

· 论 著 · DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2025.07.023

mROX 指数及血清 NOS、LDH 预测经鼻高流量氧疗治疗重症肺部感染所致 ARDS 患者接受 HFNC 治疗结局的价值

徐 松,倪晓菲,徐丽佳,杨晓梅[△]

江苏省张家港市第一人民医院急诊科,江苏苏州 215600

摘要:目的 评估改良 ROX(mROX)指数、血清一氧化氮合酶(NOS)和乳酸脱氢酶(LDH)预测重症肺部感染所致急性呼吸窘迫综合征(ARDS)患者接受经鼻高流量氧疗(HFNC)治疗结局的价值。方法 回顾性分析 2022 年 1 月至 2023 年 12 月该院重症监护病房收治的 150 例接受 HFNC 治疗的重症肺部感染所致 ARDS 患者的临床资料。根据患者 28 d 的临床结局分为 HFNC 成功组和 HFNC 失败组。收集患者入院时的 mROX 指数以及血清 NOS 水平、LDH 水平和其他相关临床参数。比较两组临床资料、mROX 指数及实验室指标;采用多因素 Logistic 回归分析 mROX 指数、NOS 和 LDH 对重症肺部感染所致 ARDS 患者接受 HFNC 治疗结局的影响因素;采用受试者工作特征(ROC)曲线评估 mROX 指数、NOS、LDH 单独及联合检测对重症肺部感染所致 ARDS 患者接受 HFNC 治疗结局的预测效能。结果 150 例患者根据 28 d 临床结局,被分为 HFNC 成功组和 HFNC 失败组,分别为 85、65 例;两组 mROX 指数、NOS、LDH、C 反应蛋白(CRP)、降钙素原(PCT)、急性生理学与慢性健康状况评价 II(APACHE II)评分比较,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。多因素 Logistic 回归分析结果显示,APACHE II 评分、mROX 指数、NOS、LDH 均是重症肺部感染所致 ARDS 患者接受 HFNC 治疗结局的影响因素($P < 0.05$)。ROC 曲线分析结果显示,mROX 指数、NOS、LDH 及联合检测预测重症肺部感染所致 ARDS 患者治疗结局的曲线下面积(AUC)分别为 0.848、0.815、0.808、0.901,联合检测的 AUC 明显大于各项指标单独检测的 AUC($P < 0.05$)。结论 mROX 指数、NOS 和 LDH 联合检测预测重症肺部感染所致 ARDS 患者接受 HFNC 治疗结局具有较高的灵敏度和特异度,能够更早期、准确地预测患者的结局,有助于临床医生在治疗过程中优化干预措施,从而改善患者预后。

关键词:改良 ROX; 一氧化氮合酶; 乳酸脱氢酶; 经鼻高流量氧疗; 肺部感染; 急性呼吸窘迫综合征
中图分类号:R563.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-9455(2025)07-0978-05

The value of mROX index combined with serum NOS and LDH in predicting the outcome of high flow oxygen therapy for ARDS patients caused by severe pulmonary infection undergoing HFNC

XU Song, NI Xiaofei, XU Lijia, YANG Xiaomei[△]

Department of Emergency, Zhangjiagang City First People's Hospital,
Suzhou, Jiangsu 215600, China

Abstract: Objective To evaluate the value of modified ROX (mROX) index, serum nitric oxide synthase (NOS) and lactate dehydrogenase (LDH) in predicting the outcomes of patients with acute respiratory distress syndrome (ARDS) caused by severe pulmonary infection undergoing transnasal high flow oxygen therapy (HFNC). **Methods** A retrospective analysis was conducted on the clinical data of 150 critically ill patients with ARDS caused by severe pulmonary infection who received HFNC treatment in the intensive care unit of Zhangjiagang City First People's Hospital from January 2022 to December 2023. According to the clinical outcomes of patients at 28 days, they were divided into HFNC successful group and HFNC failed group. Collect the mROX index, serum NOS level, LDH level and other relevant clinical parameters of patients upon admission. Compare clinical data, mROX index and laboratory testing indicators between the two groups. Using multivariate Logistic regression analysis to investigate the influencing factors of mROX index, NOS and LDH on the outcome of HFNC treatment in ARDS patients caused by severe pulmonary infection. The receiver operating characteristic (ROC) curve was used to evaluate the predictive efficacy of mROX index, NOS, LDH alone and their combined detection for the outcome of HFNC treatment in ARDS patients caused by severe pulmonary infection. **Results** A total of 150 patients were divided into HFNC success group and HFNC failure group based on 28 day clinical outcomes, with 85 and 65 cases respectively. The comparison of mROX index, NOS, LDH, C-reactive protein (CRP), procalcitonin (PCT) and acute physiology and chronic health evaluation II (APACHE II) score between the two groups showed statistically significant differences ($P < 0.05$). The

results of multivariate Logistic regression analysis showed that APACHE II score, mROX index, NOS and LDH were all influencing factors on the outcome of HFNC treatment in ARDS patients caused by severe pulmonary infection ($P < 0.05$). The ROC curve analysis results showed that the area under the curve (AUC) of mROX index, NOS, LDH and their combined detection for predicting the treatment outcome of ARDS patients caused by severe pulmonary infection were 0.848, 0.815, 0.808 and 0.901 respectively. The AUC of the combined detection was significantly greater than that of each indicator detected separately ($P < 0.05$).

Conclusion The combined detection of mROX index, NOS and LDH has high sensitivity and specificity in predicting the outcome of HFNC treatment in ARDS patients with severe pulmonary infection. It can predict the outcome of patients earlier and more accurately, which helps clinicians optimize intervention measures during the treatment process and improve patient prognosis.

Key words: modified ROX; nitric oxide synthase; lactate dehydrogenase; transnasal high flow oxygen therapy; pulmonary infection; acute respiratory distress syndrome

急性呼吸窘迫综合征(ARDS)是一种由多种病因引起的急性肺损伤,常见于重症患者中,主要表现为严重的低氧血症和肺部弥漫性浸润影像学改变^[1]。ARDS病理、生理机制复杂,通常伴随着炎症因子的激活、肺泡-毛细血管屏障的破坏和严重的肺泡功能障碍。尽管近年来在ARDS治疗方面取得了一定的进展,但ARDS患者的病死率仍然较高,尤其是由重症肺部感染引发的ARDS。经鼻高流量氧疗(HFNC)近年来成为ARDS患者的一种有效呼吸支持手段。HFNC能够提供高流量、加湿加热的氧气,在维持气道开放、改善氧合方面具有明显优势,相比于传统的氧疗方式,HFNC不仅能够更好地改善患者的舒适度,还能避免气管插管相关并发症,因此在临床中被广泛用于中重度ARDS患者的初始治疗^[2]。然而,尽管HFNC在治疗ARDS中展现出了良好的应用前景,但并非所有患者都能从中获益。临床上急需一种有效的指标来预测患者对HFNC治疗产生的反应,以便早期识别高风险患者。改良ROX(mROX)指数是一种结合氧合水平和呼吸频率的综合评分指标,已经被证实可以用于评估接受HFNC治疗患者的预后^[3]。ROX指数最初被设计用于评估接受HFNC治疗的急性呼吸衰竭患者的脱机成功率。然而,mROX指数是否能够用于预测ARDS患者的治疗结局尚需进一步研究。一氧化氮合酶(NOS)和乳酸脱氢酶(LDH)是炎症反应和组织损伤的常见生物标志物。NOS是一种调控血管张力的关键酶类,在肺部感染中,其表达增加与肺损伤和ARDS的发生关系密切;LDH作为细胞损伤和坏死的指标,常用于反映全身组织损伤程度,与患者的病情严重程度和预后也有关^[4]。鉴于此,结合mROX指数、NOS和LDH等多项指标可能为早期预测重症肺部感染所致ARDS患者在接受HFNC治疗后的预后评估提供新的思路,因此,本研究分析了mROX、NOS和LDH预测重症肺部感染所致ARDS患者接受HFNC治疗结局的价值,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性选取2022年1月至2023年12月本院ICU收治的因重症肺部感染并发ARDS且

接受HFNC治疗的150例患者的临床资料,其中男87例,女63例。纳入标准:符合柏林标准诊断的ARDS^[5];由病原学检测证实的重症肺部感染,包括细菌性、病毒性、真菌性或混合感染;急性发作,起病至ARDS诊断时间 ≤ 1 周;胸部影像学检查表现为双肺弥漫性浸润性阴影,未伴有心功能不全导致的肺水肿;动脉氧分压(PaO_2)/吸入氧浓度(FiO_2) ≤ 300 mmHg,在呼吸支持的条件下出现低氧血症;入ICU后即接受HFNC治疗,且治疗时间 ≥ 48 h;临床资料完整。排除标准:其他原因导致的ARDS;既往存在慢性呼吸系统疾病或终末期疾病;在HFNC治疗前已接受有创或无创机械通气治疗;左室射血分数(LVEF) $< 30\%$ 且无法排除心源性肺水肿。本研究通过本院医学伦理委员会审核(伦审2024第059号)。

1.2 方法

1.2.1 HFNC治疗参数设定 所有患者在进入ICU后立即给予HFNC进行呼吸支持,初始氧流速设定为40~60 L/min,根据患者的实际氧合情况进行调整。 FiO_2 的调节方式采取逐步滴定,目标是将患者的血氧饱和度(SpO_2)控制在0.92~0.96,如果患者的 SpO_2 无法维持在该目标区间,则适时提高氧流速和 FiO_2 的浓度以改善氧合,吸入气体的温度恒定设定在37℃,整个HFNC治疗过程由专业医护人员持续监测,并根据患者的氧合表现、呼吸频率及临床体征进行实时调整。

1.2.2 HFNC撤机条件 HFNC治疗持续至患者的呼吸功能和氧合状态稳定改善为止。当流速降至 < 20 L/min,且吸入氧浓度 $\text{FiO}_2 < 0.30$ 时,判定为患者具备撤机条件。此时患者的 SpO_2 应保持在目标范围内,且不需要再通过高流量氧气输送维持正常氧合水平,撤机后,患者可转为低流量氧疗或完全撤除氧气支持,视具体情况而定。

1.2.3 插管指征 对于经HFNC治疗后症状未见好转或病情恶化的患者,需考虑气管插管并实施有创机械通气。具体插管指征包括:呼吸频率(RR)持续 > 35 次/min, $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 100$ mmHg,或患者出现明显的呼吸窘迫表现;若患者发生高碳酸血症、血流动力学不稳定,或失去气道保护能力,也应立即进

行气管插管以确保生命体征稳定。

1.2.4 研究分组 根据患者在 HFNC 治疗 28 d 后的结局,将研究对象分为 HFNC 成功组与 HFNC 失败组。HFNC 成功组:患者在治疗过程中病情逐步好转,能够维持稳定的氧合水平,并成功撤机,不需要进行进一步的机械通气干预。HFNC 失败组:在 HFNC 治疗 2 h 后,患者未能达到预期的治疗效果,需转为气管插管并接受有创机械通气治疗。

1.2.5 资料收集 通过本院电子病历系统对本研究所选取的患者进行资料的收集,所有数据均经过医院信息系统的验证,已确保来源的准确性和一致性。收集资料包括患者的性别、年龄、体质量指数(BMI)、基础疾病、入院时急性生理学与慢性健康状况评价 II (APACHE II)评分、感染类型(细菌性、病毒性或真菌性感染)、是否存在混合感染、PaO₂、FiO₂、RR、C 反应蛋白(CRP)、白细胞计数(WBC)、降钙素原(PCT)等。

1.2.6 mROX 指数的计算方法 mROX 指数是基于 PaO₂/FiO₂ 与 RR 的比值,具体的计算公式如下:

$$\text{mROX 指数} = \frac{\text{PaO}_2}{\text{FiO}_2 \times \text{RR}}$$
 其中 PaO₂ 为入科 1 h 内使用采集器从患者的桡动脉采集动脉血标本,并使用动脉血气分析仪进行分析的结果;FiO₂、RR 均由 HFNC 设备进行检测并记录。

1.2.7 实验室指标检测 所有患者入院 24 h 内均采

集了空腹外周静脉血 5 mL,在 3 000 r/min,4 ℃ 条件下离心处理 10 min(离心半径 10 cm),取上清液,采用酶联免疫吸附试验(ELISA)检测 NOS、CRP、WBC、PCT 水平;采用酶速率法检测 LDH 水平。检测步骤严格按说明书操作。

1.3 统计学处理 使用 SPSS22.0 统计软件进行数据处理及统计分析。符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,两组间比较采用独立样本 *t* 检验;计数资料以例数或百分率表示,组间比较采用 χ^2 检验;采用 Pearson 相关进行相关分析;采用多因素 Logistic 回归分析 mROX 指数、NOS 和 LDH 对重症肺部感染所致 ARDS 患者接受 HFNC 治疗结局的影响因素;采用受试者工作特征(ROC)曲线评估 mROX 指数、NOS、LDH 单独及联合检测对重症肺部感染所致 ARDS 患者接受 HFNC 治疗结局的预测效能。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 临床结局 根据 28 d 临床结局,将 150 例患者分为 HFNC 成功组 85 例和 HFNC 失败组 65 例。

2.2 两组临床资料、mROX 指数及实验室指标比较 两组 CRP、PCT、APACHE II 评分、mROX 指数、NOS、LDH 比较,差异均有统计学意义($P < 0.05$),见表 1。

表 1 两组临床资料、mROX 指数及实验室指标比较[$\bar{x} \pm s$ 或 $n(\%)$]

组别	n	年龄(岁)	性别		BMI(kg/m ²)	合并症				
			男	女		高血压	糖尿病	冠心病	慢性阻塞性肺疾病	慢性肾病
HFNC 成功组	85	59.82±9.20	49(57.65)	36(47.35)	24.61±3.10	34(40.00)	21(24.71)	12(14.12)	12(14.12)	10(11.76)
HFNC 失败组	65	60.23±8.11	38(58.46)	27(41.54)	25.40±2.51	22(33.85)	21(32.31)	18(27.69)	8(12.31)	6(9.23)
χ^2/t		-0.463	0.482		-0.392	0.821	0.098	0.639	0.429	0.338
<i>P</i>		0.119	0.852		0.446	0.207	0.104	0.117	0.716	0.49

组别	n	PaO ₂ (mmHg)	FiO ₂ (%)	APACHE II 评分(分)	感染类型			
					细菌学感染	病毒性感染	真菌性感染	混合感染
HFNC 成功组	85	80.43±6.54	59.32±7.03	15.20±3.10	40(47.06)	28(32.94)	10(11.76)	7(8.24)
HFNC 失败组	65	79.43±7.02	61.06±6.08	20.48±4.29	31(47.69)	19(29.23)	8(12.31)	7(10.77)
χ^2/t		0.726	-0.304	-6.472			0.639	
<i>P</i>		0.339	0.086	0.006			0.227	

组别	n	WBC(×10 ⁹ /L)	CRP(mg/L)	PCT(μg/L)	RR(次/min)	mROX 指数	NOS(U/L)	LDH(U/L)
HFNC 失败组	65	12.59±2.03	68.24±4.11	3.06±0.56	24.45±4.20	5.60±1.04	36.09±5.16	367.85±13.10
χ^2/t		-0.340	-8.021	-7.612	-1.032	5.203	-12.035	-15.694
<i>P</i>		0.716	<0.001	<0.001	0.067	0.004	<0.001	<0.001

2.3 重症肺部感染所致 ARDS 患者接受 HFNC 治疗结局的影响因素分析 以 CRP、PCT、APACHE II 评分、mROX 指数、NOS、LDH 为自变量(均为连续变量,原值输入),以重症肺部感染所致 ARDS 患者

HFNC 治疗结局为因变量(治疗失败=1,治疗成功=0),分析各项指标对重症肺部感染所致 ARDS 患者接受 HFNC 治疗结局的影响因素,结果显示 APACHE II 评分、mROX 指数、NOS、LDH 均是重症肺部感染

所致 ARDS 患者接受 HFNC 治疗结局的影响因素 ($P < 0.05$), 见表 2。

表 2 重症肺部感染所致 ARDS 患者接受 HFNC 治疗结局的影响因素分析

因素	β	SE	Wald χ^2	P	OR	OR 的 95%CI
CRP	0.029	0.053	0.307	0.579	1.029	0.928~1.143
PCT	0.184	0.426	0.186	0.666	1.202	0.522~2.767
APACHE II 评分	0.216	0.055	5.452	0.010	1.241	1.394~1.463
mROX 指数	-0.274	0.061	20.149	<0.001	0.760	0.681~0.862
NOS	0.315	0.086	13.423	0.002	1.370	1.151~1.623
LDH	0.364	0.092	17.521	<0.001	1.439	1.225~1.706
常量	-3.854	0.964	15.979	0.100	—	—

注:—为无数据。

2.4 mROX 指数、NOS、LDH 对重症肺部感染所致 ARDS 患者接受 HFNC 治疗结局的预测效能 将 mROX 指数、NOS、LDH 作为检验变量, 治疗结局作为状态变量 (治疗失败 = 1, 治疗成功 = 0) 绘制 ROC 曲线, 结果显示 mROX 指数、NOS、LDH 单独及联合检测预测重症肺部感染所致 ARDS 患者治疗结局的曲线下面积 (AUC) 分别为 0.848、0.815、0.808、0.901, 联合检测的 AUC 明显大于各项指标单独检测的 AUC ($P < 0.05$)。见表 3 和图 1。

表 3 mROX 指数、NOS、LDH 对重症肺部感染所致 ARDS 患者接受 HFNC 治疗结局的预测效能

因素	AUC	cut-off 值	约登指数	灵敏度 (%)	特异度 (%)
mROX 指数	0.848	10.426	0.627	82.6	80.1
NOS	0.815	19.500 U/L	0.520	73.3	78.7
LDH	0.808	15.745 U/L	0.572	81.1	76.1
联合检测	0.901	22.265	0.777	91.0	86.7

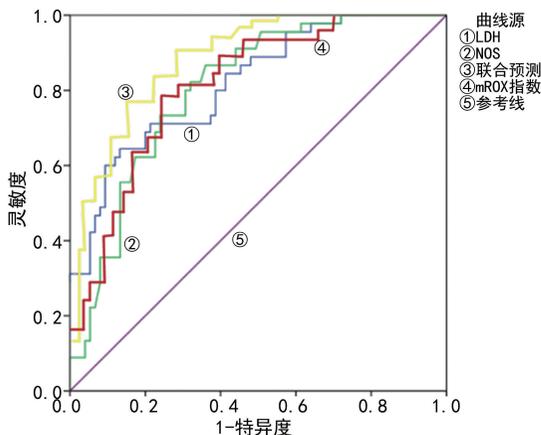


图 1 mROX 指数、NOS、LDH 预测重症肺部感染所致 ARDS 患者治疗结局的 ROC 曲线

3 讨论

ARDS 的病理特征为肺泡上皮细胞和毛细血管内皮细胞的广泛破坏, 导致弥漫性肺损伤, 进而引发严重的低氧血症和呼吸衰竭^[6]。尽管 ARDS 的病因多样, 包括肺部感染、创伤、胰腺炎等, 重症肺部感染仍是 ARDS 最常见的诱因之一^[7]。尤其是在新型病原体引发的全球性呼吸道感染的背景下, ARDS 的发

病率和病死率明显升高, 这些患者常常需要依赖高级生命支持技术, 如机械通气、体外膜肺氧合技术 (ECMO) 等^[8]。

临床中氧疗是治疗 ARDS 的基础措施之一, HFNC 近年来因其能够有效改善氧合、降低气道阻力并提高患者舒适度, 成为 ARDS 患者初始氧疗的重要手段^[9]。然而, HFNC 是否能够成功帮助患者维持氧合并避免有创机械通气, 仍然取决于多个复杂因素。因此, 如何准确预测 HFNC 的疗效, 以及早期识别可能需要更积极干预的患者, 成为临床治疗 ARDS 的一大挑战。目前用于评估 ARDS 患者预后的临床指标多集中于氧合水平, 但这些传统指标往往无法全面反映患者的整体病情^[10]。因此, 新的综合性预后评估工具逐渐引起了重视。其中, mROX 指数通过将 PaO₂/FiO₂ 与 RR 相结合, 能够更全面地反映患者的呼吸功能和氧合状态, 是一种简单、易用的指标。多项研究已表明, mROX 指数在预测 HFNC 治疗结局方面具有较高的灵敏度和特异度^[11-12]。此外, 随着对 ARDS 发病机制的深入研究, 越来越多的生物标志物也被用于评估患者的病情严重程度和预后^[13]。NOS 和 LDH 作为反映肺部炎症和组织损伤的关键指标, 其水平的升高与肺血管通透性增加、氧合障碍及细胞损伤等密切相关, 不仅能够提供更多的疾病信息, 还可能与氧疗的成功率及患者的临床结局有关^[14]。尽管已有一些研究初步证明了 mROX 指数的预测能力, 但它是否能够在重症肺部感染所致 ARDS 患者中发挥相同的效果仍需要进一步验证, 因此, 本研究探讨了 mROX 指数、NOS 和 LDH 联合检测对重症肺部感染所致 ARDS 患者接受 HFNC 治疗结局的预测价值。结果显示, 150 例患者中 HFNC 成功组和 HFNC 失败组分别为 85、65 例。此外两组 CRP、PCT、APACHE II 评分、mROX 指数、NOS、LDH 比较, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$); CRP 和 PCT 的升高反映了失败组患者存在更严重的炎症反应和细菌感染。CRP 作为急性时相反应蛋白, 其升高通常提示感染或组织损伤的加剧, 而 PCT 是细菌感染的敏感标志物, 二者在失败组明显升高, 提示这些患者的炎症反应强烈, 感染控制不佳, 可能导致肺部损伤进一步加重, 影响氧合功能, 从而导致 HFNC 治疗失败^[15-16]。A-

PACHE II 评分作为一种综合评估患者病情严重程度的工具,其高分意味着患者的病情更加危重,氧合功能差,治疗失败的风险更高^[17]。较高的 APACHE II 评分反映了患者多器官功能的受损和复杂的合并症,这也在失败组患者中表现得尤为突出,病情越重,肺部损伤越严重,HFNC 治疗效果就越差。mROX 指数通过结合 PaO₂/FiO₂ 和 RR,用于评估 HFNC 的疗效,较低的 mROX 指数是 HFNC 治疗失败的可靠预测因素。另外,NOS 和 LDH 作为炎症和组织损伤的标志物,其水平的升高反映患者的肺部病理状态已经无法通过非侵入性氧疗手段逆转,因此 HFNC 的治疗失败率明显升高^[18]。多因素 Logistic 回归分析进一步确认了 APACHE II 评分、mROX 指数、NOS 和 LDH 均为重症肺部感染所致 ARDS 患者接受 HFNC 治疗结局的影响因素。APACHE II 评分整合了多项生理学参数,能够全面反映患者的病情严重程度,评分越高,患者预后越差。mROX 指数作为一个有效的氧合评估工具,能帮助临床医生在早期识别哪些患者可能从 HFNC 治疗中获益,而哪些患者可能需要更为积极的治疗。NOS 和 LDH 则进一步揭示了患者的肺部炎症和组织损伤程度,这些生物标志物的升高预示着更差的预后。ROC 曲线分析结果显示,mROX 指数、NOS 和 LDH 均有良好的早期预测价值,其 AUC 值均较高,且 mROX 指数、NOS 和 LDH 联合检测预测重症肺部感染所致 ARDS 患者接受 HFNC 治疗结局的 AUC 值明显大于各项指标单独预测,提示联合应用多项指标可以更全面地评估患者的病情变化,提高预测的准确性。mROX 指数评估了患者的呼吸和氧合功能,而 NOS 和 LDH 分别反映了炎症和组织损伤的严重程度。3 项指标联合可以为临床医生提供一个更全面的评估工具,帮助其更精确地判断 HFNC 治疗的效果。但本研究样本量较小,且未考虑生物标志物的动态变化和其他潜在影响因素,缺乏对长期预后的随访,未来仍需进行更大样本量的深入分析。

综上所述,mROX 指数联合血清 NOS 和 LDH 水平在预测重症肺部感染所致 ARDS 患者接受 HFNC 治疗结局方面具有较高的灵敏度和特异度,能够更早期、准确地预测患者的结局,有助于临床医生在治疗过程中优化干预措施,从而改善患者预后。

参考文献

[1] BOS L D J, WARE L B. Acute respiratory distress syndrome: causes, pathophysiology, and phenotypes[J]. *Lancet*, 2022, 400(10358): 1145-1156.

[2] 司艳,张娜娜.老年 COPD 合并 II 型呼吸衰竭患者气管切开术后采用序贯经鼻高流量加温湿化氧疗对患者呼吸道感染及临床结局的影响[J]. *医学临床研究*, 2023, 40(5): 706-709.

[3] 王雪婷,张志明,曹雯. mROX 指数预测经鼻高流量氧疗治疗新冠病毒感染致急性呼吸窘迫综合征患者结局的价值[J]. *中华危重病急救医学*, 2024, 36(6): 585-590.

[4] 刘柯,杜桦,焦婷婷. 经鼻高流量氧疗对脑梗死合并呼吸衰竭患者呼吸功能与临床结局的影响[J]. *医药论坛杂志*, 2023, 44(18): 37-41.

[5] ARDS Definition Task Force. Acute respiratory distress syndrome: the Berlin definition [J]. *JAMA*, 2012, 307(23): 2526-2533.

[6] GORMAN E A, O'KANE C M, MCAULEY D F. Acute respiratory distress syndrome in adults: diagnosis, outcomes, long-term sequelae, and management [J]. *Lancet*, 2022, 400(10358): 1157-1170.

[7] KAKU S, NGUYEN C D, HTET N N, et al. Acute respiratory distress syndrome: etiology, pathogenesis, and summary on management [J]. *J Intensive Care Med*, 2020, 35(8): 723-737.

[8] 陈丽娜,牛燕芬. 经鼻高流量氧疗在老年晚期肺癌合并 I 型呼吸衰竭患者治疗中的应用[J]. *肿瘤基础与临床*, 2022, 35(5): 429-433.

[9] 胡杰,宗丹,陆建红,等. 经鼻高流量氧疗与无创辅助通气治疗心力衰竭低氧患者的疗效比较: 一项回顾性队列研究[J]. *浙江医学*, 2024, 46(12): 1264-1269.

[10] 简佳庆,段凤英,肖远超,等. ICU 拔除气管插管患者使用经鼻高流量湿化氧疗对比传统氧疗或无创正压通气临床疗效的 Meta 分析[J]. *中国呼吸与危重监护杂志*, 2019, 18(1): 42-50.

[11] 笪伟,何媛媛,王晓波,等. ROX 指数对新型冠状病毒肺炎患者经鼻高流量湿化氧疗疗效的评估价值[J]. *中华急诊医学杂志*, 2021, 30(5): 588-592.

[12] 崔芳芳,张传红,傅元冬,等. 改良动态 ROX 指数对急性呼吸衰竭患者 HFNC 治疗失败的预测价值[J]. *临床肺科杂志*, 2024, 29(4): 487.

[13] 喻思涵,马宇腾,李旭. 非肺源性脓毒症和肺部感染致急性呼吸窘迫综合征患者凝血指标差异及与预后的相关性[J]. *中华内科杂志*, 2021, 60(7): 650-655.

[14] 孟盼盼,郭建魁,王荣,等. 利舒康胶囊对模拟高原缺氧大鼠肺组织损伤的保护作用[J]. *解放军医药杂志*, 2020, 32(5): 9-13.

[15] 刘大响,王令焕,徐梅,等. 头颈部肿瘤放疗期间肺部感染危险因素及 D-D 和 PCT 与 CRP 对其预测价值[J]. *中华医院感染学杂志*, 2024, 34(4): 527-530.

[16] 王一律,王真,钟文,等. PCT 和 hs-CRP 联合临床肺部感染评分对老年重症肺炎患者预后评估的价值[J]. *河北医学*, 2023, 29(2): 289-293.

[17] 袁志会,井慎,王亮亮. 血清炎症指标联合 APACHE II 评分对重症肺部感染患者生存预后的预测价值[J]. *分子诊断与治疗杂志*, 2023, 15(9): 1560-1564.

[18] 樊荣,李龙,乔中原,等. 白杨素对心肌缺血再灌注损伤大鼠心肌组织 COX-2 和 NOS 表达的影响[J]. *西部中医药*, 2022, 35(11): 47-51.