

· 论著 · 胸部 ·

一项回顾性队列研究：嗜酸性粒细胞计数可预测脱机拔管后呼吸衰竭患者序贯经鼻高流量湿化氧疗再插管风险

洪 达^{1,2} 游梦青^{3,*}

1.福州大学附属省立医院全科医学科(福建 福州 350001)

2.福建医科大学省立临床医学院(福建 福州 350001)

3.福州大学附属省立医院消化内科(福建 福州 350001)

【摘要】目的 确定综合ICU中呼吸衰竭患者拔管的最佳时机，一直是一件具有挑战性的工作。我们发现，通过自主呼吸试验(SBT)的部分患者，在拔除气管插管并接受经鼻高流量湿化氧疗(HFNC)后，很快发生了再次气管插管事件。本研究旨在探究嗜酸性粒细胞在气管插管拔管成功率中的潜在角色。**方法** 自2017年1月1日至2022年12月31日，我们收集了入住福建省立医院综合ICU共443名脱机拔管后序贯HFNC的呼吸衰竭患者拔除气管插管前数据。将14天内再次插管的71例为失败组，成功脱机的372例为成功组。采用多因素Logistic回归分析，就14天内再次气管插管的危险因素，构建预测模型。并以ROC曲线、校准曲线及决策曲线分析验证模型的准确性和获益率。**结果** Logistic回归分析确定嗜酸性粒细胞计数独立预测 HFNC 治疗后再插管风险 (OR=0.029, 95% CI: 0.004~0.168, P<0.001)。预测模型经ROC分析验证，AUC为0.822，特异度75.3%，灵敏度76.1%。**结论** 嗜酸性粒细胞计数可独立于其他传统临床指标预测脱机拔管后序贯HFNC患者再次气管插管风险。嗜酸性粒细胞计数联合其他临床因素可有效预测拔管后再插管风险，支持其在ICU决策中的应用。

【关键词】嗜酸性粒细胞；气管插管拔除；呼吸衰竭；再插管

【中图分类号】R563.8

【文献标识码】A

DOI:10.3969/j.issn.1009-3257.2026.3.022

Eosinophil Count Predicts Reintubation Risk in Respiratory Failure Patients Receiving High-Flow Nasal Cannula Post-Extubation: a Retrospective Cohort Study

HONG Da^{1,2}, YOU Meng-qing^{3,*}

1.Department of General Practice, Fuzhou University Affiliated Provincial Hospital, Fuzhou 350001, Fujian Province, China

2.Shengli Clinical Medical College of Fujian Medical University, Fuzhou 350001, Fujian Province, China

3.Department of Gastroenterology, Fuzhou University Affiliated Provincial Hospital, Fuzhou 350001, Fujian Province, China

Abstract: Objective Determining the optimal timing for extubation in the ICU remains challenging. Clinical observations indicate that some patients who pass the spontaneous breathing trial (SBT) still require reintubation shortly after extubation, despite receiving high-flow nasal cannula (HFNC) therapy. This study aims to investigate the value of eosinophil count in predicting extubation outcomes and to provide novel insights for clinical decision-making. **Methods** We retrospectively analyzed data from 443 respiratory failure patients who underwent extubation followed by HFNC therapy in the ICU of Fujian Provincial Hospital between January 1, 2017, and December 31, 2022. Patients were categorized into a failure group (reintubation within 14 days, n=71) and a success group (n=372). A prediction model was constructed using multivariable logistic regression and validated using Receiver Operating Characteristic (ROC) curve, calibration curve, and Decision Curve Analysis (DCA). **Results** Logistic regression identified eosinophil count as an independent predictor of reintubation risk following HFNC therapy (OR=0.029, 95%CI: 0.004~0.168, P<0.001). The prediction model demonstrated robust performance with an Area Under the Curve (AUC) of 0.822, a sensitivity of 76.1%, and a specificity of 75.3%. **Conclusion** Eosinophil count serves as an independent predictor of reintubation risk in respiratory failure patients receiving HFNC post-extubation. Incorporating eosinophil count with other clinical markers effectively stratifies reintubation risk, supporting its utility in ICU clinical decision-making.

Keywords: Eosinophils; Extubation; Respiratory Failure; Reintubation

1 介绍

机械通气的长期使用可能导致严重并发症^[1]。因此，适时拔管是有益的，它不仅降低了机械通气相关并发症的风险，并改善气道清除率^[2]。然而约6%~19%患者在成功完成自主呼吸试验(SBT)后，拔管失败并需再次插管^[3-4]。随之而来的是机械通气持续时间延长、死亡率升高、气管切开术需求增加及医疗费用增加^[5]。虽然已有研究提示高流量鼻吸氧(HFNC)可有效降低再插管率^[6-8]，被广泛用于拔管后持续呼吸衰竭的治疗^[9-10]。

但在实际的临床工作中，部分脱机拔管后出现呼吸衰竭的患者序贯应用HFNC治疗依然可能会失败，这给临床医生们带来了挑战。因此，提高我们对预测HFNC拔管后失败因素的了解，以期临床决策提供更多信息^[11]。

嗜酸性粒细胞(eosinophils)是一种多功能的白细胞，它们能够分泌包括细胞因子在内的多种介质，这些介质对局部环境产生影响^[12]。在健康状态下，嗜酸性粒细胞支持器官组织的发育；而在组织受损时，它们作为炎症效应细胞发挥作

【第一作者】洪 达，男，主治医师，主要研究方向：内科学(心血管病)。E-mail: 550631535@qq.com

【通讯作者】游梦青，女，护师，主要研究方向：护理学。E-mail: 987596985@qq.com

用，并在炎症反应后促进组织再生和伤口愈合^[13]。例如，一项回顾性队列研究发现，接受胸腔内修复术的B型主动脉夹层患者中，较低的入院嗜酸性粒细胞值预示着短期和长期死亡率较高^[14]。另一项关于COVID-19的研究发现，危重症患者的嗜酸性粒细胞水平显著降低，且在控制了混杂因素后嗜酸性粒细胞水平的持续下降与死亡率独立相关^[15]。近期研究还提示，在COPD患者中较高的嗜酸性粒细胞与较好的预后相关^[16]。这些研究提示我们，嗜酸性粒细胞或许是拔管后序贯HFNC再插管风险的潜在危险因素。当然，拔管结果的预测很难用单一因素来解释和判断。既往的研究提示拔管结果受到包括高龄、休克、心衰、肺部疾病、脓毒症、严重的疾病、较多的自主呼吸试验次数、机械通气时间>7天、低PaO₂、低PaO₂/FiO₂、低白蛋白血症、低磷血症、高BNP等多种因素影响^[17-25]。较高的APACHE-II评分与再次插管正相关^[23,26]，而较少的气管支气管分泌物与再次插管呈负相关^[27]。因此，在综合ICU中，构建一个包含简单、客观、易获得的预测模型，可能为降低再插管风险提供更多的客观和可靠信息，为临床医生提供决策支持。

2 方法

该研究经福建省立医院研究伦理委员会(K2024-06-025)批准，数据来自电子病历。

2.1 研究人群及纳入标准 本研究回顾性纳入2017年1月1日至2022年12月31日期间入住福建省立医院ICU，接受有创通气>24h、拔管前氧合指数<300mmHg且SBT成功后序贯HFNC的患者。

排除标准：年龄<18岁、气管切开、资料缺失、脱机/停止治疗后死亡、自动出院及拒绝再插管或心肺复苏患者。根据14天内是否再插管分为HFNC成功组与失败组。

2.2 脱机和拔管程序 每日评估SBT条件：原发病改善、氧合稳定(SpO₂≥90%，FiO₂≤40%，PEEP≤8cmH₂O)及血流动力学稳定。SBT方案为压力支持5cmH₂O、PEEP 5cmH₂O持续30分钟。SBT30分钟后pH>7.35且耐受者予以拔管并序贯HFNC。脱机成功定义为拔管48h内无呼吸支持；脱机失败定义为未通过SBT或48h内再插管^[28]。

2.3 研究终点 研究终点定义为成功接受脱机和拔管，然后进行HFNC治疗的患者是否因严重呼吸衰竭在14天内需要再次插管。

2.4 数据收集的参数 临床资料包括：患者的一般特征(性别、年龄)，吸烟史，插管原因，插管天数，既往基础疾病[冠状动脉粥样硬化性心脏病、慢性心力衰竭、支气管哮喘、慢性阻塞性肺疾病(COPD)]，气管插管时和拔管时急性病生理学和长期健康评价(acute physiology and chronic health evaluation, APACHE) II评分、序贯器官衰竭估计(sequential organ failure assessment, SOFA)评分、气管插管期间是否使用血管活性药物。

实验室指标：拔管当天血气分析指标[(动脉血氧分压, PaO₂)、(动脉血二氧化碳分压, PaCO₂)、氧合指数]，拔管前3天血常规指标、降钙素原，C反应蛋白、氨基末端脑钠肽前体(N-terminal pro-brain natriuretic peptide, NT-proBNP)，血脂指标、生化指标、凝血指标。

2.5 HFNC设备 HFNC(Optiflow; Fisher&Paykel Healthcare, 奥克兰, 新西兰)。

2.6 统计学方法 计量资料依据正态性分别以均值±标准差($\bar{x} \pm s$)或中位数及四分位数范围[M(Q1, Q3)]表示，并通过t

检验或Mann-Whitney U检验分析；计数资料以百分比表示，采用 χ^2 检验或Fisher精确检验。经VIF排除共线性后，结合文献及Logistic回归筛选变量纳入预测模型中。

限制性立方样条(RCS)证实嗜酸性粒细胞与再插管呈线性关系(非线性P=0.142)，据此构建列线图。通过受试者工作特征曲线(receiver operating characteristic curve, ROC曲线)、校准曲线及决策曲线分析(decision curve analysis, DCA)评估模型效能与获益。P值小于0.05被认为具有统计学意义。所有统计分析均在R软件(版本4.3.2; <http://www.r-project.org>)中完成。

3 结果

3.1 一般情况 研究初筛452例，排除9例自动出院者，最终纳入443例(男性153例，女性290例)。其中成功组372例，失败组71例。吸烟者占35.0%，常见合并症包括慢性心衰(37.0%)、冠心病(33.9%)、COPD(21.4%)。两组在人口学、插管特征(评分、时长)、肝肾功能(表1)及基础病(表3)方面无显著差异。插管原因分布如(表2)所示。然而，失败组表现出更高的炎症水平(中性粒细胞、CRP、PCT, 均P<0.001)以及更低的脂质代谢指标(TC、LDL、ApoB, 均P<0.001)、白蛋白(P=0.033)和血红蛋白(P<0.001)。

3.2 嗜酸性粒细胞计数和再插管事件 再插管患者的嗜酸性粒细胞计数显著降低(表1)。经VIF排除共线性后，将嗜酸性粒细胞计数、PCT、插管期间是否血管活性药物使用、痰液病原体阳性及拔管当天APACHE-II评分纳入多因素Logistic回归模型。在调整人口学及临床基线资料后，分析证实嗜酸性粒细胞计数是HFNC治疗后再插管的独立预测因子(表4)。

3.3 拔管后序贯HFNC失败多因素logistic回归分析 在预测再插管的logistic回归模型中，将上述中提到的5个危险因素确定为自变量：嗜酸性粒细胞计数(OR=0.029, 95% CI: 0.004~0.168, P<0.001)，PCT(OR=1.278, 95% CI: 1.161~1.442, P<0.001)，插管期间是否使用血管活性药物(OR=3.573, 95% CI: 1.724~8.157, P=0.001)和痰液病原体阳性(OR=2.934, 95% CI: 1.249~6.666, P=0.012)，拔管当天APACHE-II评分(OR=1.089, 95% CI: 1.024~1.162, P=0.008)。模型预测效能良好，AUC为0.822(特异度75.3%，灵敏度76.1%，P<0.01)(图1)。RCS显示嗜酸性粒细胞与再插管风险总体呈负相关(图2A)。在 $0.176 \times 10^9/L$ 水平附近，随着嗜酸性粒细胞水平的增加，再插管的风险逐渐降低。在女性亚组(图2B)和男性亚组(图2C)之间，趋势是一致的。然而男性亚组中较低的嗜酸性粒细胞水平($<0.176 \times 10^9/L$)与再插管风险相关性没有明显的统计学意义。据此构建列线图(图3)。DCA显示模型具有良好的临床净获益(图4)，校准曲线证实预测风险与实际风险高度一致(图5)。

表3 各组基础疾病分布对比

基础疾病	冠心病	慢性心衰	哮喘	COPD
	(P=0.882)	(P=0.095)	(P=0.462)	(P=0.586)
HFNC成功组(n=372)	127(34.14%)	131(35.22%)	34(9.14%)	82(22.04%)
HFNC失败组(n=71)	23(32.39%)	33(46.48%)	4(5.63%)	13(18.31%)

表1 研究人群的基线特征比较

	HFNC成功组(n=372)	HFNC失败组(n=71)	OR	P
性别: 男	128(34.41%)	25 (35.21%)	1.04[0.60;1.76]	0.843
年龄(岁)	69.00[58.00;82.00]	74.00[63.00;82.00]	1.01[1.00;1.03]	0.162
吸烟: 是	125(33.60%)	30 (42.25%)	1.45[0.85;2.43]	0.206
插管>7天: 是	191(51.34%)	44 (61.97%)	1.54[0.92;2.62]	0.130
痰病原学阳性: 是	29(7.80%)	15 (21.13%)	3.17[1.56;6.24]	0.001
插管当天SOFA评分	9.00[6.00;12.00]	8.00 [6.00;11.00]	0.98[0.91;1.05]	0.447
插管当天APACHE- II 评分	20.85(7.27)	19.68 (6.05)	0.98[0.94;1.01]	0.151
拔管当天SOFA评分	4.00[2.00;6.00]	5.00 [4.00;7.00]	1.16[1.05;1.29]	<0.001
拔管当天APACHE- II 评分	11.55(5.14)	13.76 (5.20)	1.09[1.03;1.14]	0.001
使用血管活性药物: 是	222(59.68%)	60 (84.51%)	3.64[1.92;7.55]	<0.001
中性粒细胞(*10 ⁹ /L)	6.88(3.13)	9.62 (5.54)	1.18[1.11;1.26]	<0.001
淋巴细胞(*10 ⁹ /L)	1.30(0.71)	1.24 (1.02)	0.90[0.64;1.26]	0.629
嗜酸性粒细胞(*10 ⁹ /L)	0.27(0.29)	0.12 (0.14)	0.02[0.00;0.14]	<0.001
降钙素原(ng/mL)	0.96(1.59)	7.77 (14.71)	1.27[1.16;1.40]	<0.001
CRP(mg/L)	45.58(43.77)	91.74 (72.44)	1.01[1.01;1.02]	<0.001
白蛋白(g/L)	33.47(7.33)	31.30 (7.80)	0.96[0.93;0.99]	0.033
总胆固醇(mmol/L)	3.21(1.18)	2.57 (0.89)	0.57[0.44;0.74]	<0.001
甘油三酯(mmol/L)	1.61(1.32)	1.54 (1.38)	0.96[0.79;1.18]	0.715
低密度脂蛋白(mmol/L)	1.91(0.91)	1.38 (0.64)	0.43[0.30;0.62]	<0.001
高密度脂蛋白(mmol/L)	0.80(0.37)	0.73 (0.39)	0.58[0.28;1.19]	0.156
胆红素(umol/L)	18.24(20.85)	17.83 (14.71)	1.00[0.99;1.01]	0.842
肌酐(umol/L)	135.68(132.65)	131.69 (95.57)	1.00[1.00;1.00]	0.764
NT-proBNP(Pg/mL)	4254.30(4822.84)	5306.41 (5630.24)	1.00[1.00;1.00]	0.144

表2 各组插管主要原因占比

插管主要原因	呼吸衰竭	心力衰竭	神经系统疾患	手术需要	其他
HFNC成功组	228(61.29%)	96(25.81%)	25(6.72%)	16(4.30%)	7(1.88%)
HFNC失败组	40(56.34%)	16(22.54%)	4(5.63%)	11(15.49%)	0(0.00%)

表4 拔管后呼吸衰竭患者再插管风险因素的多因素 Logistic 回归分析

	model 1	model 2	model 3
OR(CI)	0.029(0.004,0.168)	0.035(0.004,0.216)	0.021(0.001,0.221)
p-value	0.0003	0.0009	0.0029
model 1:	嗜酸性粒细胞计数、PCT、插管期间是否血管活性药物使用、痰液病原体阳性和 拔管当天APACHE- II 评分		
model 2:	model 1、性别、年龄、吸烟、插管的主要原因、插管持续时间是否超过 7 天、基础疾病		
model 3:	model2, 白蛋白、血脂、肝肾功能		

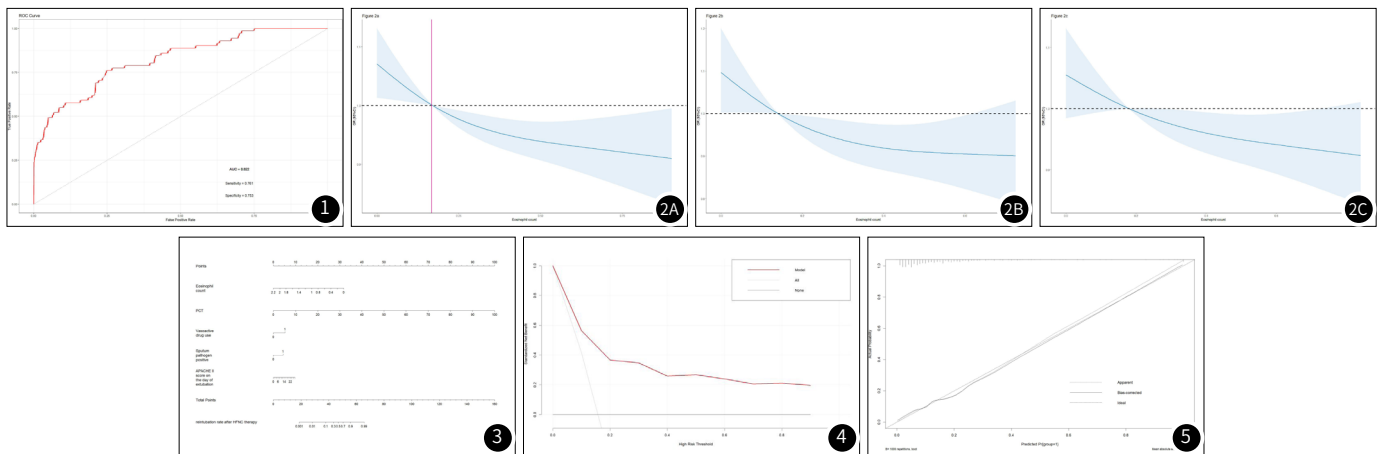


图1 预测拔管后HFNC失败风险的受试者工作特征 (ROC) 曲线。模型的曲线下面积 (AUC) 为 0.822 (P<0.01), 特异度 75.3%, 灵敏度 76.1%。**图2** 嗜酸性粒细胞计数与再插管风险关系的限制性立方样条 (RCS) 分析。总人群 (图2A)、女性亚组 (图2B) 和男性亚组 (图2C) 的相关性。实线表示比值比 (OR), 阴影区域表示 95% 置信区间。**图3** 预测 HFNC 治疗后患者再插管风险的列线图。**图4** 预测模型的决策曲线分析 (DCA)。Y 轴代表净获益, X 轴代表阈值概率。红线代表预测模型, 灰线代表假设所有患者均再插管, 黑线代表假设所有患者均不再插管。**图5** 预测模型的校准曲线, X 轴为预测的再插管风险, Y 轴为实际观察到的风险。对角虚线代表理想预测模型, 实线代表偏差校正后的性能估计。

4 讨论

机械通气患者再插管预后不良。相较于标准评分，嗜酸性粒细胞计数具有低成本、快速等优势^[29]，可以作为临床实践中评估该患者群体再插管风险的关键标记。本研究发现嗜酸性粒细胞计数 $>0.176 \times 10^9/L$ 的患者再插管风险显著降低。在整个人群中，嗜酸性粒细胞计数 $<0.176 \times 10^9/L$ 与再插管风险比值的显著增加有关。这种趋势在女性中尤为明显，但因亚组样本量限制，还需要进一步的研究来验证这一观察结果。我们将嗜酸性粒细胞、PCT、血管活性药物、痰病原体及APACHE-II评分纳入模型，兼顾了临床可操作性与统计学稳健性。

既往研究多关注嗜酸性粒细胞的致病性。GWAS发现相关SNPs与哮喘及心梗有关^[30-31]。在哮喘中，2型炎症招募嗜酸性粒细胞聚集^[31-32]，其颗粒蛋白介导组织损伤、纤维化及气道功能障碍^[33]。嗜酸性粒细胞增多与疾病严重程度呈正相关，糖皮质激素的疗效也部分源于对其的抑制^[34]。然而，其保护作用不容忽视。在急性心梗中，嗜酸性粒细胞向受损心肌聚集；小鼠模型显示，去除嗜酸性粒细胞会延迟巨噬细胞向修复表型转化，加重心脏重塑，提示其促进抗炎环境形成^[35]。此外，作为先天免疫成分^[36]，Amali E等人的研究中发现，嗜酸性粒细胞可诱导CD8 T细胞活化以抑制流感病毒复制，这均展示了嗜酸性粒细胞的保护作用。

5 局限性

本研究存在几点局限：首先，回顾性设计不可避免地受到偏倚影响。尽管进行了多因素调整，仍无法排除未测量混杂因素的干扰。

其次，数据依赖病历记录，可能受限于数据质量。例如，仅记录血管活性药物的使用与否不够精准；既往研究显示，使用高剂量血管活性药物(去甲肾上腺素当量 $>0.1 \mu g/kg/min$)拔管后再插管风险增加2.25倍，而接受低剂量血管活性药物(去甲肾上腺素当量约 $0.1 \mu g/kg/min$)治疗时拔管的患者死亡风险降低了31%^[37]。未来需收集更细化的剂量数据以验证结果。

最后，外推性的局限性：我们的研究样本来自单一地区的医院，其普遍适用性有待未来的研究应该在更广泛的人群中进行，以验证我们的发现。

6 结论

本研究强调了嗜酸性粒细胞计数作为拔管后接受HFNC治疗患者再插管的一种新颖和独立的预测因素的重要性。将嗜酸性粒细胞计数纳入综合预测模型，为提高这一脆弱患者群体的患者护理和结果提供了有希望的工具。

参考文献

- Apfelbaum JL, Hagberg CA, Caplan RA, et al. Practice guidelines for management of the difficult airway: an updated report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway [J]. *Anesthesiology*, 2013, 118: 251-270.
- Popat M, Mitchell V, Dravid R, et al. Difficult Airway Society Guidelines for the management of tracheal extubation [J]. *Anaesthesia*, 2012; 67: 318-340.
- Esteban A, Alia I, Gordo F, et al. Extubation outcome after spontaneous breathing trials with T-tube or pressure support ventilation. The Spanish Lung Failure Collaborative Group [J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 1997, 156: 459-465.
- Lai CC, Chen CM, Chiang SR, et al. Establishing predictors for successfully planned endotracheal extubation [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2016, 95: e4852.
- McLean S, Lanam CR, Benedict W, et al. Airway exchange failure and complications with the use of the Cook Airway Exchange Catheter®: a single center cohort study of 1177 patients [J]. *Anesth Analg*, 2013, 117: 1325-1327.
- Fernando SM, Tran A, Sadeghirad B, et al. Noninvasive respiratory support following

- extubation in critically ill adults: a systematic review and network meta-analysis. *Intensive Care Med*, 2022; 48: 137-147.
- Xu Z, Li Y, Zhou J, et al. High-flow nasal cannula in adults with acute respiratory failure and after extubation: a systematic review and meta-analysis [J]. *Respir Res*, 2018, 19: 202.
- Tongyoo S, Tantibundit P, Daorattanachai K, et al. High-flow nasal oxygen cannula vs. noninvasive mechanical ventilation to prevent reintubation in sepsis: a randomized controlled trial [J]. *Ann Intensive Care*, 2021; 11: 135.
- Casey JD, Vaughan EM, Lloyd BD, et al. Protocolized Postextubation Respiratory Support to Prevent Reintubation: A Randomized Clinical Trial. *Am J Respir Crit Care Med*, 2021, 204: 294-302.
- Quintard H, l'Her E, Pottecher J, et al. Experts' guidelines of intubation and extubation of the ICU patient of French Society of Anaesthesia and Intensive Care Medicine (SFAR) and French-speaking Intensive Care Society (SRLF): In collaboration with the pediatric Association of French-speaking Anaesthetists and Intensivists (ADARPEF), French-speaking Group of Intensive Care and Paediatric emergencies (GFRUP) and Intensive Care physiotherapy society (SKR). *Ann Intensive Care*, 2019, 9: 13.
- Hryciw BN, Hryciw N, Tran A, et al. Predictors of noninvasive ventilation failure in the post-extubation period: a systematic review and meta-analysis [J]. *Crit Care Med*, 2023, 51: 872-880.
- Weller PF, Spencer LA. Functions of tissue-resident eosinophils [J]. *Nat Rev Immunol*, 2017, 17: 746-760.
- Spencer LA, Bonjour K, Melo RC, et al. Eosinophil secretion of granule-derived cytokines [J]. *Front Immunol*, 2014, 5: 496.
- Zhao K, Zhu H, Ma J, et al. Peripheral eosinophil count is associated with the prognosis of patients with type B aortic dissection undergoing endovascular aortic repair: a retrospective cohort study. *J Am Heart Assoc*, 2022, 11: e027339.
- Yan B, Yang J, Xie Y, et al. Relationship between blood eosinophil levels and COVID-19 mortality [J]. *World Allergy Organ J*, 2021, 14: 100521.
- Kostikas K, Papanthasiou E, Papaioannou AI, et al. Blood eosinophils as predictor of relapse in patients hospitalized for COPD exacerbations: a prospective observational study [J]. *Biomarkers*, 2021, 26: 354-362.
- Thille AW, Harrois A, Schortgen F, et al. Outcomes of extubation failure in medical intensive care unit patients [J]. *Crit Care Med*, 2011, 39: 2612-2618.
- Epstein SK, Ciubotaru RL, Wong JB. Effect of failed extubation on the outcome of mechanical ventilation [J]. *Chest*, 1997, 112: 186-192.
- Frutos-Vivar F, Ferguson ND, Esteban A, et al. Risk factors for extubation failure in patients following a successful spontaneous breathing trial [J]. *Chest*, 2006, 130: 1664-1671.
- Namen AM, Ely EW, Tatter SB, et al. Predictors of successful extubation in neurosurgical patients [J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2001, 163: 658-664.
- Xiao M, Duan J. Weaning attempts, cough strength, and albumin are independent risk factors of reintubation in medical patients [J]. *Clin Respir J*, 2018, 12: 1240-1246.
- Xie Z, Liu J, Yang Z, et al. Risk factors for post-operative planned reintubation in patients after general anesthesia: a systematic review and meta-analysis [J]. *Front Med (Lausanne)*, 2022, 9: 839070.
- Li W, Zhang Y, Wang Z, et al. The risk factors of reintubation in intensive care unit patients on mechanical ventilation: A systematic review and meta-analysis [J]. *Intensive Crit Care Nurs*, 2023, 74: 103340.
- Santibañez-Velázquez M, Medina-García G, Ocharán-Hernández ME. Association of independent risk factors with post-extubation failure in patients undergoing mechanical ventilation weaning [J]. *Gac Med Mex*, 2020, 156: 539-545.
- Thille AW, Boissier F, Ben Ghezala H, et al. Risk factors for and prediction by caregivers of extubation failure in ICU patients: a prospective study [J]. *Crit Care Med*, 2015, 43: 613-620.
- Halaseh RM, Drescher GS, Al-Ahmad M, et al. Risk Factors and Outcomes Associated With Reintubation Secondary to Respiratory Failure in COVID-19 Subjects With ARDS [J]. *Respir Care*, 2023.
- Khamiees M, Raju P, DeGirolamo A, et al. Predictors of extubation outcome in patients who have successfully completed a spontaneous breathing trial [J]. *Chest*, 2001; 120: 1262-1270.
- Akella P, Voigt LP, Chawla S. To wean or not to wean: a practical patient focused guide to ventilator weaning [J]. *J Intensive Care Med*, 2022, 37: 1417-1425.
- Korkmaz I, Tekin YK, Tekin G, et al. Eosinophil cell count predicts mortality in the intensive care unit after return of spontaneous circulation [J]. *Rambam Maimonides Med J*, 2022, 13.
- Gudbjartsson DF, Bjornsdottir US, Halapi E, et al. Sequence variants affecting eosinophil numbers associate with asthma and myocardial infarction [J]. *Nat Genet*, 2009; 41: 342-347.
- Choi GS, Kim JH, Shin YS, et al. Eosinophil activation and novel mediators in the aspirin-induced nasal response in AERD [J]. *Clin Exp Allergy*, 2013, 43: 730-740.
- Wenzel SE. Asthma phenotypes: the evolution from clinical to molecular approaches [J]. *Nat Med*, 2012; 18: 716-725.
- Nair P, Pizzichini MM, Kjarsgaard M, et al. Mepolizumab for prednisone-dependent asthma with sputum eosinophilia [J]. *N Engl J Med*, 2009, 360: 985-993.
- Acharya KR, Ackerman SJ. Eosinophil granule proteins: form and function [J]. *J Biol Chem*, 2014, 289: 17406-17415.
- Toor IS, Ruckerl D, Mair I, et al. Eosinophil Deficiency Promotes Aberrant Repair and Adverse Remodeling Following Acute Myocardial Infarction [J]. *JACC Basic Transl Sci*, 2020, 5: 665-681.
- Simon HU, Yousefi S, Germic N, et al. The Cellular Functions of Eosinophils: Collegium Internationale Allergologica (CIA) Update 2020 [J]. *Int Arch Allergy Immunol*, 2020, 181: 11-23.
- Zarrabian B, Wunsch H, Stelfox HT, et al. Liberation from invasive mechanical ventilation with continued receipt of vasopressor infusions [J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2022, 205: 1053-1063.

(收稿日期: 2024-11-19)

(校对编辑: 赵望淇)

(排版编辑: 刘维嘉)