

# ROX 指数预测老年重症社区获得性肺炎患者 气管插管的有效性分析

王重阳<sup>1</sup> 王璐<sup>1</sup> 郭仁楠<sup>1</sup> 沙丽恒·阿布德克<sup>1</sup> 肖东<sup>1</sup>

**[摘要]** **目的:**探讨 ROX 指数预测老年重症社区获得性肺炎(SCAP)患者气管插管的有效性。**方法:**选取既往于 2022 年 1 月 1 日—2022 年 9 月 1 日新疆维吾尔自治区人民医院 EICU 收治的 71 例老年 SCAP 患者作为研究对象,根据患者住院期间是否进行气管插管,将其分为未插管组 46 例和插管组 25 例。比较 2 组一般资料:年龄、性别、体重指数(BMI)、基础疾病构成比、入院时 APACHE II 评分、SOFA 评分、CURB-65 评分、白细胞计数、血小板计数、C 反应蛋白(CRP)、降钙素原(PCT)、动脉血氧分压(PaO<sub>2</sub>)、氧合指数(PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>)、平均动脉压(MAP)、入院 30 min 内最差 ROX 指数、插管前 30 min 内最差 ROX 指数;并采用多因素 logistic 回归分析气管插管的独立显著预测因子;采用受试者工作曲线(ROC)确定最佳的气管插管预测截断值。**结果:**共计纳入研究的患者 71 例(男 45 例,女 26 例),非插管组 46 例(中位数年龄 76 岁),插管组 25 例(中位数年龄 75 岁);2 组患者的年龄、性别、BMI、CURB-65 评分、既往基础疾病构成比、入院时白细胞计数、血小板计数、CRP、MAP 对比差异无统计学意义(均  $P > 0.05$ );2 组患者入院时的 APACHE II 评分( $t = -2.925, P = 0.005$ )、SOFA 评分( $t = -2.411, P = 0.019$ )、合并 3 种以上基础疾病构成比( $\chi^2 = -4.610, P = 0.032$ )、PCT( $t = -2.238, P = 0.028$ )、PaO<sub>2</sub>( $t = 2.688, P = 0.009$ )、PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>( $t = 2.881, P = 0.005$ )、入院 30 min 内最差 ROX 指数( $t = 5.816, P < 0.001$ )、插管前 30 min 内最差 ROX 指数( $t = 7.930, P < 0.001$ )对比,差异有统计学意义(均  $P < 0.05$ )。多因素二元 logistic 回归分析显示,插管前 30 min 内最差 ROX 指数为是否插管的独立影响因素( $OR = 0.06, P = 0.02$ )。插管前 30 min 内最差 ROX 指数对气管插管预测的 ROC 曲线下面积为 0.93(95%CI: 0.01~0.60,  $P < 0.001$ )。最大约登指数为 0.67,最佳截断值 ROX 指数=5.5 时,对气管插管预测的灵敏度为 0.67,特异度为 0.97。**结论:**插管前 ROX 指数对预测老年 SCAP 患者气管插管的准确性较高,动态监测 ROX 指数有助于临床医师把握老年 SCAP 患者的插管时机。

**[关键词]** 重症社区获得性肺炎;ROX 指数;气管插管;预测

**DOI:**10.13201/j.issn.1009-5918.2022.12.010

**[中图分类号]** R563.1 **[文献标志码]** A

## Analysis of the effectiveness of ROX index in predicting tracheal intubation in elderly patients with severe community-acquired pneumonia

WANG Chongyang WANG Lu GUO Renan SHALIHEN · Abudeke XIAO Dong

(Department of Intensive Care Medicine, Xinjiang Uygur Autonomous Region People's Hospital, Urumqi, 830001, China)

Corresponding author: XIAO Dong, E-mail: xiao1972dong@163.com

**Abstract Objective:** To investigate the effectiveness of ROX index in predicting tracheal intubation in elderly patients with Serious community acquired pneumonia(SCAP). **Methods:** Seventy-one elderly SCAP patients previously admitted to the EICU of the People's Hospital of Xinjiang Uygur Autonomous Region from January 1, 2022 to September 1, 2022 were selected as study subjects and were divided into non-intubated group (46 cases) and intubated group (25 cases) according to whether the patients were intubated or not during hospitalization. The general data of the two groups were compared: age, gender, BMI, basic disease constituent ratio, APACHE II score at admission, SOFA score, CURB-65 score, white blood cell count, platelet count, CRP, PCT, PaO<sub>2</sub>, PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>, MAP, worst ROX index within 30 min of admission, and worst ROX index within 30 min before intubation; and independent significant predictors of tracheal intubation were analyzed using multifactorial logistic regression; the subject operating curve (ROC) was used to determine the best predictive cutoff value for tracheal intubation. **Results:** A total of 71 patients(45 males and 26 females) were included in the study, 46 in the non-intubated group(median age 76 years) and 25 in the intubated group(median age 75 years); there were no significant differences in age, gender, BMI, CURB-65 score, previous basic disease constituent ratio, white blood cell count

<sup>1</sup>新疆维吾尔自治区人民医院重症医学科(乌鲁木齐,830001)

通信作者:肖东,E-mail:xiao1972dong@163.com

at admission, platelet count, CRP, and MAP between the two groups(all  $P > 0.05$ ); the APACHE II score( $t = -2.925, P = 0.005$ ), SOFA score( $t = -2.411, P = 0.019$ ), combined three or more basic disease constituent ratio( $\chi^2 = -4.610, P = 0.032$ ), PCT( $t = -2.238, P = 0.028$ ), PaO<sub>2</sub>( $t = 2.688, P = 0.009$ ), PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>( $t = 2.881, P = 0.005$ ), worst ROX index within 30 min of admission( $t = 5.816, P < 0.001$ ), and worst ROX index within 30 min before intubation( $t = 7.930, P < 0.001$ ) were significantly different in comparison(all  $P < 0.05$ ). Multi-factor binary logistic regression analysis showed that the worst ROX index within 30 min before intubation was an independent factor influencing whether to intubate(OR = 0.06,  $P = 0.02$ ). The area under the ROC curve of the worst ROX index for predicting tracheal intubation within 30 min before intubation was 0.93, with a 95% confidence interval of 0.01–0.60,  $P < 0.001$ . The maximum Jorden index was 0.67 and the best cut-off value of ROX index was 5.5. The sensitivity for predicting tracheal intubation was 0.67 and the specificity was 0.97. **Conclusion:** ROX index has a high accuracy in predicting the elderly SCAP patients before intubation. Dynamic monitoring of ROX index is helpful for clinicians to grasp the intubation opportunity of elderly SCAP patients.

**Key words** severe community-acquired pneumonia; ROX index; tracheal intubation; prediction

社区获得性肺炎(community-acquired pneumonia, CAP)是指医院外罹患的感染性肺实质(含肺泡壁即广义上的肺间质)炎症,包括具有明确潜伏期的病原体感染在入院后于潜伏期内发病的肺炎<sup>[1]</sup>。欧美国家的成人 CAP 发病率在 5/1000 人/年~11/1000 人/年,其中 7%~13% 进展为 SCAP<sup>[2-3]</sup>。我国目前缺乏成人 CAP 的发病率数据,仅有 CAP 年龄构成比的研究。2013 年国内一项研究显示,在 16 585 例 CAP 患者中,年龄 > 65 岁的患者占比为 28.7%<sup>[4]</sup>。SCAP 患者多因呼吸衰竭而需要住进重症监护病房(ICU),且 81% 的患者需要气管插管和机械通气<sup>[5-6]</sup>。近期有研究发现,ROX 指数(ratio of pulse oximetry/FiO<sub>2</sub> to respiratory rate index, ROX)可帮助识别低插管风险和高插管风险的呼吸衰竭患者<sup>[7]</sup>。ROX 指数是经皮氧饱和度(percutaneous oxygen saturation, SpO<sub>2</sub>)、吸氧浓度(fraction of inspiratory oxygen, FiO<sub>2</sub>)与呼吸频率(respiratory rate, RR)的比值,这 3 个参数是 ICU 医师最先获取并关注的指标<sup>[8-9]</sup>。本研究主要探讨 ROX 指数预测老年 SCAP 患者气管插管的有效性,现报道如下。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选取既往于 2022 年 1 月 1 日—2022 年 9 月 1 日在新疆维吾尔自治区人民医院 EICU 收治的老年 SCAP 患者作为研究对象。纳入标准:①诊断符合《中国成人社区获得性肺炎诊断和治疗指南(2016 年版)》中定义的 SCAP 标准<sup>[1]</sup>;②年龄 ≥ 60 岁;③住 EICU 时间 ≥ 24 h。排除标准:①入住 EICU 前已行气管插管;②突发心跳呼吸骤停的紧急插管患者;③此次入院合并急性冠脉综合征或急性充血性心力衰竭患者;④患者有慢性阻塞性肺疾病、重症哮喘者;⑤有大量胸腔积液者;⑥临床资料不全者。

### 1.2 方法

根据患者是否在住院期间气管插管将其分为

未插管组(46 例)和插管组(25 例)。收集 2 组患者年龄、性别、BMI、基础疾病构成比、入院时 APACHE II 评分、SOFA 评分、CURB-65 评分、白细胞计数、血小板计数、CRP、PCT、PaO<sub>2</sub>、PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>、MAP、入院 30 min 内最差 ROX 指数(记录入院 30 min 内最低 SpO<sub>2</sub>、最高 FiO<sub>2</sub>、最快呼吸频率,并以此计算得出 ROX 指数)、插管前 30 min 内最差 ROX 指数(气管插管前 30 min 内最低 SpO<sub>2</sub>、最高 FiO<sub>2</sub>、最快呼吸频率,并以此计算得出 ROX 指数)。

### 1.3 统计学方法

采用 SPSS 23.0 进行统计学分析。符合正态分布的计量资料以  $\bar{X} \pm S$  表示,两独立样本比较采用独立样本  $t$  检验;非正态计量资料以中位数(M)和四分位数(Q<sub>1</sub>, Q<sub>3</sub>)表示,两独立样本比较采用 Wilcoxon 秩和检验;计数资料以率表示,组间比较采用  $\chi^2$  检验。将单因素分析中差异有统计学意义的指标行多因素 logistic 回归分析,绘制 ROC 曲线评估其对气管插管的预测效能,计算 ROX 指数的最佳预测截断值。以  $P < 0.05$  表示差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 2 组患者的一般资料比较

共计纳入研究的患者 71 例(男 45 例,女 26 例),非插管组 46 例(中位数年龄 76 岁),插管组 25 例(中位数年龄 75 岁)。2 组患者的年龄、性别、BMI、CURB-65 评分、既往基础疾病构成比、入院时白细胞计数、血小板计数、CRP、MAP 对比差异无统计学意义(均  $P > 0.05$ )。2 组患者入院时的 APACHE II 评分( $t = -2.925, P = 0.005$ )、SOFA 评分( $t = -2.411, P = 0.019$ )、合并 3 种以上基础疾病构成比( $\chi^2 = -4.610, P = 0.032$ )、PCT( $t = -2.238, P = 0.028$ )、PaO<sub>2</sub>( $t = 2.688, P = 0.009$ )、PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>( $t = 2.881, P = 0.005$ )、入院 30 min 内最差 ROX 指数( $t = 5.816, P < 0.001$ )、插管前 30 min 内最差 ROX 指数( $t = 7.930, P <$

0.001)对比差异有统计学意义(均  $P < 0.05$ ),见表 1。

### 2.2 气管插管的危险因素分析

将 2 组间单因素分析差异有统计学意义的指标 APACHE II 评分、SOFA 评分、合并 3 种以上基础疾病、PCT、 $PaO_2$ 、 $PaO_2/FiO_2$ 、入院 30 min 内最差 ROX 指数、插管前 30 min 内最差 ROX 指数作为自变量,是否插管作为因变量进行多因素二元

logistic 回归分析。结果显示,插管前 30 min 内最差 ROX 指数为气管插管的独立保护因素( $OR = 0.06, P = 0.02$ )。插管前 30 min 内最差 ROX 指数对气管插管预测的 ROC 曲线下面积(AUC)为 0.93,95%CI 为 0.01~0.60,  $P < 0.001$ 。最大约登指数为 0.67,最佳截断值 ROX 指数=5.5 时,插管前 30 min 内最差 ROX 指数对气管插管预测的灵敏度为 0.67,特异度为 0.97,见表 2 和图 1。

表 1 2 组患者的一般资料比较

特征	非插管组(46 例)	插管组(25 例)	$t/\chi^2/Z$	$P$
年龄/岁	76.0(74.0,79.3)	75.0(74.0,78.0)	-0.728	0.467
男性/例(%)	29(65.9)	16(64.0)	0.026	0.873
BMI	22.1±4.4	21.1±4.3	0.932	0.355
入院时 APACHE II 评分	14.8±3.9	18.1±5.2	-2.925	0.005
SOFA 评分	4.7±1.3	5.8±2.5	-2.411	0.019
CURB-65 评分	3.7±1.2	4.1±1.3	-1.195	0.236
既往基础疾病/例(%)				
高血压	17(41.3)	9(36.0)	0.191	0.662
糖尿病	11(23.9)	5(20.0)	0.142	0.706
冠心病	10(21.7)	5(20.0)	0.029	0.864
慢性心功能不全	7(15.2)	6(24.0)	0.835	0.361
慢性支气管炎	5(10.9)	3(12.0)	0.021	0.886
合并两种以上上述疾病	9(20.0)	8(32.0)	1.259	0.262
合并 3 种以上上述疾病	4(8.7)	7(28.0)	4.610	0.032
入院时相关化验指标				
白细胞计数/ $(\times 10^9 \cdot L^{-1})$	10.9±6.0	11.5±6.1	-0.388	0.699
血小板计数/ $(\times 10^9 \cdot L^{-1})$	153.8±97.4	134.8±98.1	0.783	0.436
CRP/ $(mg \cdot L^{-1})$	39.6±8.9	41.5±11.2	-0.924	0.237
PCT/ $(ng \cdot mL^{-1})$	6.9±7.1	11.8±11.2	-2.238	0.028
$PaO_2/mmHg$	64.0±3.9	60.5±7.3	2.688	0.009
$PaO_2/FiO_2/mmHg$	159.8±41.4	132.4±31.2	2.881	0.005
MAP/mmHg	85.3±17.9	77.8±20.9	1.599	0.114
入院 30 min 内最差 ROX 指数	8.7±2.2	5.9±1.4	5.816	0.000
插管前 30 min 内最差 ROX 指数	9.2±2.2	5.2±1.5	7.930	0.000

表 2 气管插管危险因素的二元 logistic 回归分析

危险因素	$\beta$	标准误	Wald	自由度	$P$	OR	95%置信区间(CI)	
							下限值	上限值
APACHE II 评分	0.42	0.36	1.36	1	0.24	1.51	0.75	3.05
SOFA 评分	-0.89	0.64	1.96	1	0.16	0.41	0.12	1.43
合并 3 种以上基础疾病	0.36	1.79	0.04	1	0.84	1.43	0.04	47.73
PCT	-0.01	0.09	0.02	1	0.89	0.99	0.82	1.19
$PaO_2$	-0.17	0.23	0.56	1	0.45	0.85	0.54	1.31
$PaO_2/FiO_2$	0.01	0.06	0.09	1	0.76	1.01	0.96	1.06
入院 30 min 内最差 ROX 指数	1.54	1.07	2.09	1	0.15	4.66	0.58	37.57
插管前 30 min 最差 ROX 指数	-2.75	1.17	5.54	1	0.02	0.06	0.01	0.63
常量	15.04	19.24	0.61	1	0.43			

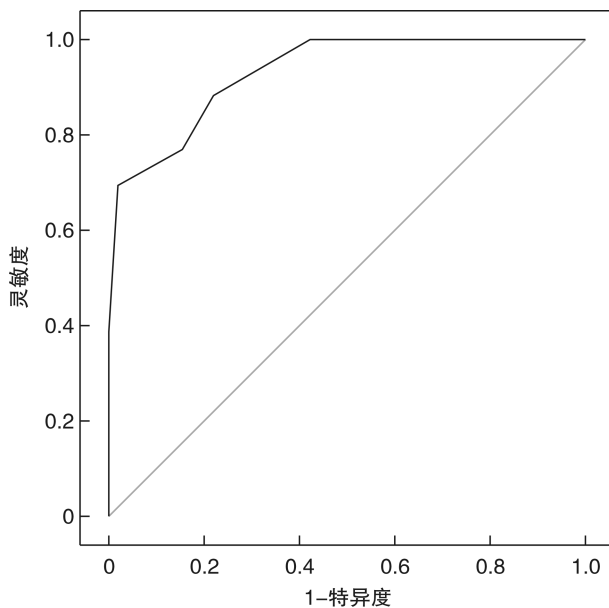


图 1 插管前 30 min 内最差 ROX 指数对插管风险评估的 ROC 曲线图

### 3 讨论

中国是人口老龄化最快的国家,预计到 2050 年将超过 4 亿,占总人口的 30%,随着人口老龄化的加剧,住院患者中老年人的占比将越来越大<sup>[10]</sup>。老年人基础疾病多、器官功能老化、免疫力低下、营养状态差、肌肉萎缩,容易罹患各类疾病,尤其是感染性疾病。因呼吸系统解剖特点,感染性疾病中以呼吸系统感染最多见,以肺部感染最严重。气管插管后的有创机械通气(invasive positive pressure ventilation, IPPV)可以为 SCAP 患者提供高效的呼吸支持和氧供应。部分 SCAP 患者经过无创正压通气(non-invasive positive pressure ventilation, NIPPV)和经鼻高流量氧疗(high flow nasal cannula, HFNC)的干预可缓解呼吸衰竭而无须气管插管<sup>[11-13]</sup>。也有部分 SCAP 患者因为延迟转入 ICU 或延迟气管插管而导致病情加重甚至死亡<sup>[14]</sup>。在 SCAP 患者入院的早期,临床医生很难识别出上述两类患者,亟需特异、灵敏、能快速获取的参数来预测和识别出这类患者,以免因延迟插管而耽误病情或过多的气管插管带来额外的医疗负担。

目前尚无有效预测气管插管的“金标准”,常用于反映 SCAP 患者气管插管和预后指标研究较多的是 APACHE II 评分、SOFA 评分、CURB-65 评分、PSI 评分、NEWS 评分、深度学习模型等众多评分系统,以及 PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>、PaO<sub>2</sub>、PCT、CRP、中性粒细胞与淋巴细胞比值、动脉血乳酸与血清白蛋白比值等化验指标<sup>[15-20]</sup>。上述评分系统及化验指标均存在计算繁琐、有创、滞后、不连续等缺点。ROX 指数是近年来备受关注的新指标,由 SpO<sub>2</sub>、FiO<sub>2</sub>、RR 3 者的连续比值计算得到,可在床边通过

无创方式快速获取,并且已被证实可用于预测多种原因导致的呼吸衰竭患者预后<sup>[21-22]</sup>。

Roca 等<sup>[9]</sup>的研究发现,ROX 指数可用于预测肺炎并发 I 型呼吸衰竭患者 HFNC 治疗过程中的插管风险,当 ROX 指数 > 4.88 时患者插管风险较低,ROX 指数 ≤ 4.88 时插管风险高。本研究共计纳入 71 例老年 SCAP 患者,单因素分析显示:2 组患者入院时的 APACHE II 评分、SOFA 评分、合并 3 种以上基础疾病、PCT、PaO<sub>2</sub>、PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>、入院 30 min 内最差 ROX 指数、插管前 30 min 内最差 ROX 指数差异有统计学意义(均  $P < 0.05$ )。多因素二元 logistic 回归分析显示,插管前 30 min 内最差 ROX 指数为气管插管的独立保护因素( $OR = 0.06, P = 0.02$ ),ROX 指数越高,插管的可能性越低。ROC 曲线下面积为 0.93 (95% CI: 0.01 ~ 0.60),最佳截断值 ROX 指数 = 5.5 时,插管前 30 min 内最差 ROX 指数对气管插管预测的灵敏度为 0.67,特异度为 0.97。本研究未记录两次 ROX 指数之间的时间间隔,而是取两个重要时间节点 ROX 指数来反映其变化趋势,这与 Roca 等<sup>[9]</sup>和 Ferrer 等<sup>[23]</sup>的研究有相似之处。Roca 等<sup>[9]</sup>认为急性呼吸衰竭患者在使用 HFNC 过程中建议从第 12 小时开始特别关注 ROX 指数的变化。本研究发现,刚入院时插管组的 ROX 指数明显低于非插管组,但并不是预测气管插管的独立影响因素,经过动态监测 ROX 指数的变化发现,若经过 NIPPV、HFNC 等积极干预后 ROX 指数仍呈下降趋势,说明需要气管插管有创机械通气的可能性大大增加,当 ROX 指数下降至 5.5 时应积极气管插管,不必过分期期待保守氧疗的效果而延迟气管插管。以往预测气管插管或避免气管插管的 ROX 指数截断值略微 < 5.5<sup>[9,23-26]</sup>。分析原因可能为本研究对象均是年龄 ≥ 60 岁的老年患者,且均是 APACHE II 评分在 (18.1 ± 5.2) 分的危重患者,老年人因器官功能老化、免疫力低下、营养状态差、肌肉萎缩等特点对感染、低氧等的耐受性差。另外,纳入研究的患者插管组在插管前多数使用 NIPPV 或 HFNC 来纠正呼吸衰竭,这些氧疗措施在一定程度上缓解了呼吸困难,患者的主观感受为呼吸频率的下降,使得 ROX 指数略升高。

本研究也存在一些不足:首先本研究为一项单中心回顾性病例对照研究,且样本量较小;其次,插管组患者在气管插管前多数使用了 NIPPV 或 HFNC,未将这类氧疗方式带来的“压力支持效应”对 SPO<sub>2</sub> 和 RR 的影响考虑在内;另外,虽然纳入该研究的患者均符合指南<sup>[1]</sup>中的诊断标准,但病原学结果未做分类。期望在今后的研究中扩大样本量及行多中心研究以进一步验证 ROX 指数预测老年 SCAP 患者气管插管有效性的价值。



综上所述,本研究结果表明,ROX 指数对预测老年 SCAP 患者气管插管时机的准确性较高,其动态变化可能有助于区分接受无创通气治疗成功和失败的患者,且 ROX 指数可在床边方便地反复测量,有助于呼吸衰竭患者的日常临床决策。

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突。

### 参考文献

- [1] 瞿介明,曹彬. 中国成人社区获得性肺炎诊断和治疗指南(2016年版)修订要点[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2016,39(4):241-242.
- [2] Lim WS, Baudouin SV, George RC, et al. BTS guidelines for the management of community acquired pneumonia in adults: update 2009[J]. Thorax, 2009, 64(Suppl 3):iii1-iii55.
- [3] Ao XX. The epidemiology of hospital death following pediatric severe community acquired pneumonia[J]. Ital J Pediatr, 2021, 47(1):25.
- [4] 刘慧,肖新才,陆剑云,等. 2009—2012年广州市社区获得性肺炎流行特征和病原学研究[J]. 中华预防医学杂志, 2013, 47(12):1089-1094.
- [5] Marrie TJ, Shariatzadeh MR. Community-acquired pneumonia requiring admission to an intensive care unit: a descriptive study[J]. Medicine, 2007, 86(2):103-111.
- [6] Ferreira-Coimbra J, Sarda C, Rello J. Burden of community-acquired pneumonia and unmet clinical needs[J]. Adv Ther, 2020, 37(4):1302-1318.
- [7] Prower E, Grant D, Bisquera A, et al. The ROX index has greater predictive validity than NEWS2 for deterioration in Covid-19[J]. EClinicalMedicine, 2021, 35:100828.
- [8] Roca O, Messika J, Caralt B, et al. Predicting success of high-flow nasal cannula in pneumonia patients with hypoxemic respiratory failure; the utility of the ROX index[J]. J Crit Care, 2016, 35:200-205.
- [9] Roca O, Caralt B, Messika J, et al. An index combining respiratory rate and oxygenation to predict outcome of nasal high-flow therapy[J]. Am J Respir Crit Care Med, 2019, 199(11):1368-1376.
- [10] Chen Z, Yu J, Song YT, et al. Aging Beijing: challenges and strategies of health care for the elderly[J]. Ageing Res Rev, 2010, 9(Suppl 1):S2-S5.
- [11] 刘霜,朱华栋,于学忠,等. 经鼻高流量氧疗和无创正压通气对于肺源性中重度急性呼吸窘迫综合征患者初始治疗的效果评价[J]. 临床急诊杂志, 2020, 21(3):181-187.
- [12] Cutuli SL, Grieco DL, Menga LS, et al. Noninvasive ventilation and high-flow oxygen therapy for severe community-acquired pneumonia[J]. Curr Opin Infect Dis, 2021, 34(2):142-150.
- [13] Nishikimi M, Nishida K, Shindo Y, et al. Failure of non-invasive respiratory support after 6 hours from initiation is associated with ICU mortality[J]. PLoS One, 2021, 16(4):e0251030.
- [14] Vera M, Kattan E, Born P, et al. Intubation timing as determinant of outcome in patients with acute respiratory distress syndrome by SARS-CoV-2 infection[J]. J Crit Care, 2021, 65:164-169.
- [15] Ferrer M, Traverso C, Cilloniz C, et al. Severe community-acquired pneumonia: characteristics and prognostic factors in ventilated and non-ventilated patients[J]. PLoS One, 2018, 13(1):e0191721.
- [16] Zhu YL, Zheng XB, Huang KZ, et al. Mortality prediction using clinical and laboratory features in elderly patients with severe community-acquired pneumonia[J]. Ann Palliat Med, 2021, 10(10):10913-10921.
- [17] Shashikumar SP, Wardi G, Paul P, et al. Development and prospective validation of a deep learning algorithm for predicting need for mechanical ventilation[J]. Chest, 2021, 159(6):2264-2273.
- [18] 吴玉丹,吴美景,陈英诗,等. qSOFA评分、MNA评分联合血清降钙素原对老年重症社区获得性肺炎患者的预后预测价值[J]. 中华老年多器官疾病杂志, 2021, 20(7):488-493.
- [19] Lee H, Kim I, Kang BH, et al. Prognostic value of serial neutrophil-to-lymphocyte ratio measurements in hospitalized community-acquired pneumonia[J]. PLoS One, 2021, 16(4):e0250067.
- [20] 张立涛,马佳倩,齐惠军,等. 动脉血乳酸/血清白蛋白比值预测老年重症社区获得性肺炎患者预后的回顾性研究[J]. 临床急诊杂志, 2021, 22(5):297-300.
- [21] Chandel A, Patolia S, Brown AW, et al. High-Flow Nasal Cannula Therapy in COVID-19: Using the ROX Index to Predict Success. Respir Care[J]. Respir Care, 2021, 66(6):909-919.
- [22] Lee CU, Jo YH, Lee JH, et al. The index of oxygenation to respiratory rate as a prognostic factor for mortality in sepsis[J]. Am J Emerg Med, 2021, 45:426-432.
- [23] Ferrer S, Sancho J, Bocigas I, et al. ROX index as predictor of high flow nasal cannula therapy success in acute respiratory failure due to SARS-CoV-2[J]. Respir Med, 2021, 189:106638.
- [24] Patel M, Chowdhury J, Mills N, et al. Utility of the ROX index in predicting intubation for patients with COVID-19-related hypoxemic respiratory failure receiving high-flow nasal therapy: retrospective cohort study[J]. JMIRx Med, 2021, 2(3):e29062.
- [25] 李玉芳,李正达,郭艳霞,等. ROX指数预测流感相关肺炎患者气管插管的有效性分析[J]. 医学信息, 2022, 35(5):131-133.
- [26] Lemiale V, Dumas G, Demoule A, et al. Performance of the ROX index to predict intubation in immunocompromised patients receiving high-flow nasal cannula for acute respiratory failure[J]. Ann Intensive Care, 2021, 11(1):17.

(收稿日期:2022-09-19)