·论著·

膈肌增厚分数与腹内压导向的风险预测模型对重症急性胰腺炎患者撤机失败的预测价值

邸兴伟[1] 李晓东[1] 李甜[2] 付海燕[1] 金永浩[1] 陈希[1] 汤雪荣[1]

[1]锦州医科大学附属第一医院重症医学科，辽宁锦州 121000；[2]锦州医科大学附属第三医院呼吸与危重症科，辽宁锦州 121000

通信作者：金永浩，Email：1123693323@qq.com

【摘要】 目的 建立膈肌增厚分数（DTF）与腹内压（IAP）监测导向的风险预测模型，探讨该模型对重症急性胰腺炎（SAP）患者撤机失败的预测价值。**方法** 采用前瞻性研究方法，选择2020年8月至2021年10月锦州医科大学附属第一医院重症医学科收治的63例诊断为SAP并且行有创机械通气治疗的患者。在患者符合临床撤机标准时实施自主呼吸试验（SBT），将心血管状态稳定、肺功能状态良好、无胸腹矛盾运动、氧合充足定义为撤机成功，反之定义为撤机失败。比较撤机成功与失败两组患者的基线资料，以及SBT 30 min DTF、IAP、潮气量（VT）、呼吸频率（RR）、体质量指数（BMI）、血乳酸（Lac）等临床指标；将单因素分析中差异有统计学意义的指标纳入二分类多因素Logistic回归分析，建立风险预测模型。采用Pearson相关法分析SAP患者SBT 30 min DTF与IAP的相关性；绘制受试者工作特征曲线（ROC曲线），分析SAP患者SBT 30 min撤机失败风险预测模型的预测价值。**结果** 63例SAP患者均纳入分析，其中撤机成功42例，撤机失败21例；两组年龄、性别及入院时氧合指数（PaO_2/FiO_2）、序贯器官衰竭评分（SOFA）和急性生理学与慢性健康状况评分Ⅱ（APACHEⅡ）等基线资料比较差异均无统计学意义，说明两组资料具有可比性。与撤机成功组比较，撤机失败组患者SBT 30 min IAP、RR、BMI、Lac均显著升高〔IAP（mmHg，1 mmHg≈0.133 kPa）：14.05±3.79比12.12±3.36，RR（次/min）：25.43±8.10比22.02±5.05，BMI（kg/m^2）：23.71±2.80比21.74±3.79，Lac（mmol/L）：5.27±1.69比4.55±1.09，均$P<0.05$〕，而DTF和VT则显著降低〔DTF：（29.76±3.45）%比（31.86±3.67）%，VT（mL）：379.00±98.74比413.60±33.68，均$P<0.05$〕。二分类多因素Logistic回归分析显示，DTF〔优势比（*OR*）=0.758，95%可信区间（95%*CI*）为0.584～0.983，$P=0.037$〕、IAP（$OR=1.276$，95%*CI*为1.025～1.582，$P=0.029$）和RR（$OR=1.145$，95%*CI*为1.014～1.294，$P=0.029$）为SAP患者SBT 30 min撤机失败的独立危险因素；采用上述危险因素建立SBT 30 min撤机失败风险预测模型：Logit$P=-0.237-0.277\times$DTF$+0.242\times$IAP$+0.136\times$RR。Pearson相关分析结果显示，SAP患者SBT 30 min DTF与IAP存在明显相关性，且呈显著正相关（$r=0.313$，$P=0.012$）。ROC曲线分析结果表明，SAP患者SBT 30 min撤机失败风险预测模型的ROC曲线下面积（AUC）为0.716，95%*CI*为0.559～0.873，$P=0.003$；敏感度为85.7%，特异度为78.6%。**结论** DTF、IAP和RR是SAP患者SBT 30 min撤机失败的独立危险因素；由这3个指标建立的DTF与IAP导向的风险预测模型对SAP患者撤机失败具有良好的预测价值。

【关键词】 重症急性胰腺炎；膈肌增厚分数；腹内压；撤机；风险预测

基金项目：辽宁省重点研发计划项目（2020JH2/10100017）

DOI：10.3760/cma.j.cn121430-20220930-00873

Predictive value of diaphragm thickening fraction and intra-abdominal pressure monitoring-oriented risk prediction model for weaning failure in patients with severe acute pancreatitis

Di Xingwei[1], Li Xiaodong[1], Li Tian[2], Fu Haiyan[1], Jin Yonghao[1], Chen Xi[1], Tang Xuexing[1]

[1]Department of Critical Care Medicine, the First Affiliated Hospital of Jinzhou Medical University, Jinzhou 121000, Liaoning, China; [2]Department of Respiratory and Critical Care, the Third Affiliated Hospital of Jinzhou Medical University, Jinzhou 121000, Liaoning, China

Corresponding author: Jin Yonghao, Email: 1123693323@qq.com

【Abstract】 Objective To establish a risk prediction model dominated by diaphragm thickening fraction (DTF) and intra-abdominal pressure (IAP) monitoring, and to explore the predictive value of the model for weaning failure in patients with severe acute pancreatitis (SAP). **Methods** A prospective research was conducted. Sixty-three patients undergoing invasive mechanical ventilation treatment who diagnosed with SAP admitted to intensive care unit of the First Affiliated Hospital of Jinzhou Medical University from August 2020 to October 2021 were enrolled. The spontaneous breathing trial (SBT) was carried out when the clinical weaning criteria was met. The stable cardiovascular status, good pulmonary function, no chest and abdominal contradictory movement, and adequate oxygenation were defined as successful weaning. Otherwise, it was defined as failure weaning. The clinical indicators such as SBT 30-minure DTF, IAP, tidal volume (VT), respiratory rate (RR), body mass index (BMI), and blood lactic acid (Lac) were compared

between the weaning success group and the weaning failure group. The indicators with statistically significant differences in the single-factor analysis were included in the secondary multivariable Logistic regression analysis to establish a risk prediction model. The correlation between the DTF and IAP at 30 minutes of SBT was analyzed. Receiver operator characteristic curve (ROC curve) was drawn to analyze the predictive value of the risk prediction model for SAP patient withdrawal failure at 30 minutes of SBT. **Results** Finally, 63 patients with SAP were enrolled. Among the 63 patients, 42 were successfully weaned and 21 failed. There were no significant differences in age, gender, and oxygenation index (PaO_2/FiO_2), sequential organ failure assessment (SOFA) score, acute physiology and chronic health evaluation Ⅱ (APACHE Ⅱ) score at admission between the two groups, indicating that the data in the two groups were comparable. Compared with the weaning success group, IAP, RR, BMI and Lac at 30 minutes of SBT in the weaning failure group were significantly increased [IAP (mmHg, 1 mmHg≈0.133 kPa): 14.05±3.79 vs. 12.12±3.36, RR (times/min): 25.43±8.10 vs. 22.02±5.05, BMI (kg/m^2): 23.71±2.80 vs. 21.74±3.79, Lac (mmol/L): 5.27±1.69 vs. 4.55±1.09, all P < 0.05], while DTF and VT were significantly decreased [DTF: (29.76±3.45)% vs. (31.86±3.67)%, VT (mL): 379.00±98.74 vs. 413.60±33.68, both P < 0.05]. Secondary multivariable Logistic regression analysis showed that DTF [odds ratio (*OR*) = 0.758, 95% confidence interval (95%*CI*) was 0.584–0.983, P = 0.037], IAP (*OR* = 1.276, 95%*CI* was 1.025–1.582, P = 0.029), and RR (*OR* = 1.145, 95%*CI* was 1.014–1.294, P = 0.029) were independent risk factors for SBT withdrawal failure in 30 minutes in SAP patients. The above risk factors were used to establish the risk prediction model of aircraft withdrawal failure at 30 minutes of SBT: Logit$P$ = −0.237−0.277×DTF+0.242×IAP+0.136×RR. Pearson correlation analysis showed that SBT 30-minute DTF was significantly correlated with IAP in SAP patients, and showed a significant positive correlation (r = 0.313, P = 0.012). The ROC curve analysis results showed that area under the ROC curve (AUC) of the risk prediction model for SAP patient withdrawal failure at 30 minutes of SBT was 0.716, 95%*CI* was 0.559–0.873, P = 0.003, with the sensitivity of 85.7% and the specificity of 78.6%. **Conclusions** DTF, IAP and RR were independent risk factors for SBT withdrawal failure in 30 minutes in SAP patients. The DTF and IAP monitoring-oriented risk prediction model based on the above three variables has a good predictive value for weaning failure in patients with SAP.

【Key words】 Severe acute pancreatitis; Diaphragm thickening fraction; Intra-abdominal pressure; Weaning; Risk prediction

Fund program: Key Research and Development Planning Project in Liaoning Province (2020JH2/10100017)

DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20220930-00873

重症急性胰腺炎（severe acute pancreatitis，SAP）是指多种原因造成胰酶激活，继而发生胰腺局部炎症反应，而且通常伴有全身并发症的一种致死性疾病[1]。SAP 患者通常在病程早期存在腹内压（intra-abdominal pressure，IAP）增高，当患者合并腹腔高压（intra-abdominal hypertension，IAH）或腹腔间隔室综合征（abdominal compartment syndrome，ACS）时可造成肺顺应性降低、机体循环阻力增大等，引起多器官和系统功能障碍，病情进展迅速，复杂凶险，病死率升高[2]。SAP 合并 IAH 患者可继发胸腔内压力升高，膈肌上抬，极易发生膈肌功能障碍，导致机械通气时间延长[3]。目前临床通过采用床旁超声测量膈肌增厚分数（diaphragmatic thickening fraction，DTF）可准确评估患者的膈肌功能。本研究针对 SAP 患者早期实施有效的 IAP 监测及膈肌功能评估，通过建立撤机失败风险预测模型，分析其对 SAP 患者撤机失败的预测价值，以期早期掌握患者的病情变化并及时干预，从而改善撤机结局。

1　对象和方法

1.1　研究对象：采用前瞻性研究方法，选择 2020 年 8 月至 2021 年 10 月锦州医科大学附属第一医院重症医学科收治的确诊为 SAP 并且行有创机械通气治疗的患者。

1.1.1　纳入标准：符合 2019 年版《中国急性胰腺炎诊治指南（2019，沈阳）》的诊断标准[4]；年龄＞18 岁；机械通气时间＞48 h；首次经口气管插管且符合自主呼吸试验（spontaneous breathing trial，SBT）标准；既往无膈肌功能异常。

1.1.2　排除标准：胸部和腹部手术患者；显著肥胖〔体质量指数（body mass index，BMI）＞40 kg/m^2〕患者；急性肺栓塞、脊髓损伤及试验期间发生严重血流动力学障碍的患者。

1.2　伦理学：本研究符合《赫尔辛基宣言》及《涉及人的生物医学研究伦理审查办法（试用）》要求，并取得锦州医科大学附属第一医院医学研究伦理委员会审批（审批号：202007），所有治疗及检测均获得患者家属的知情同意。

1.3　研究方法

1.3.1　撤机指标筛查：在患者原发病得到控制后，每隔 6 h 评估 1 次撤机指征，采用压力支持通气模式实施 SBT，逐步降低压力支持水平，当压力下降至 5 cmH_2O（1 cmH_2O≈0.098 kPa）、呼气末正压（positive end-expiratory pressure，PEEP）为 5 cmH_2O、吸入氧浓度（fraction of inspired oxygen，FiO_2）在 0.40 及以下时

即进入撤机试验。在 SBT 30 min 时实施床旁膈肌超声评估，测量 DTF 及 IAP；同时记录患者的潮气量（tidal volume，VT）、呼吸频率（respiratory rate，RR）、BMI 及血乳酸（lactic acid，Lac）等临床指标。

1.3.2 资料收集：记录患者年龄、性别及入院时氧合指数（PaO_2/FiO_2）和病情严重程度评分〔序贯器官衰竭评分（sequential organ failure assessment，SOFA）、急性生理学与慢性健康状况评分Ⅱ（acute physiological and chronic health evaluation Ⅱ，APACHE Ⅱ）〕等临床基线资料。

1.3.3 膈肌超声评估：由 2 名经专业培训的医师用索诺声超声仪进行右侧膈肌超声评估[5]。测量时患者取 30° 侧卧位，采用 3.5 MHz 的超声探头置于患者右肋缘腋中线与腋后线之间，探测窗为肝脏，此处为监测膈肌活动的最佳位置。在 M 型超声模式下测量患者吸气末膈肌厚度（diaphragm thickness at the end of inspiration，DTei）与呼气末膈肌厚度（diaphragm thickness at the end of expiration，DTee）的变化，并计算 DTF〔DTF=（DTei−DTee）/DTee×100%〕。上述指标均连续测量 3 次，取均值，若 DTF<20% 则认为存在膈肌功能障碍。

1.3.4 IAP 监测：采用经膀胱压法测量 IAP。将尿管和压力传感器经三通管与导尿管连接，另一端连接 IAP 监测仪，排空膀胱并夹闭尿管远端；以髂嵴腋中线为标准调零，经尿管向膀胱内注入 37 ℃的生理盐水 20 mL，关闭三通管使传感器与尿管相通，待呼气末 IAP 监测仪显示波形平稳后则为膀胱压值，即 IAP 值，测量 3 次，取均值[6]。

1.3.5 撤机结局评估标准[7]：① 心血管状态稳定：心率<120 次 /min 或心率改变幅度<20 次 /min；② 肺功能状态良好：具备咳嗽、咳痰能力，RR<35 次 /min 或 RR 改变幅度<50%，无胸腹矛盾运动；③ 氧合充足：动脉血氧分压（arterial partial pressure of oxygen，PaO_2）≥60 mmHg（1 mmHg≈0.133 kPa），动脉血二氧化碳分压（arterial partial pressure of carbon dioxide，$PaCO_2$）增高幅度<10 mmHg，动脉血氧饱和度（arterial oxygen saturation，SaO_2）≥0.90。满足以上条件则提示撤机成功，反之则定义为撤机失败。

1.4 统计学方法：采用 SPSS 20.0 统计软件对数据进行分析和处理。先对计量资料进行正态性检验，均符合正态分布，以均数 ± 标准差（$\bar{x}\pm s$）表示，组间比较采用 t 检验；计数资料以例数表示，组间比较采用 χ^2 检验。将单因素分析中差异有统计学意义的临床指标纳入二分类多因素 Logistic 回归分析，建立风险预测模型；采用 Pearson 相关法分析 SBT 30 min DTF 与 IAP 的相关性；同时绘制受试者工作特征曲线（receiver operator characteristic curve，ROC 曲线），分析 SAP 患者撤机失败风险预测模型的预测价值。P<0.05 表示差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 患者的一般临床资料：最终共 63 例 SAP 患者纳入分析，其中撤机成功 42 例，撤机失败 21 例。不同撤机结局两组 SAP 患者的年龄、性别及入院时的 PaO_2/FiO_2、SOFA 评分及 APACHE Ⅱ 评分等临床基线资料比较差异均无统计学意义（均 P>0.05；表 1），说明两组患者资料均衡，具有可比性。与撤机成功组比较，撤机失败组患者 SBT 30 min IAP、RR、BMI 和 Lac 显著升高，而 DTF 和 VT 则显著降低（均 P<0.05；表 2）。

表 1 SBT 30 min 不同撤机结局两组 SAP 有创机械通气患者基线资料比较

组别	例数（例）	年龄（岁，$\bar{x}\pm s$）	性别（例）		PaO_2/FiO_2（mmHg，$\bar{x}\pm s$）
			男性	女性	
撤机成功组	42	63.4±8.0	23	19	233.31±16.08
撤机失败组	21	60.9±8.5	15	6	236.33±13.29
t/χ^2 值		1.159	1.625		0.743
P 值		0.251	0.277		0.460

组别	例数（例）	SOFA 评分（分，$\bar{x}\pm s$）	APACHE Ⅱ 评分（分，$\bar{x}\pm s$）
撤机成功组	42	9.81±1.77	24.02±3.13
撤机失败组	21	10.62±2.16	21.95±3.09
t 值		1.590	1.369
P 值		0.117	0.176

注：SBT 为自主呼吸试验，SAP 为重症急性胰腺炎，PaO_2/FiO_2 为氧合指数，SOFA 为序贯器官衰竭评分，APACHE Ⅱ 为急性生理学与慢性健康状况评分Ⅱ；1 mmHg≈0.133 kPa

表 2 SBT 30 min 不同撤机结局两组 SAP 有创机械通气患者 SBT 30 min 临床指标比较（$\bar{x}\pm s$）

组别	例数（例）	DTF（%）	IAP（mmHg）	VT（mL）
撤机成功组	42	31.86±3.67	12.12±3.36	413.60±33.68
撤机失败组	21	29.76±3.45	14.05±3.79	379.00±98.74
t 值		2.180	2.059	2.057
P 值		0.033	0.044	0.044

组别	例数（例）	RR（次 /min）	BMI（kg/m²）	Lac（mmol/L）
撤机成功组	42	22.02±5.05	21.74±3.79	4.55±1.09
撤机失败组	21	25.43±8.10	23.71±2.80	5.27±1.69
t 值		2.049	2.117	2.044
P 值		0.045	0.038	0.045

注：SBT 为自主呼吸试验，SAP 为重症急性胰腺炎，DTF 为膈肌增厚分数，IAP 为腹内压，VT 为潮气量，RR 为呼吸频率，BMI 为体质量指数，Lac 为血乳酸；1 mmHg≈0.133 kPa

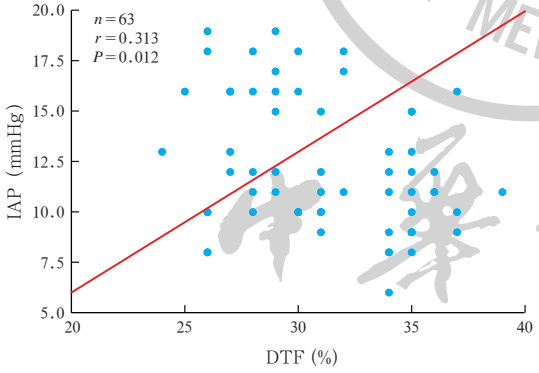
2.2 SAP 患者 SBT 30 min 撤机失败的影响因素分析（表 3）：以 SAP 患者 SBT 30 min 撤机失败为因变量，以单因素分析中差异有统计学意义的临床指标为自变量，进行二分类多因素 Logistic 回归分析。结果显示，DTF、IAP、RR 为 SAP 患者 SBT 30 min 撤机失败的独立危险因素（均 $P<0.05$）；用上述危险因素建立 SBT 30 min 撤机失败的风险预测模型：Logit$P$=−0.237−0.277×DTF+0.242×IAP+0.136×RR。

表 3　SAP 有创机械通气患者 SBT 30 min 撤机失败危险因素的二分类多因素 Logistic 回归分析

指标	β 值	$s_{\bar{x}}$	χ^2 值	df	P 值	OR 值	95%CI
DTF	−0.277	0.133	4.357	1	0.037	0.758	0.584～0.983
IAP	0.242	0.111	4.758	1	0.029	1.276	1.025～1.582
VT	−0.005	0.005	0.960	1	0.327	0.995	0.984～1.005
RR	0.136	0.062	4.744	1	0.029	1.145	1.014～1.294
BMI	0.272	0.155	3.095	1	0.079	1.312	0.969～1.777
Lac	−0.542	0.361	2.251	1	0.134	0.581	0.286～1.181
常量	−0.237	5.421	0.002	1	0.965	0.789	

注：SAP 为重症急性胰腺炎，SBT 为自主呼吸试验，DTF 为膈肌增厚分数，IAP 为腹内压，VT 为潮气量，RR 为呼吸频率，BMI 为体质量指数，Lac 为血乳酸，df 为自由度，OR 为优势比，95%CI 为 95% 可信区间；空白代表无此项

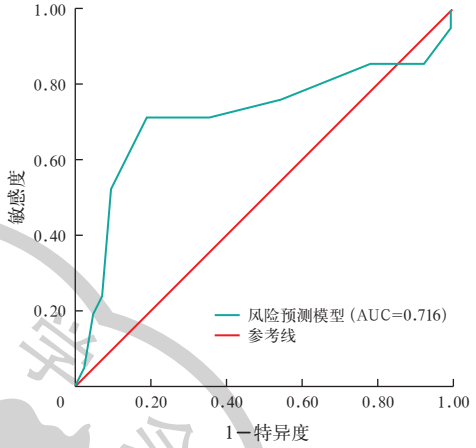
2.3 SAP 患者 SBT 30 min DTF 与 IAP 相关性（图 1）：Pearson 相关性分析显示，SAP 患者 SBT 30 min DTF 与 IAP 存在明显相关性，且呈显著正相关（r=0.313，P=0.012）。



注：SAP 为重症急性胰腺炎，SBT 为自主呼吸试验，DTF 为膈肌增厚分数，IAP 为腹内压；1 mmHg≈0.133 kPa

图 1　SAP 有创机械通气患者 SBT 30 min DTF 与 IAP 的相关性

2.4 SAP 患者 SBT 30 min 撤机失败风险预测模型预测价值的 ROC 曲线分析（图 2）：基于二分类多因素 Logistic 回归分析得出的风险预测模型，通过 ROC 曲线分析该模型对 SAP 患者 SBT 30 min 撤机失败的预测价值，结果显示，该风险预测模型预测 SAP 患者 SBT 30 min 撤机失败的 ROC 曲线下面积（area under the ROC curve，AUC）为 0.716，95% 可信区间（95% confidence interval，95%CI）为 0.559～0.873，P=0.003；敏感度为 85.7%，特异度为 78.6%。说明该风险预测模型对 SAP 患者 SBT 30 min 撤机失败均具有良好的预测价值。



注：DTF 为膈肌增厚分数，IAP 为腹内压，SAP 为重症急性胰腺炎，SBT 为自主呼吸试验，ROC 曲线为受试者工作特征曲线，AUC 为 ROC 曲线下面积

图 2　DTF 与 IAP 导向的风险预测模型预测 SAP 患者 SBT 30 min 撤机失败的 ROC 曲线

3　讨　论

急性胰腺炎（acute pancreatitis，AP）是临床常见的可能危及生命的胃肠道疾病之一，可引起严重程度不同的局部和全身性炎症，大约 20% 的患者会发展为 SAP，导致胰腺组织坏死，一旦发生多器官功能衰竭，病死率将在 30% 以上[8]。SAP 患者合并急性呼吸窘迫综合征（acute respiratory distress syndrome，ARDS）是肺部器官衰竭的重要临床特征，多伴有顽固的低氧血症。SAP 患者由于各种原因造成胰管阻塞、酸化、导管释放胆汁酸，直接引起“炎症风暴”，使胰管压力升高，胰腺实质和胰周坏死，造成患者 IAP 升高，若合并 ACS，膈肌上移，则极易发生膈肌功能障碍[9]，病死率可上升至 49%，这无疑为临床撤机增加了难度。因此，监测 IAP 是非常必要的，本研究旨在通过分析 DTF 和 IAP 等临床指标，早期掌握患者病情变化趋势并及时干预，从而进一步优化 SAP 患者的撤机结局。

膈肌功能障碍可能是 SAP 患者撤机失败的常见原因之一。近年来，膈肌超声作为膈神经刺激法的可靠替代方法，已被临床广泛用于评估膈肌功能以预测撤机结局[10]。本研究中二分类多因素 Logistic 回归分析结果显示，DTF 是 SAP 患者 SBT 30 min 撤机失败的独立危险因素之一，分析原因可能与 SAP

患者膈肌衰弱继发肺不张引起肺阻抗增加和膈肌力量下降有关，从而导致呼吸能力和负荷失衡，呼吸肌无力也被认为在 SBT 期间肺通气损失中发挥作用[11]。一方面，SAP 患者 DTF 降低导致局部胸壁压力变化，在一定程度上使胸腹梯度压力下降，肺通气面积过度丧失，引起撤机失败；另一方面，本研究中观察到撤机失败的 SAP 患者合并膈肌功能障碍发生呼吸窘迫时，胸腔压力倾向于负向波动，引起左心室后负荷和静脉回流压力梯度增加[12]。这些现象最终可能会诱导 SAP 患者撤机失败。本研究结果显示，IAP 也是 SAP 患者 SBT 30 min 撤机失败的独立危险因素之一，被定义为隐藏在腹腔内的稳态压力，原因可能是发生 SAP 时腹腔出现大量渗出内容物，并且大量液体引起肠水肿，使 IAP 升高[13]，膈肌活动度降低，横膈膜上的腹部压力会降低胸腔的顺应性，造成肺血管阻力增加[14]，患者最初表现为高碳酸血症，但随后可能发生低氧血症。值得注意的是，IAP 上升与 DTF 下降均可引起 SAP 患者的胸腹压力梯度变化，这为此类患者撤机增加了双重难度。

本研究结果显示，RR 是 SAP 患者 SBT 30 min 撤机失败的独立危险因素之一，表明撤机失败患者存在过强的吸气努力。本研究还显示，RR 增快通常伴有辅助呼吸肌收缩，是反映高呼吸驱动的直接指标之一，这意味着在 SBT 期间撤机失败可能存在更加严重的自发性肺损伤[15]。SAP 患者发生 IAH 时，膈肌上抬，导致肺容积减小，出现全身炎症反应，容易合并 ARDS，造成肺部毛细血管通透性增加、肺间质水肿、肺渗出增多等一系列病变，从而加重肺损伤[16]。本研究中观察时间点虽然处于撤机阶段，但仍应密切关注患者的呼吸功能和发生肺损伤的风险；值得注意的是，此阶段患者过强的呼吸驱动也可能预示着肺泡仍然处于水肿或陷闭状态[17]。RR 可以作为 SAP 患者撤机结局的指标之一，需要综合判断 RR 在撤机结局中发挥的作用。

本研究中 Pearson 相关性分析结果显示，SAP 患者 SBT 30 min DTF 与 IAP 存在明显相关性，且呈显著正相关；ROC 曲线分析结果显示，SAP 患者 SBT 30 min 撤机失败风险预测模型的 AUC 为 0.716。表明该风险预测模型在 SAP 患者撤机阶段发挥着举足轻重的作用，有望成为评估和监测 SAP 患者撤机结局的重要指标之一。

综上所述，基于 DTF 与 IAP 监测为导向的风险预测模型对 SAP 患者撤机结局具有良好的预测价值；DTF 与 IAP 在 SAP 的撤机阶段存在明确的相关性，能够在撤机阶段早期简便地判断 SAP 患者的病情严重程度，从而为进一步治疗 SAP 提供早期规范的相关依据。然而，本研究纳入的病例相对较少，仍需要开展多中心大规模的临床研究加以证实。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

[1] 付豹，范中红，高飞，等. 重症急性胰腺炎患者腹腔出血特点及其对预后的影响 [J]. 中华危重病急救医学，2022, 34 (1): 70-74. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20210128-00159.

[2] 郭春梅，刘红，台卫平，等. 重症急性胰腺炎合并胃肠功能障碍早期预测模型的建立及其应用价值 [J]. 中华危重病急救医学，2019, 31 (10): 1264-1268. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2019.10.016.

[3] 张华锋，赵佳，张允忠，等. 以腹内压和氧合指数为目标终点指导重症急性胰腺炎患者液体复苏的管理 [J]. 中华危重病急救医学，2022, 34 (5): 525-528. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20211115-01720.

[4] 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，沈阳)[J]. 中华胰腺病杂志，2019, 19 (5): 321-331. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1674-1935.2019.05.001.

[5] Itagaki T, Nakanishi N, Takashima T, et al. Effect of controlled ventilation during assist-control ventilation on diaphragm thickness: a post hoc analysis of an observational study [J]. J Med Invest, 2020, 67 (3.4): 332-337. DOI: 10.2152/jmi.67.332.

[6] 朱苑霞，蔡艳，龚海燕，等. ICU 患者经膀胱内途径间接监测腹腔内压力的影响因素分析 [J]. 临床医学工程，2021, 28 (3): 397-398. DOI: 10.3969/j.issn.1674-4659.2021.03.0397.

[7] Peñuelas O, Frutos-Vivar F, Fernández C et al. Characteristics and outcomes of ventilated patients according to time to liberation from mechanical ventilation [J]. Am J Respir Crit Care Med, 2011, 184 (4): 430-437. DOI: 10.1164/rccm.201011-1887OC.

[8] Xie YL, Yuan Y, Su WT et al. Effect of continuous hemofiltration on severe acute pancreatitis with different intra-abdominal pressure: a cohort study [J]. Medicine (Baltimore), 2021, 100 (44): e27641. DOI: 10.1097/MD.0000000000027641.

[9] 孙旗，钱风华. 呼吸机相关性膈肌功能障碍的发病机制及治疗进展 [J]. 中国急救医学，2021, 41 (10): 907-910. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1949.2021.10.015.

[10] 王祥，黄诗倩，夏祖和，等. 超声监测膈肌功能在临床中的应用进展 [J]. 中华危重病急救医学，2021, 33 (5): 638-640. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20200824-00591.

[11] 孙强，山峰，董海，等. 超声膈肌增厚率对重症肌无力危象机械通气患者撤机成功的预测价值 [J]. 中华危重病急救医学，2017, 29 (7): 619-623. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2017.07.009.

[12] Ma XY, Dong ZF, Wang YS, et al. Risk factors analysis of thoracic trauma complicated with acute respiratory distress syndrome and observation of curative effect of lung-protective ventilation [J]. Front Surg, 2022, 8: 826682. DOI: 10.3389/fsurg.2021.826682.

[13] Siebert M, Le Fouler A, Sitbon N, et al. Management of abdominal compartment syndrome in acute pancreatitis [J]. J Visc Surg, 2021, 158 (5): 411-419. DOI: 10.1016/j.jviscsurg.2021.01.001.

[14] 葛慧青，徐培峰，陆志华，等. 腹内高压对机械通气兔膈肌细胞凋亡和超微结构的影响 [J]. 中华急诊医学杂志，2012, 21 (8): 851-854. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2012.08.012.

[15] 薛寒，陈小枫，缪小莉，等. 超声膈肌增厚分数联合峰压和驱动压对脓毒症机械通气患者撤机预测价值研究 [J]. 中国急救复苏与灾害医学杂志，2021, 16 (10): 1146-1149, 1153. DOI: 10.3969/j.issn.1673-6966.2021.10.017.

[16] 张磊，陈国忠，王华英，等. 膈肺超声联合评估对急性呼吸衰竭机械通气患者撤机结局的预测价值 [J]. 中华危重病急救医学，2022, 34 (9): 941-946. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20220303-00200.

[17] 陈月，李晓东，李甜，等. 机械能对急性呼吸窘迫综合征患者应用自适应分钟通气联合智能触发模式撤机结局的预测价值 [J]. 中国呼吸与危重监护杂志，2022, 21 (2): 112-117.

（收稿日期：2022-09-30）