究的所有患者均随访至术后3个月。

### 1.2 POPF的判断

POPF为本次研究的主要结局指标。POPF根据2017年《胰腺术后外科常见并发症诊治及预防的专家共识》进行定义,即术后第3天及以后任意量的腹腔引流液淀粉酶含量超过正常血清淀粉酶浓度上限的3倍,并出现相应的临床表现<sup>[4]</sup>。本中心的血清淀粉酶正常值上限为135 U/L,当引流液淀粉酶浓度超过405 U/L并符合下列情况之一则判断为POPF:术后引流管放置时间>3周;因胰瘘导致临床治疗策略的改变;需要内镜、穿刺、介入干预;需要再次手术;胰瘘导致的感染;出现器官衰竭或者死亡。

### 1.3 术后胰瘘危险评分模型

FRS:该模型包含胰腺质地、术中失血、胰管直径和病理类型4个预测因子,每个预测因子又分为若干亚组并对应相应的分数,总分的范围为0~10分,根据总分分为4个风险等级:0分为无危险组,1~2分为低危组,3~6分为中危组,7~10分为高危组(表1)。a-FRS:该模型包含胰腺质

地、BMI、胰管直径3个预测因素,胰瘘发生概率P由公式计算所得,分为3个风险等级:0%~5%为低危组,5%~20%为中危组,>20%为高危组。公式为: $P = \exp(0.947 \times \text{胰腺质地} + 0.0679 \times \text{BMI} - 0.385 \times \text{胰管直径} - 3.136) / (\exp(0.947 \times \text{胰腺质地} + 0.0679 \times \text{BMI} - 0.385 \times \text{胰管直径} - 3.136) + 1)$ 。(胰腺质地为硬时计0,软时计1;胰管直径单位为mm)。

表1 FRS评分表

Table 1 Scoring systems for FRS

变量	分数
胰管直径(mm)	
≤1	4
2	3
3	2
4	1
≥5	0
术中失血(mL)	
>1000	3
701~1000	2
401~700	1
≤400	0
胰腺质地	
软	2
硬	0
病理	
胰腺癌或慢性胰腺炎	0
其他病理类型	1

### 1.4 围手术期管理

所有患者术前均进行系统评估,包括基本人口特征、合并症及用药情况、躯体及器官功能、营养状态、精神状态等,并尽量纠正各种异常指标,使患者能更好的耐受手术。术前半小时常规给予预防性抗生素,手术由专业的胰腺外科医生开展,手术过程遵循相关的原则或指南,术毕时胰周常规放置腹腔引流管引流,术后常规给予抑酸药,生长抑素及其类似物不作为常规运用。术后鼓励患者早日进食及下地活动,并尽早拔出引流管。当患者存在胰瘘等暂时不能拔引流管的情况时,在患者整体状况良好时可带管回家,在随后的随访中决定拔管时机。

### 1.5 统计学处理

所有数据运用SPSS 22.0或者MedCalc 19.0.5统计软件进行统计分析,图形由Microsoft Excel 2010绘制。连续性数据根据其是否符合正态分布选用均数±标准差( $\bar{x} \pm s$ )或中位数(四分位间距)[ $M(IQR)$ ]表示,并用t或Mann-Whitney U

检验分析。分类数据用频数或百分比表示，用 $\chi^2$ 或者Fisher精确检验进行统计分析。FRS和a-FRS的预测价值分别在DP组、PD组及全组（包括DP、PD）进行验证。受试者工作特征曲线下面积（AUC）、灵敏度、特异度等指标用于评价模型的预测效果。AUC间的比较用DeLong检验， $P < 0.05$ 时认为有统计学差异。

## 2 结果

### 2.1 患者的基本临床特征

纳入研究339例，其中PD 193例，DP 146例。平均年龄为（ $54.42 \pm 12.53$ ）岁；BMI为（ $22.53 \pm 3.29$ ） $\text{kg}/\text{m}^2$ ；男182例，女157例；术后全组POPF发生率为17.4%（59/339），其中PD组为18.1%（35/193），DP组为16.4%（24/146）（表2）。

表2 患者基本特征

Table 2 Baseline characteristics of the study cohorts

临床因素	全组 (n=339)	PD组 (n=193)	DP组 (n=146)
年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$ )	54.42 ± 12.53	55.60 ± 11.74	52.86 ± 13.39
BMI ( $\text{kg}/\text{m}^2$ , $\bar{x} \pm s$ )	22.53 ± 3.29	22.36 ± 3.25	22.75 ± 3.35
性别 [n (%)]			
男	182 (53.7)	112 (58.0)	70 (47.9)
女	157 (46.3)	81 (42.0)	76 (52.1)
吸烟 [n (%)]			
是	95 (28.0)	56 (29.0)	39 (26.7)
否	244 (72.0)	137 (71.0)	107 (73.3)
饮酒 [n (%)]			
是	69 (20.4)	43 (22.3)	26 (17.8)
否	270 (79.6)	150 (77.7)	120 (82.2)
糖尿病 [n (%)]			
是	43 (12.7)	22 (11.4)	21 (14.4)
否	296 (87.3)	171 (88.6)	125 (85.6)
上腹部手术病史 [n (%)]			
有	67 (19.8)	33 (17.1)	34 (23.3)
无	272 (80.2)	160 (82.9)	112 (76.7)
胰瘘 [n (%)]			
是	59 (17.4)	35 (18.1)	24 (16.4)
否	280 (82.6)	158 (81.9)	122 (83.6)

### 2.2 FRS 和 a-FRS 的胰瘘预测价值分析

为了验证FRS和a-FRS是否具有预测POPF的能力，分别研究了FRS和a-FRS在不同组别中的预测价值。FRS在全组、PD组、DP组的AUC分别为：0.67（95% CI=0.60~0.75， $P < 0.001$ ）、0.74（95% CI=0.65~0.83， $P < 0.001$ ）、0.57（95% CI=0.44~0.70， $P = 0.285$ ）。a-FRS在全组、PD组、DP组的AUC分别为：0.65（95% CI=0.58~0.73， $P < 0.001$ ）、0.67（95% CI=0.57~0.77， $P = 0.002$ ）及0.66（95% CI=0.57~0.76， $P = 0.011$ ）。因此，FRS和a-FRS均可用于POPF的预测，但FRS对DP术后POPF无预测价值。FRS和a-FRS在各组中的特异度、准确性及阳性预测值等指标均较低。为了找出预测效果更好的模型，对两个模型的预测效果进行了比较。结果发现FRS对PD术后POPF的预测效果比a-FRS好（ $P < 0.05$ ），而a-FRS在预测DP术后POPF的能力比FRS强（ $P < 0.05$ ），两者在预测整体术后POPF方面无统计学差异（ $P > 0.05$ ）（表3）。

根据FRS和a-FRS的风险等级分别将患者进行了分组，并计算出了各组的胰瘘发生比例，POPF的发生率几乎均随着风险等级的上升而增加，这也进一步验证了模型具有一定预测能力（图1）。

### 2.3 预测价值差异原因分析

为了解释FRS和a-FRS在不同手术组别中预测POPF能力存在差异的原因，将FRS中的预测因子在PD组和DP组中进行差异比较，结果发现胰管直径、术中出血量在两组中存在统计学差异（均 $P < 0.05$ ），在PD组中胰管直径更宽、术中失血更多（表4）。因此，术中失血量和胰管直径的差异可能是导致FRS在预测DP术后POPF无价值的原因。

表3 FRS 和 a-FRS 预测 POPF 价值比较

Table 3 Comparison of the predictive values for POPF between FRS and a-FRS

组别	模型	AUC 及比较		灵敏度	特异度	阳性预测值	阴性预测值	准确性
		AUC (95% CI, P)	P					
全组	FRS	0.67 (0.60~0.75, <0.001)	0.412	0.71	0.54	0.25	0.90	0.57
	a-FRS	0.65 (0.58~0.73, <0.001)		0.74	0.54	0.25	0.91	0.57
PD组	FRS	0.74 (0.65~0.83, <0.001)	0.006	0.71	0.63	0.30	0.91	0.65
	a-FRS	0.67 (0.57~0.77, 0.002)		0.63	0.63	0.28	0.88	0.63
DP组	FRS	0.57 (0.44~0.70, 0.285)	0.048	0.71	0.43	0.20	0.88	0.47
	a-FRS	0.66 (0.57~0.76, 0.011)		0.79	0.55	0.25	0.93	0.58

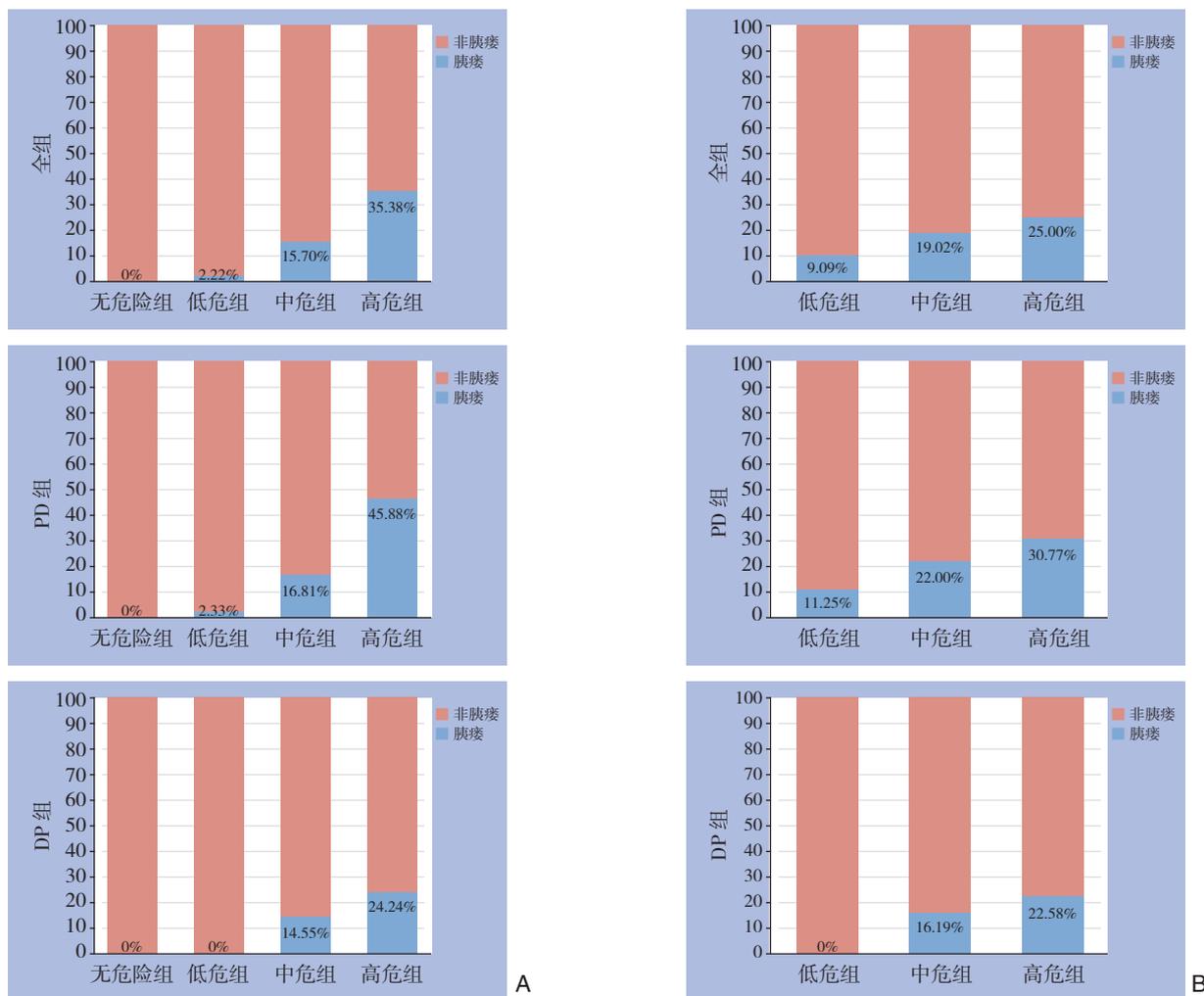


图 1 不同风险组 POPF 发生率 A: 按 FRS 风险等级分组; B: 按 a-FRS 风险等级分组  
 Figure 1 The incidence rates of POPF in different risk grades A: Risk grades classified by FRS; B: Risk grades classified by a-FRS

表 4 PD 组与 DP 组 FRS 预测因子比较

Table 4 Comparison of the predictors of FRS between PD group and DP group

因素	PD 组 (n=193)	DP 组 (n=146)	t/ $\chi^2$	P
BMI (kg/m <sup>2</sup> , $\bar{x} \pm s$ )	22.36 ± 3.25	22.75 ± 3.35	10.46	0.296
胰腺质地 [n (%)]				
软	87 (45.1)	62 (42.5)	0.230	0.631
硬	106 (54.9)	84 (57.5)		
胰管直径 [mm, n (%)]				
≤ 1	22 (11.4)	61 (41.8)	88.859	<0.001
2	59 (30.6)	65 (44.5)		
3	23 (11.9)	14 (9.6)		
4	24 (12.4)	3 (2.05)		
≥ 5	65 (33.7)	3 (2.05)		
病理结果 [n (%)]				
胰腺癌或慢性胰腺炎	108 (56.0)	74 (50.7)	0.930	0.335
其他	85 (44.0)	72 (49.3)		
术中失血 [mL, n (%)]				
>1 000	13 (6.7)	6 (4.1)	81.955	<0.001
701~1 000	27 (14.0)	20 (13.7)		
401~700	113 (58.6)	23 (15.8)		
≤ 400	40 (20.7)	97 (66.4)		

### 3 讨论

POPF和胰腺术后患者的短期预后密切相关, 如何能准确预测POPF的发生一直是临床医师关注的问题<sup>[5, 10, 17-18]</sup>。PD术后POPF的预测模型已经很多<sup>[17, 19-21]</sup>, 其中FRS和a-FRS是两个运用较广的模型, 其预测价值已经在较多的研究中进行了验证<sup>[12-16]</sup>, 近年来, 为了寻找更加合适的模型, 将模型间的预测价值进行对比的研究也在逐渐增多<sup>[15, 22]</sup>, 然而, 针对DP的POPF预测模型却缺乏<sup>[11]</sup>。本次研究再次证实了FRS和a-FRS可用于胰腺手术的POPF的预测, 但两者的预测价值在不同手术类型的手术患者中存在差异。

本研究发现, FRS预测PD术后POPF的能力优于a-FRS (AUC: 0.74 vs. 0.67, P<0.05), 这一结论与之前报道的研究结果一致: Lao等<sup>[16]</sup>也指出FRS在预测PD的POPF方面优于a-FRS

(AUC: 0.74 vs. 0.70,  $P < 0.05$ ), 但a-FRS模型的推出者指出a-FRS预测PD的POPF的能力和FRS相似 ( $P = 0.05$ )。FRS在本次研究中未展现出对DP术后POPF的预测价值 (AUC: 0.57, 95% CI=0.44~0.70,  $P = 0.285$ ), 这一结果和之前的一项国内研究结果 (AUC: 0.57, 95% CI=0.47~0.67,  $P = 0.19$ ) 相吻合<sup>[23]</sup>。本研究发现a-FRS可以用于DP的POPF的预测, 这也是a-FRS第一次被发现可用于DP的POPF的预测, 同时也有待更多研究来证实这一结果。

术中失血量、胰管直径在DP组和PD组中均存在着统计学差异。在DP术中, 术中出血更少、胰管直径多不扩张, 而术中失血和主胰管直径这两个预测因子在FRS中所占的比重较大, 导致DP组的风险评分偏低, 这或许是导致FRS预测DP术后POPF效果不理想的原因。虽主胰管直径也是a-FRS的变量, 但其所占的最终比重在经过公式计算后会被抵消一部分。PD比DP术中失血多、主胰管直径宽, 这也符合实际的临床情况, PD手术过程复杂、用时长、涉及器官和血管更多, 因此术中出血更多; 临床上发现主胰管扩张绝大多数见于胰头区肿瘤的患者, 临床医师常把上游主胰管扩张作为胰腺肿瘤的间接征象。当胰头的病变时, 下游的主胰管因肿瘤的压迫或者侵犯而出现狭窄, 而上游胰管因压力的增加而被迫扩张, 胰体尾病变时, 下游主胰管几乎不受影响, 因此较少在胰体尾病变时看到下游胰管扩张。

本次研究中两个模型虽均有预测价值, 但预测价值均较低, AUC、特异度、阳性预测值、准确性等指标均较低, 因此两个模型仍有进一步的改良的空间。FRS中的术中失血的价值最先被质疑, 有学者<sup>[5]</sup>指出术中失血量是一个不可靠的预测因子, 因为临床医师在评估失血量时往往带有主观成分, 同时术中出血量的多少与手术者的手术技能和熟练度有很大的关系, 随着医疗水平的提升, 术中出血会越来越来少, 另外有研究指出术中失血量不是POPF的危险因素, 但术中失血量和术中输液是呈正相关的, 而过多的液体输入也是不利于组织的修复的<sup>[5, 9, 24]</sup>。胰腺质地在很多预测模型中均是重要预测因子<sup>[9, 25-26]</sup>, FRS和a-FRS也包含胰腺质地这个预测因子。有研究指出胰腺质地和胰腺纤维化程度呈正相关, 而和胰腺腺泡含量呈负相关<sup>[27-28]</sup>, 也就是说软的胰腺质地其外分泌功能会更好, 同时软的胰腺质地会增加术中胰腺受

损的风险, 且不易缝合<sup>[9, 29]</sup>, 这些均有利于胰瘘的发生。但是目前尚无统一的胰腺质地判断标准, 常由手术医师根据自己的感觉或者经验而做出评估。a-FRS中的BMI在不同区域或者种族间存在差异也较大。这些变量的差异性无疑也会影响模型的有效性。

本次研究也有很多不足: 首先, 本次研究为回顾性研究, 不可避免的会出现一些偏倚; 其次, 样本量有限; 再次, 本次研究只纳入了DP和PD术的患者, 其他类型的手术, 如肿瘤切除术、胰腺中段切除术等术式者未纳入, 对接受开腹或者微创的患者也未进行详分, 而这些差异可能导致POPF发生率及危险因素的不同。这些不足均可影响FRS和a-FRS的预测价值, 同时由于模型的预测能力接近临界状态, 结果尚需要进一步验证。

本次研究发现, FRS和a-FRS两个模型均可用于胰腺术后POPF的预测, 但两者的预测价值在不同手术类型中存在差异: FRS预测PD的POPF的能力更强, 但对DP的POPF无预测价值, 相反, a-FRS预测PD的POPF能力虽没FRS强, 但可以用于预测DP的POPF的发生。胰管直径和术中失血量是导致FRS无法准确预测DP的POPF的原因。

#### 参考文献

- [1] Kawaida H, Kono H, Hosomura N, et al. Surgical techniques and postoperative management to prevent postoperative pancreatic fistula after pancreatic surgery[J]. World J Gastroenterol, 2019, 25(28):3722-3737. doi: 10.3748/wjg.v25.i28.3722.
- [2] Liu X, Pausch T, Probst P, et al. Efficacy of Pasireotide for Prevention of Postoperative Pancreatic Fistula in Pancreatic Surgery: a Systematic Review and Meta-analysis[J]. J Gastrointest Surg, 2020, 24(6):1421-1429. doi: 10.1007/s11605-019-04479-4.
- [3] 樊胜明, 沈国新, 胡金灵, 等. 远端胰腺切除术后胰瘘发生的危险因素分析[J]. 中国普通外科杂志, 2017, 26(3):289-293. doi:10.3978/j.issn.1005-6947.2017.03.004.  
Fan SM, Shen GX, Hu JL, et al. Analysis of risk factors for pancreatic fistula after distal pancreatectomy[J]. Chinese Journal of General Surgery, 2017, 26(3):289-293. doi:10.3978/j.issn.1005-6947.2017.03.004.
- [4] 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)[J]. 中华外科杂志, 2017, 55(5):328-334. doi:10.3760/cma.j.issn.0529-5815.2017.05.003.

- Study Group of Pancreatic Surgery in Chinese Socie, Pancreatic Disease Committee of Chinese Hospital Association, Editorial Board of Chinese Journal of Surgery. A consensus statement on the diagnosis, treatment, and prevention of common complications after pancreatic surgery (2017)[J]. Chinese Journal of Surgery, 2017, 55(5):328–334. doi:10.3760/cma.j.issn.0529–5815.2017.05.003.
- [5] Mungroop TH, van Rijssen LB, van Klaveren D, et al. Alternative Fistula Risk Score for Pancreatoduodenectomy (a-FRS): Design and International External Validation[J]. Ann Surg, 2019, 269(5):937–943. doi: 10.1097/SLA.0000000000002620.
- [6] Keck T, Wellner UF, Bahra M, et al. Pancreatogastrostomy Versus Pancreatojejunostomy for RECOstruction After PANCreatoduodenectomy (RECOPANC, DRKS 00000767): Perioperative and Long-term Results of a Multicenter Randomized Controlled Trial[J]. Ann Surg, 2016, 263(3):440–449. doi: 10.1097/SLA.0000000000001240.
- [7] Kwon J, Shin SH, Lee S, et al. The Effect of Fibrinogen/Thrombin-Coated Collagen Patch (TachoSil (R)) Application in Pancreatojejunostomy for Prevention of Pancreatic Fistula After Pancreaticoduodenectomy: A Randomized Clinical Trial[J]. World J Surg, 2019, 43(12):3128–3137. doi: 10.1007/s00268–019–05172-y.
- [8] McMillan MT, Soi S, Asbun HJ, et al. Risk-adjusted Outcomes of Clinically Relevant Pancreatic Fistula Following Pancreatoduodenectomy: A Model for Performance Evaluation[J]. Ann Surg, 2016, 264(2):344–352. doi: 10.1097/SLA.0000000000001537.
- [9] Shen J, Zhang Y, Hu J, et al. Albumin difference as a new predictor of pancreatic fistula following distal pancreatectomy: a retrospective study of 211 consecutive patients[J]. Langenbecks Arch Surg, 2020, 405(1):55–62. doi: 10.1007/s00423–019–01849-z.
- [10] Callery MP, Pratt WB, Kent TS, et al. A prospectively validated clinical risk score accurately predicts pancreatic fistula after pancreatoduodenectomy[J]. J Am Coll Surg, 2013, 216(1):1–14. doi: 10.1016/j.jamcollsurg.2012.09.002.
- [11] McMillan MT, Christein JD, Callery MP, et al. Comparing the burden of pancreatic fistulas after pancreatoduodenectomy and distal pancreatectomy[J]. Surgery, 2016, 159(4):1013–1022. doi: 10.1016/j.surg.2015.10.028.
- [12] Ryu Y, Shin SH, Park DJ, et al. Validation of original and alternative fistula risk scores in postoperative pancreatic fistula[J]. J Hepatobiliary Pancreat Sci, 2019, 26(8):354–359. doi: 10.1002/jhbp.638.
- [13] 江兵, 黄强. 胰瘘风险评分系统在胰十二指肠切除术的应用价值[J]. 中华肝胆外科杂志, 2019, 25(9):668–671. doi:10.3760/cma.j.issn.1007–8118.2019.09.008.
- Jiang B, Huang Q. The clinical value of pancreatic fistula risk scoring system in pancreaticoduodenectomy[J]. Chinese Journal of Hepatobiliary Surgery, 2019, 25(9):668–671. doi:10.3760/cma.j.issn.1007–8118.2019.09.008.
- [14] Mu W, Liu C, Gao F, et al. Prediction of clinically relevant Pancreatico-enteric Anastomotic Fistulas after Pancreatoduodenectomy using deep learning of Preoperative Computed Tomography[J]. Theranostics, 2020, 10(21):9779–9788. doi: 10.7150/thno.49671.
- [15] Hayashi H, Amaya K, Fujiwara Y, et al. Comparison of three fistula risk scores after pancreatoduodenectomy: A single-institution retrospective study[J]. Asian J Surg, 2020, S1015–9584(20)30119–6. doi: 10.1016/j.asjsur.2020.04.004.
- [16] Lao M, Zhang X, Guo C, et al. External validation of alternative fistula risk score (a-FRS) for predicting pancreatic fistula after pancreatoduodenectomy[J]. HPB (Oxford), 2020, 22(1):58–66. doi: 10.1016/j.hpb.2019.05.007.
- [17] 曹昕彤, 申鼎成, 黄耿文, 等. 胰十二指肠切除术后胰瘘的预测因素筛选及预测模型构建的单中心前瞻性研究[J]. 中国普通外科杂志, 2019, 28(9):1115–1122. doi:10.7659/j.issn.1005–6947.2019.09.013.
- Cao XT, Shen DC, Huang GW, et al. A single center prospective study of screening predictive factors and building predictive model for postoperative pancreatic fistula after pancreaticoduodenectomy[J]. Chinese Journal of General Surgery, 2019, 28(9):1115–1122. doi:10.7659/j.issn.1005–6947.2019.09.013.
- [18] Mungroop TH, Klompmaker S, Wellner UF, et al. Updated Alternative Fistula Risk Score (ua-FRS) to Include Minimally Invasive Pancreatoduodenectomy: Pan-European Validation[J]. Ann Surg, 2019, doi: 10.1097/SLA.0000000000003234. [Online ahead of print]
- [19] 彭斌, 黄强, 林先盛, 等. 胰瘘风险评分系统在胰十二指肠切除术后胰瘘评估中的价值[J]. 中华肝胆外科杂志, 2017, 23(2):104–109. doi:10.3760/cma.j.issn.1007–8118.2017.02.008.
- Peng B, Huang Q, Lin XS, et al. Use of a pancreatic fistula risk score system for patients with clinically relevant postoperative pancreatic fistula after pancreaticoduodenectomy[J]. Chinese Journal of Hepatobiliary Surgery, 2017, 23(2):104–109. doi:10.3760/cma.j.issn.1007–8118.2017.02.008.
- [20] 杨骥, 黄强, 林先盛, 等. 胰瘘风险预测系统在胰十二指肠切除术后胰瘘预测中的临床价值[J]. 中华外科杂志, 2015, 53(6):410–414. doi:10.3760/cma.j.issn.0529–5815.2015.06.003.
- Yang J, Huang Q, Lin XS, et al. The clinical value of pancreatic fistula risk predicting system after pancreaticoduodenectomy[J]. Chinese Journal of Surgery, 2015, 53(6):410–414. doi:10.3760/cma.

- j.issn.0529-5815.2015.06.003.
- [21] 徐西伯, 贾成朋, 贾勇, 等. 构建胰十二指肠切除术后胰瘘预测模型及其应用价值[J]. 中华消化外科杂志, 2020, 19(4):408-413. doi:10.3760/cma.j.cn115610-20200409-00240.
- Xu XB, Jia CP, Jia Y, et al. Construction and application value of prediction model of pancreatic fistula after pancreaticoduodenectomy[J]. Chinese Journal of Digestive Surgery, 2020, 19(4):408-413. doi:10.3760/cma.j.cn115610-20200409-00240.
- [22] Shinde RS, Acharya R, Chaudhari VA, et al. External validation and comparison of the original, alternative and updated-alternative fistula risk scores for the prediction of postoperative pancreatic fistula after pancreaticoduodenectomy[J]. Pancreatology, 2020, 20(4):751-756. doi: 10.1016/j.pan.2020.04.006.
- [23] 王伟琿, 詹茜, 王伟, 等. 胰十二指肠切除和胰体尾切除术后胰瘘预测的研究[J]. 外科理论与实践, 2018, 23(5):440-445. doi:10.16139/j.1007-9610.2018.05.013.
- Wang WK, Zhan Q, Wang W, et al. Study on prediction of postoperative pancreatic fistula after pancreaticoduodenectomy and distal pancreatectomy[J]. Journal of Surgery Concepts & Practice, 2018, 23(5):440-445. doi:10.16139/j.1007-9610.2018.05.013.
- [24] Han IW, Kim H, Heo J, et al. Excess intraoperative fluid volume administration is associated with pancreatic fistula after pancreaticoduodenectomy: A retrospective multicenter study[J]. Medicine (Baltimore), 2017, 96(22):e6893. doi: 10.1097/MD.0000000000006893.
- [25] Ecker BL, McMillan MT, Allegrini V, et al. Risk Factors and Mitigation Strategies for Pancreatic Fistula After Distal Pancreatectomy: Analysis of 2026 Resections From the International, Multi-institutional Distal Pancreatectomy Study Group[J]. Ann Surg. 2019, 269(1):143-149. doi: 10.1097/SLA.0000000000002491.
- [26] Dokmak S, Ftériche FS, Meniconi RL, et al. Pancreatic fistula following laparoscopic distal pancreatectomy is probably unrelated to the stapler size but to the drainage modality and significantly decreased with a small suction drain[J]. Langenbecks Arch Surg, 2019, 404(2):203-212. doi: 10.1007/s00423-019-01756-3.
- [27] Halle-Smith JM, Vinuela E, Brown RM, et al. A comparative study of risk factors for pancreatic fistula after pancreaticoduodenectomy or distal pancreatectomy[J]. HPB (Oxford), 2017, 19(8):727-734. doi: 10.1016/j.hpb.2017.04.013.
- [28] Izumo W, Higuchi R, Yazawa T, et al. Evaluation of preoperative risk factors for postpancreatectomy hemorrhage[J]. Langenbecks Arch Surg, 2019, 404(8):967-974. doi: 10.1007/s00423-019-01830-w.
- [29] Ke Z, Cui J, Hu N, et al. Risk factors for postoperative pancreatic fistula: Analysis of 170 consecutive cases of pancreaticoduodenectomy based on the updated ISGPS classification and grading system[J]. Medicine (Baltimore), 2018, 97(35):e12151. doi: 10.1097/MD.00000000000012151.

(本文编辑 姜晖)

**本文引用格式:** 沈健, 孙岩, 郭丰, 等. FRS与a-FRS对不同胰腺手术术后胰瘘的预测价值分析[J]. 中国普通外科杂志, 2020, 29(9):1029-1036. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2020.09.001

**Cite this article as:** Shen J, Sun Y, Guo F, et al. Analysis of values of FRS and a-FRS for predicting pancreatic fistula after different types of pancreatic surgery[J]. Chin J Gen Surg, 2020, 29(9):1029-1036. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2020.09.001