

# 基于 Logistic 回归与随机森林的慢性阻塞性肺疾病治疗成功率影响因素排序及预测模型构建

杨灵梅 张凯 陈菁

南京医科大学附属南京医院(南京市第一医院)呼吸与危重症医学科重症监护室,江苏南京, 210006

**摘要** 目的:探究基于 Logistic 回归和随机森林算法的慢性阻塞性肺疾病(COPD)治疗成功率影响因素重要性排序及预测模型构建。方法:本研究为回顾性研究。选取 COPD 住院患者作为研究对象,依据是否治疗成功将患者分为成功组和失败组。采用 Logistic 回归分析 COPD 治疗成功的影响因素,并构建随机森林预测模型,将 COPD 患者按照 7:3 的比例随机分为训练集和验证集。在训练组中,使用随机森林算法构建 COPD 治疗成功的预测模型,并通过变量预测贡献排序,探究 COPD 治疗成功的影响因素。使用验证集检验模型,并评价模型的应用效能。结果:共入选 146 例 COPD 患者,治疗成功组 103 例(70.55%);失败组 43 例(29.45%)。成功组患者年龄偏小,其他合并症、吸烟史、儿时严重呼吸系统疾病史患者占比、入院第一天急性生理学与慢性健康状况评估(APACHE II)评分、治疗 4 h 后血 pH 值低于失败组( $P$  均  $< 0.05$ );Logistic 回归分析显示,年龄、其他合并症、吸烟史、入院第一天 APACHE II 评分、儿时有无严重呼吸系统疾病史、治疗 4 h 后血 pH 值是 COPD 治疗成功率的独立影响因素( $OR > 1, P < 0.05$ );重要性排序依次是年龄、吸烟史、其他合并症、入院第一天 APACHE II 评分、儿时有无严重呼吸系统疾病史及治疗 4 h 后血 pH 值。随机森林模型训练集错误率为 9.67% 验证集错误率为 1.37%。结论:年龄、其他合并症、吸烟史、入院第一天 APACHE II 评分、儿时有无严重呼吸系统疾病史、治疗 4 h 后血 pH 值是 COPD 治疗成功率的独立影响因素,重要性排序依次是年龄、吸烟史、其他合并症、入院第一天 APACHE II 评分、儿时有无严重呼吸系统疾病史及治疗 4 h 后血 pH 值。

**关键词** 慢性阻塞性肺疾病;慢性健康状况;呼吸系统疾病;血 pH 值;随机森林模型  
**中图分类号** R563 **文献标识码** A **DOI** 10.11768/nkjwzzzz20260213

**Construction of a predictive model and ranking of influencing factors for the success rate of chronic obstructive pulmonary disease treatment based on logistic regression and random forest** YANG Ling-mei, ZHANG Kai, CHEN Jing. Intensive Care Unit, Department of Respiratory and Critical Care Medicine, Nanjing Hospital Affiliated to Nanjing Medical University (Nanjing First Hospital), Jiangsu Nanjing 210006, China  
 Corresponding author: CHEN Jing, E-mail: 349694173@qq.com

**Abstract** Objective: To explore the ranking of influential factors affecting the success rate of chronic obstructive pulmonary disease (COPD) treatment and to construct a predictive model using logistic regression and random forest algorithms. Methods: Hospitalized COPD patients were selected as study subjects and divided into a success group and a failure group based on treatment outcomes. Logistic regression was used to analyze the factors influencing COPD treatment success, while a random forest predictive model was developed. Patients were randomly assigned to training (70%) and validation (30%) sets at a 7:3 ratio. The random forest algorithm was applied to the training set to build a predictive model for COPD treatment success, and the relative importance of variables was ranked to identify key influencing factors. The model was validated using the validation set, and its predictive performance was evaluated. Results: A total of 146 COPD patients were included, with 103 (70.55%) in the success group and 43 (29.45%) in the failure group. The success group had younger patients, fewer comorbidities, no smoking history, no severe childhood respiratory diseases, lower acute physiological assessment and chronic health evaluation II (APACHE II) scores on admission day 1, and lower blood pH values 4 h after treatment compared to the failure group (all  $P < 0.05$ ). Logistic regression analysis identified age, comorbidities, smoking history, APACHE II score on admission day 1, history of severe childhood respiratory diseases, and blood pH value 4 h after treatment as independent predictors of COPD treatment success ( $OR > 1, P < 0.05$ ). The importance ranking of these factors was as follows: age, smoking history, comorbidities, APACHE II score on admission day 1, history of severe childhood

respiratory diseases, and blood pH value 4 h after treatment. The random forest model achieved a training error rate of 9.67% and a validation error rate of 1.37%. Conclusion: Age, comorbidities, smoking history, APACHE II score on admission day 1, history of severe childhood respiratory diseases, and blood pH value 4 h after treatment are independent predictors of COPD treatment success. The importance ranking of these factors is consistent with the logistic regression results; age, smoking history, comorbidities, APACHE II score on admission day 1, history of severe childhood respiratory diseases, and blood pH value 4 h after treatment.

**Key words** Chronic obstructive pulmonary disease; Chronic health condition; Respiratory diseases; Blood pH value; Random forest model

慢性阻塞性肺疾病(chronic obstructive pulmonary disease, COPD)是常见呼吸系统疾病,症状以呼吸困难、慢性咳嗽、咳痰为主,会导致呼吸功能下降,影响患者生活质量<sup>[1,2]</sup>。肺功能检查对其诊断和病情评估意义重大,治疗手段涵盖药物、氧疗、呼吸康复训练及健康管理等<sup>[3]</sup>。当前 COPD 治疗成功率亟待提升,探究其影响因素及重要性排序是实现有效治疗的关键<sup>[4]</sup>。本研究旨在分析 COPD 治疗成功率的风险因素及其重要性排序,构建随机森林模型,评价其判别能力与拟合优度,为临床干预、家属决策及医疗资源分配提供依据。

## 资料与方法

1. 研究对象:回顾性收集 2021 年 3 月至 2023 年 3 月收治的 COPD 患者的临床资料,纳入标准:①所有患者均符合 COPD 诊断标准<sup>[5]</sup>;②年龄 $\geq 40$ 岁;③胸部 X 线或 CT 检查显示肺部异常。排除标准:①明确是其他特定疾病导致的类似症状;②症状出现时间较短;③胸部影像学检查结果不符合 COPD 的典型表现;④近期发生的急性感染导致的暂时性肺功能改变;⑤有精神疾病史。本研究经过医院伦理委员会批准(20200701),患者自愿参与本研究并签署知情同意书。

2. 临床资料收集:通过医院电子病历系统收集 COPD 患者的临床资料,包括基本资料(年龄、性别、体温、高血压、吸烟史、饮酒史、精神病史等)及临床和病理特征(患病时间、住院时间、症状评估、运动能力评估等)。

3. COPD 的判定标准及病情严重程度评估:根据《慢性阻塞性肺疾病诊治指南(2021 年修订版)》<sup>[6]</sup> COPD 的判定标准:患者长期存在呼吸困难、慢性咳嗽、咳痰等症状。采用急性生理学及慢性健康状况评估(acute physiological assessment and chronic health evaluation, APACHE II)评分对患者入

院第一天病情严重程度进行评估。APACHE II 评分由急性生理学、年龄及慢性健康状况评分 3 部分构成,总分范围 0~71 分,分值越高表明病情越危重。将 APACHE II 评分 $\leq 10$  分定义为低评分组,旨在筛选入院时病情相对较轻的患者群体。

4. 治疗成功的判定:治疗成功标准:①临床症状显著改善:患者慢性咳嗽、气短或呼吸困难、喘息和胸闷等明显减轻或消失,日常活动能力增强,能更轻松地完成日常任务,如步行、爬楼梯等;②肺功能指标改善:第一秒用力呼气容积(forced expiratory volume in one second, FEV<sub>1</sub>)、最大呼气流量(peak expiratory flow, PEF)、用力肺活量(forced vital capacity, FVC)等占预计值的百分比恢复到正常或接近正常水平;③并发症减少:与 COPD 相关的并发症,如急性加重期 COPD(acute exacerbations of COPD, AECOPD)发作次数减少,住院率降低。治疗失败标准:①临床症状无改善或加重:患者咳嗽、呼吸困难等症状加剧;②肺功能指标无变化或下降:FEV<sub>1</sub>、PEF、FVC 等占预计值的百分比无变化甚至数值下降;③并发症频发:与 COPD 相关的并发症频繁发生,如 AE-COPD 的发作次数增加,需要频繁住院治疗。

5. 统计学分析:采用 SPSS 26.0 统计学软件进行分析,符合正态分布的计量资料以( $\bar{x} \pm s$ )表示,组间比较采用独立样本  $t$  检验;计数资料用例数(%)表示,采用卡方检验;采用 Logistic 回归分析 COPD 治疗成功率的影响因素;将 COPD 治疗效果作为状态变量(成功组=1,失败组=0),将临床资料中具有统计学意义的指标作为检验变量绘制受试者工作(receiver operating characteristic, ROC)曲线(变量赋值见附表 1,扫描文前二维码查看附表 1),并计算曲线下面积(area under the curve, AUC),检验上述影响因素对 COPD 治疗成功率的预测性能,基于确定的影响因素运用 R 软件 4.2.0 构建 COPD 治疗成功率的随机森林预测模型。

结 果

1. 一般临床资料:共纳入 146 例 COPD 患者,治疗成功 103 例(70.55%),失败 43 例(29.45%)。成功组患者年龄偏小,其他合并症、吸烟史、儿时严重呼吸系统疾病史占比、入院第一天 APACHEⅡ评分、治疗 4 h 后血 pH 值低于失败组( $P$  均  $<0.05$ ),见表 1。

2. 影响 COPD 治疗成功率的 logistic 回归分析:将 COPD 治疗成功为因变量(成功组 = 1,失败组 = 0),将临床资料中具有统计学意义的指标,如年龄、其他合并症、吸烟史、入院第一天 APACHEⅡ评分、儿时有无严重呼吸系统疾病史、治疗 4 h 后 pH 值作为自变量,Logistic 回归分析显示年龄偏小、无其他合并症、无吸烟史、入院第一天 APACHEⅡ评分低、儿时无严重呼吸系统疾病史、治疗 4 h 后 pH 值是 COPD 治疗成功率的独立影响因素( $OR > 1, P < 0.05$ ),回归模型中各变量容忍度均  $>0.1$ 、方差膨胀因子(variance inflation factor, VIF)均  $<10$ 、条件指数均  $<30$ ,且无同一特征值下多个协变量方差比例  $>50\%$ ,故各协变量不存在共线性。见表 2。

3. 影响 COPD 治疗成功率因素的 ROC 曲线:将 COPD 治疗成功率作为状态变量(成功组 = 1,失

败组 = 0),将临床资料中具有统计学意义的指标,如年龄、其他合并症、吸烟史、入院第一天 APACHEⅡ评分、儿时有无严重呼吸系统疾病史、治疗 4 h 后 pH 值作为检验变量,绘制 ROC 曲线(见图 1),结果显示,年龄小、无其他合并症、无吸烟史、入院第一天 APACHEⅡ评分低、儿时无严重呼吸系统疾病史、治疗 4 h 后血 pH 值低对 COPD 治疗成功具有良好的预测价值。见表 3。

4. 构建 COPD 治疗成功率的随机森林模型:将 COPD 治疗成功作为因变量(成功组 = 1,对照 = 0),将临床资料中具有统计学意义的指标,如年龄、其他合并症、吸烟史、入院第一天 APACHEⅡ评分、儿时有无严重呼吸系统疾病史、治疗 4 h 后血 pH 值作为自变量。影响 COPD 治疗成功因素重要性排序依次是年龄、吸烟史、其他合并症、入院第一天 APACHEⅡ评分、儿时有无严重呼吸系统疾病史及治疗 4 h 后血 pH 值。模型性能评估随机森林模型训练集错误率为 9.67% 验证集为 1.37%。见图 2。

讨 论

COPD 治疗成功的关键在于早期诊断和及时干预。患者的积极配合对于治疗成功至关重要<sup>[7]</sup>,戒

表 1 2 组临床资料比较

| 项目                                              | 成功组( $n = 103$ )   | 失败组( $n = 43$ )    | $\chi^2/t$ 值 | $P$ 值 |
|-------------------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------|-------|
| 年龄(岁, $\bar{x} \pm s$ )                         | 45.25 $\pm$ 3.13   | 55.17 $\pm$ 3.54   | 16.786       | 0.001 |
| BMI( $\text{kg}/\text{m}^2$ , $\bar{x} \pm s$ ) | 24.23 $\pm$ 1.78   | 24.46 $\pm$ 1.39   | 0.796        | 0.427 |
| 病程(月, $\bar{x} \pm s$ )                         | 2.68 $\pm$ 1.34    | 2.59 $\pm$ 1.08    | 0.411        | 0.681 |
| 心率(min, $\bar{x} \pm s$ )                       | 97.52 $\pm$ 5.35   | 97.86 $\pm$ 5.62   | 0.345        | 0.731 |
| 呼吸频率(min, $\bar{x} \pm s$ )                     | 24.67 $\pm$ 5.32   | 24.28 $\pm$ 5.05   | 0.409        | 0.683 |
| 血 pH 值( $\bar{x} \pm s$ )                       |                    |                    |              |       |
| 治疗前                                             | 7.18 $\pm$ 0.21    | 7.13 $\pm$ 0.19    | 1.348        | 0.179 |
| 治疗 4 h 后                                        | 7.02 $\pm$ 0.32    | 7.21 $\pm$ 0.15    | 3.721        | 0.003 |
| 白细胞( $\times 10^9/\text{L}$ , $\bar{x} \pm s$ ) | 10.18 $\pm$ 5.56   | 10.36 $\pm$ 5.22   | 0.182        | 0.856 |
| 血红蛋白( $\text{g}/\text{L}$ , $\bar{x} \pm s$ )   | 134.88 $\pm$ 25.02 | 136.01 $\pm$ 25.32 | 0.248        | 0.805 |
| 吸烟史[例(%)]                                       | 11(10.68)          | 40(93.02)          | 90.495       | 0.001 |
| 其他合并症[例(%)]                                     | 38(36.89)          | 28(65.12)          | 9.755        | 0.002 |
| 入院第一天 APACHEⅡ评分(分, $\bar{x} \pm s$ )            | 11.22 $\pm$ 5.28   | 20.68 $\pm$ 5.19   | 9.917        | 0.001 |
| 儿时严重呼吸系统疾病史[例(%)]                               | 45(43.69)          | 34(79.07)          | 15.293       | 0.001 |

表 2 影响 COPD 治疗成功率的 logistic 回归分析

| 项目              | $\beta$ 值 | 标准误   | Wald 值 | $P$ 值 | OR 值  | 95% CI        |
|-----------------|-----------|-------|--------|-------|-------|---------------|
| 年龄              | -0.977    | 0.198 | 24.291 | 0.001 | 0.376 | 0.255 ~ 0.555 |
| 其他合并症           | -1.161    | 0.380 | 9.355  | 0.002 | 0.313 | 0.149 ~ 0.659 |
| 吸烟史             | -4.714    | 0.678 | 48.300 | 0.001 | 0.009 | 0.002 ~ 0.034 |
| 入院第一天 APACHEⅡ评分 | -0.363    | 0.065 | 31.211 | 0.001 | 0.695 | 0.612 ~ 0.790 |
| 儿时有无严重呼吸系统疾病史   | -1.583    | 0.424 | 13.921 | 0.001 | 0.205 | 0.089 ~ 0.472 |
| 治疗 4 h 后血 pH 值  | -2.528    | 0.740 | 11.687 | 0.001 | 0.080 | 0.019 ~ 0.340 |

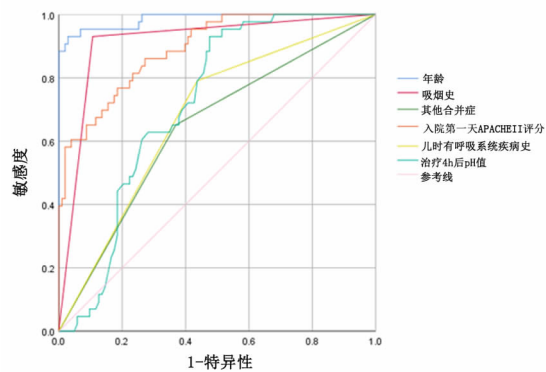


图 1 影响 COPD 治疗成功率因素的 ROC 曲线

烟可以减轻肺部损伤,有助于提高疗效<sup>[8]</sup>。本研究中,治疗成功 103 例(70.55%),致伤因素主要为长期吸烟、职业粉尘暴露、化学物质暴露、室内外空气污染等,这与既往研究结果相似<sup>[9]</sup>。

面对 COPD 治疗的成功率,年龄一直是重点研究问题,年龄较小的患者,COPD 治疗成功的概率更大<sup>[10,11]</sup>。本研究中,成功组年龄≤45 岁者显著多于失败组。随着年龄的增长,人体的免疫系统功能逐渐下降,使得患者对感染的抵抗力减弱,容易并发感染而加重病情,年龄较大的患者身体机能下降,包括呼吸肌力减弱、肺弹性减退等,这可能导致呼吸功能的恢复较为困难。在治疗过程中,老年患者对药物的代谢和排泄能力下降,从而增加药物不良反应的风险。此外,年龄增长还可能影响治疗依从性,老年人可能存在记忆力下降、认知功能减退等问题,导致难以按时服药、遵循治疗计划。

吸烟史为 COPD 治疗成功的影响因素<sup>[12,13]</sup>。

本研究中,有吸烟史的患者治疗成功率远低于无吸烟史者。首先,长期吸烟可能会导致肺部气道炎症和气道结构改变,使肺功能受损,增加治疗难度;其次,吸烟可能会削弱肺部的免疫功能,使患者更易感染,影响疗效;再者,吸烟引起的肺部病理改变可能难以完全逆转,即使在治疗后,患者的肺功能仍可能无法完全恢复。

有研究显示,有其他合并症如心血管疾病、糖尿病等,也是影响 COPD 治疗成功的因素之一<sup>[14,15]</sup>,与本研究结果一致。首先,合并症的存在增加了治疗的复杂性。不同疾病的治疗方法和药物可能存在冲突,需要医生进行综合评估和调整;其次,合并症会加重患者的身体负担,影响其免疫功能和营养状况,从而降低对 COPD 治疗的耐受性和疗效;再者,某些合并症如心血管疾病、糖尿病等可能导致呼吸功能的进一步恶化。

有研究发现,入院第一天 APACHE II 评分和治疗 4 h 后血 pH 值同为 COPD 治疗成功的影响因素<sup>[16~18]</sup>,与本研究结果相符。入院第一天 APACHE II 评分是评估患者整体健康状况的重要指标。较高的 APACHE II 评分通常意味着患者的健康状况较差,可能会影响治疗的成功率。治疗 4 h 后血 pH 值则反映机体酸碱平衡状态。异常的血 pH 值可能提示患者存在呼吸衰竭等严重并发症,需要及时调整治疗策略。

儿时无严重呼吸系统疾病史为 COPD 治疗成功

表 3 影响 COPD 治疗成功率因素的预测价值

| 因素                 | AUC   | 95% CI        | P 值   | 特异度   | 灵敏度   | 约登指数  |
|--------------------|-------|---------------|-------|-------|-------|-------|
| 年龄                 | 0.985 | 0.968 ~ 1.000 | 0.001 | 0.932 | 0.930 | 0.862 |
| 其他合并症              | 0.641 | 0.542 ~ 0.740 | 0.007 | 0.631 | 0.651 | 0.282 |
| 吸烟史                | 0.912 | 0.856 ~ 0.968 | 0.001 | 0.893 | 0.930 | 0.823 |
| 入院第一天 APACHE II 评分 | 0.892 | 0.838 ~ 0.945 | 0.001 | 0.641 | 0.884 | 0.525 |
| 儿时有无严重呼吸系统疾病史      | 0.677 | 0.584 ~ 0.770 | 0.001 | 0.563 | 0.791 | 0.354 |
| 治疗 4 h 后血 pH 值     | 0.717 | 0.636 ~ 0.798 | 0.001 | 0.563 | 0.791 | 0.354 |

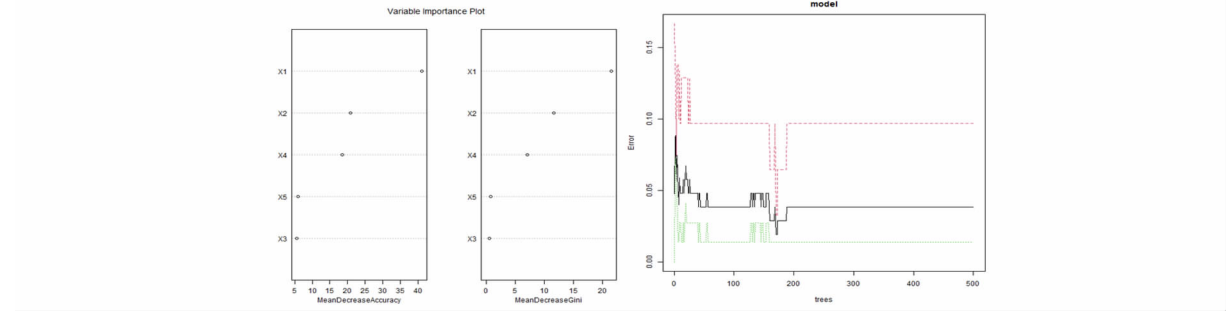


图 2 随机森林特征的重要性排序和随机森林错误率评估

的影响因素<sup>[19]</sup>。本研究中,儿时患有严重呼吸系统疾病的治疗成功率小于儿时无严重呼吸系统疾病史者。儿时无严重呼吸系统疾病史者,其肺部结构和功能相对较好,减少了肺部的损伤和病理改变,使肺部的代偿能力和恢复能力相对较强,有助于提高患者对治疗的依从性和配合度,从而增强疗效。

多因素 logistic 回归分析显示,年龄、其他合并症、吸烟史、入院第一天 APACHE II 评分、儿时有无严重呼吸系统疾病史、治疗 4 h 后血 pH 值是 COPD 治疗成功率的影响因素,故认为上述因素是 COPD 患者治疗成功的重点监控与防控方面<sup>[20]</sup>。此外,本研究构建的随机森林图显示,COPD 治疗成功率影响因素重要性排序依次是年龄、吸烟史、其他合并症、入院第一天 APACHE II 评分、儿时有无严重呼吸系统疾病史及治疗 4 h 后血 pH 值。随机森林模型训练集错误率为 9.67% 验证集错误率为 1.37%。这说明该模型在 COPD 治疗成功率方面具有较高的准确性<sup>[21]</sup>。

本研究构建的随机森林模型具有较高临床可用性,且纳入的年龄、吸烟史等变量均为临床常用指标,便于医护人员快速评估患者治疗成功概率,变量重要性排序也为临床干预提供了优先级参考。与传统 Logistic 回归模型相比,随机森林算法具有非线性处理能力强、抗过拟合性好及变量重要性排序更科学等优势,且相较深度学习模型可解释性更强,适合基层医疗场景推广,但在处理高维数据时可能不如深度学习模型。然而,本研究存在一定局限性,样本量较小且为单中心数据,同时未纳入肺功能指标、治疗方案等潜在影响因素,儿时呼吸系统疾病史还存在回忆偏倚风险,且模型基于基线数据构建、未考虑病情动态变化,也未与其他 COPD 预测模型进行对比研究。未来需通过多中心大样本研究验证模型泛化能力,纳入多模态数据、开发动态更新算法优化模型,并开展临床验证推动其向实际诊疗流程转化。

综上所述,年龄、其他合并症、吸烟史、入院第一天 APACHE II 评分、儿时有无严重呼吸系统疾病史、治疗 4 h 后血 pH 值与 COPD 治疗成功率有关,基于以上各因素构建的随机森林模型呈现出良好的预测效能,可为临床早期预测 COPD 治疗成功率提供参考。

参考文献

1 白亚虎,高胜寒,纪思禹,等.慢性阻塞性肺疾病向“前”发展[J].中国全科医学,2023,26(3):6.

2 樊静,方利文,陈亚红.慢性阻塞性肺疾病前期研究进展[J].内科急危重症杂志,2024,30(5):391-396.

3 吴钟琪.慢性阻塞性肺疾病[J].中国实用乡村医生杂志,2022,29(1):2.

4 Christenson SA,Smith BM,Bafadhel M,et al. Chronic obstructive pulmonary disease[J]. Lancet,2022,399(10342):2227-2242.

5 Duffy SP,Criner GJ. Chronic obstructive pulmonary disease: evaluation and management[J]. Med Clin North Am,2019,103(3):453-461.

6 王凤燕,张冬莹,梁振宇,等.面向全科医生的《慢性阻塞性肺疾病诊治指南(2021年修订版)》解读[J].中国全科医学,2021,24(29):5.

7 Corlateanu A,Mendez Y,Wang Y,et al. Chronic obstructive pulmonary disease and phenotypes: a state-of-the-art[J]. Pulmonology,2020,26(2):95-100.

8 Calverley PMA,Walker PP. Contemporary Concise Review 2022: Chronic obstructive pulmonary disease[J]. Respirology,2023,28(5):428-436.

9 Lee AHY,Snowden CP,Hopkinson NS,et al. Pre-operative optimisation for chronic obstructive pulmonary disease:a narrative review[J]. Anaesthesia,2021,76(5):681-694.

10 Osadnik CR,Singh S. Pulmonary rehabilitation for obstructive lung disease[J]. Respirology,2019,24(9):871-878.

11 Rhee CK. Chronic obstructive pulmonary disease research by using big data[J]. Clin Respir J,2021,15(3):257-263.

12 Yang IA,Jenkins CR,Salvi SS. Chronic obstructive pulmonary disease in never-smokers: risk factors pathogenesis and implications for prevention and treatment[J]. Lancet Respir Med,2022,10(5):497-511.

13 Thomson NC. The role of smoking in asthma and chronic obstructive pulmonary disease overlap[J]. Immunol Allergy Clin North Am,2022,42(3):615-630.

14 Singh D,Mathioudakis AG,Higham A. Chronic obstructive pulmonary disease and COVID-19: interrelationships[J]. Curr Opin Pulm Med,2022,28(2):76-83.

15 Bauer WS,Schiffman RF. Factors influencing self-management of chronic obstructive pulmonary disease by community-dwelling adults[J]. West J Nurs Res,2020,42(6):423-430.

16 Silverman EK. Genetics of COPD[J]. Annu Rev Physiol,2020,82:413-431.

17 Li X,Cao X,Guo M,et al. Trends and risk factors of mortality and disability adjusted life years for chronic respiratory diseases from 1990 to 2017: systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017[J]. BMJ,2020,368:m234.

18 Gai X,Allwood B,Sun Y. Post-tuberculosis lung disease and chronic obstructive pulmonary disease[J]. Chin Med J (Engl),2023,136(16):1923-1928.

19 Quan D,Ren J,Ren H,et al. Exploring influencing factors of chronic obstructive pulmonary disease based on elastic net and Bayesian network[J]. Sci Rep,2022,12(1):7563.

20 Wang JM,Wang C,Li G. Progress in research of chronic obstructive pulmonary disease and risk factors[J]. Zhonghua Liu Xing Bing Xue Za Zhi,2022,43(8):1343-1348.

21 Zou D,Zhu X. Association of CT phenotype with pulmonary function in patients with chronic obstructive pulmonary disease and influencing factors of prognosis[J]. Am J Transl Res,2023,15(3):2164-2174.

(2024-09-13 收稿 2025-05-23 修回)

附表 1 变量赋值方式

| 变量 | 含义                 | 赋值          |
|----|--------------------|-------------|
| X1 | 年龄                 | 连续变量        |
| X2 | 吸烟史                | 是=1；否=0     |
| X3 | 其他合并症              | 是=1；否=0     |
| X4 | 入院第一天 APACHE II 评分 | 较低=1；较高=0   |
| X5 | 儿时严重呼吸系统疾病史        | 是=1；否=0     |
| X6 | 治疗 4h 后 pH 值       | 较低=1；较高=0   |
| Y  | COPD 治疗成功          | 成功组=1，对照组=0 |