

• 临床研究 • doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2025.04.029
网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1097.r.20250208.1025.012\(2025-02-10\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1097.r.20250208.1025.012(2025-02-10))

基于决策树和 logistic 回归算法的两种预测模型对 ICU 患者肺部多重耐药菌感染发生风险的预测性能比较

鲜雨芮,王 晶,张 敏
(电子科技大学医学院附属绵阳医院/绵阳市中心医院手术室,四川绵阳 621000)

[摘要] **目的** 基于决策树和 logistic 回归算法构建神经重症监护室(ICU)患者发生肺部多重耐药菌(MDRO)感染的预测模型,并比较其预测性能,为 ICU 患者预防肺部 MDRO 感染提供借鉴。**方法** 选取该院 2021 年 1 月至 2023 年 12 月 ICU 患者 350 例,并根据 ICU 患者有无发生肺部 MDRO 感染将其分为感染组($n=52$)和非感染组($n=298$),收集并分析两组患者的临床资料,筛选出 ICU 患者发生肺部 MDRO 感染的影响因素,以 ICU 患者肺部 MDRO 感染发生风险为因变量,单因素分析中差异有统计学意义的指标为自变量,通过决策树算法、logistic 回归算法构建 ICU 患者肺部 MDRO 感染发生风险的预测模型,比较 2 种预测模型对 ICU 患者肺部 MDRO 感染发生风险的预测性能。**结果** 感染组和非感染组患者的年龄是否 ≥ 60 岁、糖尿病史、住院时间是否 ≥ 2 周、有无留置导尿管、有无二氧化氯消毒、有无长期卧床、有无意识障碍比较,差异有统计学意义($P<0.05$);logistic 回归分析显示年龄 ≥ 60 岁、留置导尿管、低蛋白血症、有意识障碍为 ICU 患者发生肺部 MDRO 感染的危险因素,二氧化氯消毒为 ICU 患者发生肺部 MDRO 感染的保护因素。根据上述风险因素及回归系数,获得原始预警模型 $\text{logit}(P_1)=0.856\times\text{年龄}+0.928\times\text{留置导尿管}+0.916\times\text{二氧化氯消毒}+0.866\times\text{低蛋白血症}+0.986\times\text{意识障碍}-4.371$,Hosmer-Lemeshow 检验显示,logistic 回归模型有较好的拟合度(决定系数 $R^2=0.579$, $P=0.531$);基于决策树算法构建的 ICU 患者肺部 MDRO 感染发生风险的决策树模型,共 4 层,9 个节点,模型选择了有无意识障碍、有无留置导尿管、有无低蛋白血症、年龄是否 ≥ 60 岁 4 个临床特征作为模型的节点,其中意识障碍是最重要的预测因子。决策树模型的受试者工作特征(ROC)曲线的曲线下面积(AUC)为 0.892(95%CI:0.835~0.949),logistic 回归模型的 ROC 曲线的 AUC 为 0.862(95%CI:0.812~0.912),两种模型的 AUC 经 delong 检验显示预测性能无明显差异($Z=1.148$, $P=0.095$)。**结论** 建立的 ICU 患者肺部 MDRO 感染发生风险的决策树模型和 logistic 回归模型预测效能均较高且差异不大。

[关键词] 决策树模型;logistic 回归模型;神经重症监护;多重耐药菌感染;预测模型
[中图法分类号] R446.5 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-8348(2025)04-0954-06

Comparison of the predictive performance of two predictive models based on decision tree and logistic regression algorithms for the risk of pulmonary multidrug-resistant organism infection in intensive care unit patients

XIAN Yurui, WANG Jing, ZHANG Min

(Operating Room, Mianyang Hospital Affiliated to Medical School of University of Electronic Science and Technology of China/Mianyang Central Hospital, Mianyang, Sichuan 621000, China)

[Abstract] **Objective** To develop predictive models based on decision tree and logistic regression algorithms for pulmonary multidrug-resistant organism (MDRO) infection risk in intensive care unit (ICU) patients, and compare their predictive performance to provide references for pulmonary MDRO infection prevention. **Methods** A total of 350 ICU patients admitted to the hospital from January 2021 to December 2023 were enrolled and divided into an infection group ($n=52$) and a non-infection group ($n=298$) based on the presence of pulmonary MDRO infection. Clinical data from both groups were collected and analyzed to identify risk factors for pulmonary MDRO infection in ICU patients. Using the risk of pulmonary MDRO infection in ICU patients as the dependent variable and the indicators with statistically significant differences in univariate analysis as the independent variables, predictive models for pulmonary MDRO infection risk were developed by using decision tree algorithms and logistic regression analysis. The predictive performance of these two models was compared. **Results** There were statistically significant differences ($P<0.05$) between the infection and non-infection groups in terms of age, history of diabetes, hospital stay ≥ 2 weeks, indwelling urinary catheter,

chlorine dioxide disinfection, prolonged bedridden status, and disturbance of consciousness. Logistic regression analysis with pulmonary MDRO infection risk in ICU patients as the dependent variable showed that age ≥ 60 years, indwelling catheter, hypoproteinemia, and disturbance of consciousness were risk factors for pulmonary MDRO infection in ICU patients, while chlorine dioxide disinfection was a protective factor. Based on these risk factors and regression coefficients, the original warning model was established as: $\text{logit}(P_1) = 0.856 \times \text{age} + 0.928 \times \text{indwelling catheter} + 0.916 \times \text{chlorine dioxide disinfection} + 0.866 \times \text{hypoproteinemia} + 0.986 \times \text{disturbance of consciousness} - 4.371$. The Hosmer-Lemeshow test indicated good model fit (coefficient of determination $R^2 = 0.579, P = 0.531$). The decision tree model for pulmonary MDRO infection risk in ICU patients constructed using decision tree algorithm comprised 4 layers and 9 nodes, selecting four clinical features as nodes: presence of consciousness disturbance, indwelling catheter, hypoproteinemia, and age ≥ 60 years, with consciousness disturbance being the most significant predictor. The decision tree model showed an area under the curve (AUC) of 0.892 (95%CI: 0.835–0.949) on receiver operating characteristic (ROC) analysis, compared to 0.862 (95%CI: 0.812–0.912) for the logistic regression model. Delong test revealed no significant difference in predictive performance between the two models ($Z = 1.148, P = 0.095$). **Conclusion** Both the decision tree model and logistic regression model established for predicting the risk of pulmonary MDRO infection in ICU patients demonstrate high predictive performance with comparable efficacy.

[Key words] decision tree model; logistic regression model; neurointensive care; multidrug-resistant organism infection; predictive model

多重耐药菌 (multidrug-resistant organism, MDRO) 是全球公共卫生面临的一个重大挑战, 它为人类疾病治疗敲响了警钟^[1]。近年来, MDRO 对多种抗菌药物产生了耐药性使治疗难度增加, 而滥用抗菌药物也是导致 MDRO 感染最直接的原因之一, 且随着抗菌药物在养殖业的不当使用, 耐药菌逐渐通过食物链传递, 最终导致人体内抗菌药物大量积聚, 部分病原菌产生耐药性^[2-3]。当人体感染 MDRO 后, 患者疾病会变得复杂, 这提高了治疗的难度, 给患者的经济及身心均带来了巨大的负担。研究表明, 重症监护室 (intensive care unit, ICU) 病原菌耐药发生率较高^[4-5], 且肺部 MDRO 感染特性较为突出, MDRO 检出率处于医院各科室前列。此外, MDRO 的传染会加快患者病情进展, 使住院时间延长及医疗成本增加。因此, 减少 ICU 患者肺部 MDRO 感染的风险, 提高其生活质量, 已成为临床医疗人员关注的焦点。目前临床研究多集中在医院肺部 MDRO 感染的危险因素分析^[6-7], 尚无 ICU 患者发生肺部 MDRO 感染风险的决策树预测模型构建的报道, 基于此, 本研究基于 logistic 回归算法和决策树算法构建 ICU 患者肺部 MDRO 感染发生风险的预测模型, 并比较其预测性能, 以期对 ICU 患者肺部 MDRO 感染的预防提供借鉴。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取本院于 2021 年 1 月至 2023 年 12 月收治的 350 例 ICU 患者作为研究对象。纳入标准: (1) 年龄 ≥ 18 岁; (2) ICU 室入住时间 ≥ 48 h; (3) 入住 ICU 期间肺部感染 MDRO; (4) 首次住院且住院前无 MDRO 感染; (5) 符合 ICU 的入住条件。排除标准: (1) 入住 ICU 前已发生肺部 MDRO 感染; (2) ICU 室

入住时间 < 48 h, 并检出肺部 MDRO 感染; (3) 自动出院患者。根据 ICU 患者肺部 MDRO 感染的患者数至少应为纳入最终 logistic 回归方程自变量数的 10 倍, 再考虑 20% 的失访率, 本研究需至少纳入 100 例研究对象。本研究实际纳入 350 例, 病例数充足。350 例 ICU 患者中男 198 例、女 152 例, 年龄 32~82 岁, 平均 (59.14 ± 8.51) 岁, 平均 BMI (25.47 ± 2.11) kg/m²。本研究经本院伦理委员会批准 (审批号: S-2020-056)。

1.2 方法

1.2.1 临床资料收集

收集患者的临床资料, 包括性别、年龄、BMI、饮酒史、糖尿病史、吸烟史、高血压史、冠心病史、住院时间、留置导尿管、合并肿瘤、糖皮质激素治疗、二氧化氯消毒 (环境消杀)、长期卧床、低蛋白血症、意识障碍的情况。

1.2.2 ICU 患者肺部 MDRO 感染判断标准及分组

根据《MDRO 医院感染预防与控制技术指南 (试行)》^[8] 的定义, MDRO 是对 3 类或 3 类以上临床使用的抗菌药物同时具有耐药性的细菌。并根据 ICU 患者是否发生肺部 MDRO 感染将 350 例 ICU 患者分为感染组和非感染组。

1.2.3 建模方法

多因素 logistic 回归分析以逐步向后法, 根据似然比检验的标准进行变量的剔除, 变量入选的检验水准 $\alpha = 0.05$ 。决策树模型选用适合处理分类变量的决策树 χ^2 自动交互检测 (CHAID) 算法进行变量筛选, 其中使用 Pearson χ^2 检验筛选出最佳的分类结果。为了充分挖掘 ICU 患者肺部 MDRO 感染发生风险的潜在影响因素, 并确保简单的树结构形态, 本研究设

置决策树模型子节点和父节点的最小个案数分别为 20 和 40,最大生长深度设置为 3,检验水准 $\alpha=0.05$ 。

1.3 统计学处理

采用 SPSS25.0 软件进行数据统计学处理,计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,组间比较采用 t 检验,计数资料以例数或百分比表示,组间比较采用 χ^2 检验,将单因素分析中 $P<0.05$ 的指标纳入 logistic 回归分析,以其为自变量,以 ICU 患者肺部 MDRO 感染发生风险为因变量,构建 logistic 回归模型,基于决策树算法构建决策树模型,然后进行受试者工作特征(receiver operating characteristic,ROC)曲线分析,采用 delong 检验评估 logistic 回归模型、决策树模型的 ROC 曲线下面积(area under the curve,AUC),比较两种模型的预测性能,以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 感染组和非感染组患者的临床资料比较

350 例 ICU 患者中有 52 例患者发生肺部 MDRO 感染,肺部 MDRO 感染的发生率为 14.86%,感染组和非感染组患者性别、BMI、饮酒史、吸烟史、高血压史、冠心病史、有无合并肿瘤、有无糖皮质激素治疗情况比较,差异无统计学意义($P>0.05$),而两组患者的年龄是否 ≥ 60 岁、糖尿病史、住院时间是否 ≥ 2 周、有无留置导尿管、有无二氧化氯消毒、有无长期卧床、有无低蛋白血症、有无意识障碍情况比较,差异有统计学意义($P<0.05$),见表 1。

表 1 感染组和非感染组患者的临床资料比较[n(%)]				
项目	感染组 (n=52)	非感染组 (n=298)	χ^2	P
性别			0.613	0.434
男	32(61.54)	166(55.70)		
女	20(38.46)	132(44.30)		
年龄			5.316	0.021
≥ 60 岁	28(53.85)	110(36.91)		
<60 岁	24(46.15)	188(63.09)		
BMI			0.542	0.763
$\geq 28.0\text{ kg/m}^2$	9(17.31)	41(13.76)		
$24.0\sim<28.0\text{ kg/m}^2$	30(57.69)	185(62.08)		
$<24.0\text{ kg/m}^2$	13(25.00)	72(24.16)		
饮酒史			0.476	0.490
有	16(30.77)	78(26.17)		
无	36(69.23)	220(73.83)		
糖尿病史			4.868	0.027
有	15(29.13)	48(16.11)		
无	37(71.15)	250(83.89)		
吸烟史			0.702	0.402
有	18(34.62)	86(28.86)		
无	34(65.38)	212(71.14)		
高血压史			2.347	0.126

续表 1 感染组和非感染组患者的临床资料比较[n(%)]				
项目	感染组 (n=52)	非感染组 (n=298)	χ^2	P
有	17(32.69)	68(22.82)		
无	35(67.31)	230(77.18)		
冠心病史			2.085	0.149
有	9(17.31)	31(10.40)		
无	43(82.69)	267(89.60)		
住院时间			12.105	0.001
≥ 2 周	30(57.69)	97(32.55)		
<2 周	22(42.31)	201(67.45)		
留置导尿管			6.184	0.013
有	14(26.92)	40(13.42)		
无	38(73.08)	258(86.58)		
合并肿瘤			0.389	0.533
有	10(19.23)	47(15.77)		
无	42(80.77)	251(84.23)		
糖皮质激素治疗			0.461	0.497
有	23(44.23)	147(49.33)		
无	29(55.77)	151(50.67)		
二氧化氯消毒			4.986	0.026
有	19(36.54)	66(22.15)		
无	33(63.46)	232(77.85)		
长期卧床			4.066	0.044
有	25(48.08)	100(33.56)		
无	27(51.92)	198(66.44)		
低蛋白血症			9.721	0.002
有	27(51.92)	89(29.87)		
无	25(48.08)	209(70.13)		
意识障碍			9.872	0.002
有	32(61.54)	114(38.26)		
无	20(38.46)	184(61.74)		

2.2 logistic 回归算法构建 ICU 患者肺部 MDRO 感染发生风险的预测模型

以 ICU 患者肺部 MDRO 感染发生风险为因变量,将年龄是否 ≥ 60 岁、糖尿病史、住院时间是否 ≥ 2 周、有无留置导尿管、有无二氧化氯消毒、有无长期卧床、有无低蛋白血症、有无意识障碍作为自变量(赋值见表 2)进行 logistic 回归分析,结果显示,年龄 ≥ 60 岁、留置导尿管、有低蛋白血症、有意识障碍为 ICU 患者发生肺部 MDRO 感染的危险因素,二氧化氯消毒为 ICU 患者肺部感染 MDRO 的保护因素。根据上述危险因素及回归系数,获得原始预警模型 $\text{logit}(P_1)=0.856\times\text{年龄}+0.928\times\text{留置导尿管}+0.916\times\text{二氧化氯消毒}+0.866\times\text{低蛋白血症}+0.986\times\text{意识障碍}-4.371$,Hosmer-Lemeshow 检验显示,logistic 回归模型有较好的拟合度(决定系数 $R^2=0.579,P=0.531$),见表 3。

表 2 自变量赋值

项目	赋值
年龄	<60 岁=0, ≥60 岁=1
糖尿病	无=0, 有=1
住院时间	<2 周=0, ≥2 周=1
留置导尿管	无=0, 有=1
二氧化氯消毒	无=0, 有=1
长期卧床	无=0, 有=1
低蛋白血症	无=0, 有=1
意识障碍	无=0, 有=1

2.3 决策树算法构建 ICU 患者肺部 MDRO 感染发生风险的预测模型

基于决策树算法构建的 ICU 患者肺部 MDRO 感染发生风险预测模型(决策树模型),共 4 层,9 个节点,模型选择了有无意识障碍、有无留置导尿管、有无低蛋白血症、年龄是否 ≥60 岁 4 个临床特征作为模型的节点,其中意识障碍是最重要的预测因子,见图 1。ICU 患者肺部 MDRO 感染发生风险的 logistic 回归模型和决策树模型的 AUC 经 delong 检验表明预测性能差异不大($Z=1.148, P=0.095$),见表 4。

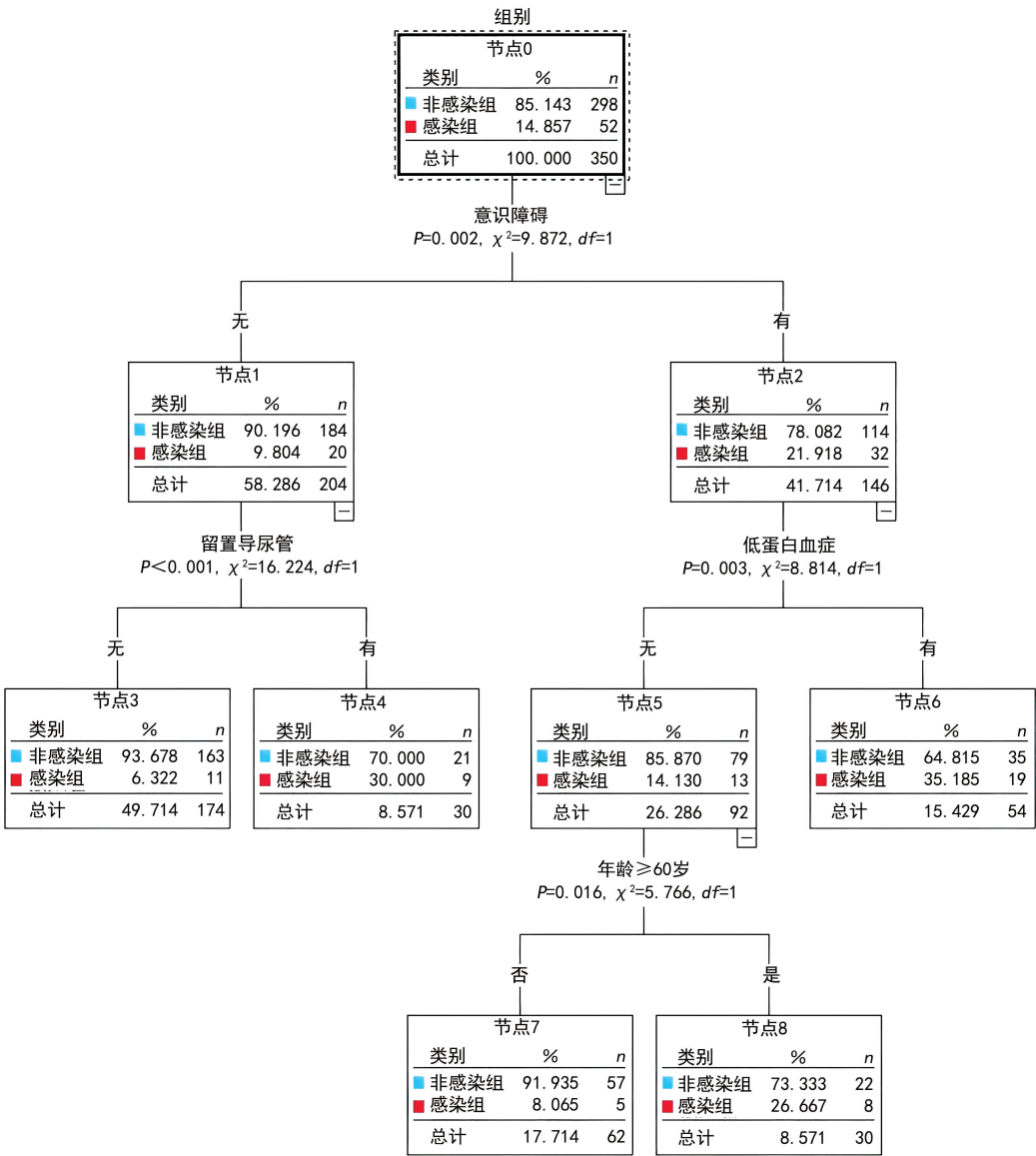


图 1 ICU 患者肺部 MDRO 感染发生风险的决策树模型

表 3 ICU 患者肺部 MDRO 感染发生风险的 logistic 回归分析结果

自变量	β	SE	Wald	P	OR	95%CI
年龄 ≥ 60 岁(是 vs. 否)	0.856	0.337	6.460	0.011	2.354	1.216~4.555
糖尿病(有 vs. 无)	0.731	0.389	3.534	0.060	2.076	0.969~4.447
住院时间 ≥ 2 周(是 vs. 否)	1.084	0.337	10.350	0.128	1.958	0.828~3.727

续表 3 ICU 患者肺部 MDRO 感染发生风险的 logistic 回归分析结果

自变量	β	SE	Wald	P	OR	95%CI
留置导尿管(有 vs. 无)	0.928	0.397	5.468	0.019	2.528	1.162~5.502
二氧化氯消毒(有 vs. 无)	-0.916	0.357	6.581	0.010	2.500	1.241~5.035
长期卧床(有 vs. 无)	0.695	0.339	1.207	0.072	1.004	0.931~3.895
低蛋白血症(有 vs. 无)	0.866	0.334	6.712	0.010	2.377	1.235~4.575
意识障碍	0.986	0.336	8.620	0.003	2.680	1.388~5.176
常数	-4.371	0.493	78.760	<0.001	0.013	

表 4 两种预测模型预测 ICU 患者肺部 MDRO 感染发生风险的效能情况

模型	AUC	SE	P	95%CI
logistic 回归模型	0.862	0.021	0.008	0.812~0.912
决策树模型	0.892	0.035	0.015	0.835~0.949

3 讨 论

肺部 MDRO 感染已成为医院感染的重要病原菌之一,在过去的 20 年中出现了许多新的 MDRO、泛耐药菌,甚至泛耐药的“超级细菌”,给临床用药和感染防控带来了巨大挑战,国内外对 MDRO 感染防控十分关注^[9-10]。本研究显示,350 例 ICU 患者中有 52 例患者发生肺部 MDRO 感染,肺部 MDRO 感染的发生率为 14.86%,表明本院 ICU 患者肺部 MDRO 感染发生率较高。因此,探讨 ICU 患者肺部 MDRO 感染发生风险的影响因素,并及时给予 ICU 患者相关的干预对于肺部 MDRO 感染的预防具有重要的临床意义。

肺部 MDRO 感染发生率较高,尤其在老年人群中。研究显示,年龄为肺部 MDRO 感染的高危因素,病原菌主要为革兰氏阴性杆菌且耐药性强^[11]。本研究发现,年龄≥60 岁与 ICU 患者肺部 MDRO 感染的发生有关,与上述研究结果一致。考虑可能由于老年人身体机能下降,免疫力降低,导致抗感染能力下降,因此更容易被细菌感染。同时,老年人的代谢能力较差,长期卧床易发生感染。研究证实,留置导尿管为老年肺部感染住院患者发生 MDRO 感染的危险因素,感染病原菌主要为革兰氏阴性菌^[12]。本研究发现留置导尿管与 ICU 患者发生肺部 MDRO 感染有关,与上述研究结果相符。原因可能是由于留置导尿管为有创操作,可破坏人体正常的生理保护屏障,容易发生肺部 MDRO 感染。研究证实,通过增强医疗场所表面的清洁和消毒力度,可以有效减少病区 MDRO 的污染和定植,进一步降低院内 MDRO 的交叉感染发生风险^[13]。二氧化氯属于实际无毒级且对皮肤无刺激性,其能够通过影响细胞膜内外水分平衡,进而干扰病原菌的成长或使其死亡,从而完成高水平消毒工作^[14]。王传鹏等^[15]研究证实,二氧化氯对 MDRO 感染病房的消毒水平高于常规含氯消毒剂。本研究

发现有无二氧化氯消毒与 ICU 患者发生肺部 MDRO 感染有关,并经多因素 logistic 回归分析证实,二氧化氯消毒为 ICU 患者发生肺部 MDRO 感染的保护因素,与上述研究结果一致。考虑是由于二氧化氯作为一种强氧化剂,可以有效杀灭各种微生物,包括细菌、病毒和真菌,其通过释放出生态氧,破坏微生物的 DNA 和 RNA 结构,使微生物失去繁殖能力和毒性,同时二氧化氯能够提高空气的 pH 值,从而改变微生物的生活环境,导致微生物死亡。此外,二氧化氯还可以抑制某些酶的活性,进一步阻止微生物的繁殖。

低蛋白血症通常与营养不良有关,患者的营养状况差会影响免疫系统功能,从而增加感染的风险。蒋玮等^[16]研究证实,低蛋白血症为神经康复病房肺部 MDRO 感染发生的危险因素,尤其当白蛋白水平<40 g/L。本研究发现低蛋白血症与 ICU 患者肺部 MDRO 感染发生有关,并经多因素 logistic 回归分析证实,低蛋白血症为 ICU 患者肺部发生 MDRO 感染的危险因素,与上述研究结果一致。考虑是由于低蛋白血症可能导致患者的肠道菌群失衡,增加机会性病原体如 MDRO 的定植和入侵概率,同时,皮肤和黏膜是防止外界病原菌入侵的重要屏障,低蛋白血症影响皮肤和黏膜的正常结构和功能,使其更容易受到病原菌的侵袭和定植。ICU 多出现意识障碍,多由于严重的脑部疾病、创伤、中毒、代谢紊乱或神经系统疾病等^[17]。宋晓超等^[18]研究证实,意识障碍为神经外科患者肺部 MDRO 感染的影响因素。本研究发现意识障碍与 ICU 患者肺部 MDRO 感染发生有关,并经多因素 logistic 回归分析证实,意识障碍为 ICU 患者发生肺部 MDRO 感染的危险因素,与上述研究结果一致。考虑可能是因为意识障碍患者往往需要接受侵入性治疗,如气管插管、留置尿管等,这些操作增加了感染的传播途径,同时 ICU 患者发生意识障碍通常需要接受广谱抗菌药物治疗,长期使用广谱抗菌药物会导致菌群失调,增加耐药菌株感染的风险。

目前对于 ICU 患者肺部 MDRO 感染的研究多集中在 ICU 患者肺部 MDRO 感染危险因素的研究,临床上尚未见将决策树模型应用至 ICU 患者 MDRO 感染发生风险的预测中。决策树算法是一种基于实例的机器学习算法,其通过构建树形模型来对实例进行

分类或预测,能够明确呈现相关因子,具备严谨的量化分析能力,易于领悟且适用于实际医疗操作中^[19-20]。本研究构建了 ICU 患者肺部 MDRO 感染发生风险的决策树模型,选择了意识障碍、留置导尿管、低蛋白血症、年龄 ≥ 60 岁 4 个临床特征作为模型的节点,其中意识障碍是最重要的预测因子。且通过绘制 ROC 曲线与 logistic 回归模型进行比较,两种模型的 AUC 比较结果显示 logistic 回归模型与决策树模型预测性能相差无异(delong 检验结果: $Z=1.148$, $P=0.095$),二者都可以预测 ICU 患者肺部 MDRO 感染发生的风险。

综上所述,意识障碍、留置导尿管、低蛋白血症、年龄 ≥ 60 岁为 ICU 患者肺部 MDRO 感染发生的危险因素,二氧化氯消毒是其保护因素,建立的 ICU 患者肺部 MDRO 感染发生风险的 logistic 回归模型和决策树模型预测效能均较高且差异不大,可为 ICU 患者肺部 MDRO 感染的预防提供一定的借鉴。但本研究也存在一定局限性,本研究为单中心研究,纳入的影响因子较少,获得的临床结果可能会存在一定的偏倚,今后会纳入更大样本量及更多影响因子进行分析,并进行多中心的研究。

参考文献

[1] NELSON R E, HYUN D, JEZEK A C, et al. Mortality, length of stay, and healthcare costs associated with multidrug-resistant bacterial infections among elderly hospitalized patients in the united states[J]. Clin Infect Dis, 2021, 74(6):1070-1080.

[2] 乔红亮,丁宁,邓凯红,等.耐甲氧西林金黄色葡萄球菌感染新型控制策略研究新进展[J].中国临床药理学与治疗学,2023,28(6):676-687.

[3] 赵怡鸿,曲海,马媛,等.2014 年至 2016 年某三级甲等医院多重耐药菌感染现状及耐药性分析[J].河北医学,2018,24(6):1048-1052.

[4] 王琪,张霞,雷蕾,等.儿童重症监护室患儿多重耐药菌感染影响因素的 meta 分析[J].护理研究,2021,35(18):3210-3217.

[5] 刘济,方旭,杨滢,等.某医院多重耐药菌医院感染特征及变化趋势分析[J].中国消毒学杂志,2023,40(10):776-778.

[6] 张惠民,杜旭升,范亚莉,等.重症肺炎 120 例多重耐药菌感染情况及影响因素分析[J].陕西医学杂志,2022,51(7):835-838,842.

[7] 张娜,刘彩红,敖娟,等.颅脑损伤患者术后多重耐药菌感染的影响因素及病原学特点分析[J].中华现代护理杂志,2022,28(8):1002-1007.

[8] 多重耐药菌医院感染预防与控制技术指南(试行)[J]. 药物不良反应杂志,2011,13(2):108-109.

[9] SALIBA R, THÉO GHELLENSTEIN-FERRERA T, LOMONT A, et al. Risk factors for the environmental spread of different multi-drug-resistant-organisms (MDRO): a prospective cohort study[J]. J Hosp Infect, 2021, 111(1):155-161.

[10] 张娜,刘彩红,敖娟,等.颅脑损伤患者术后多重耐药菌感染的影响因素及病原学特点分析[J].中华现代护理杂志,2022,28(8):1002-1007.

[11] 熊兴林,潘俊辰,顾艮莹,等.ICU 获得多重耐药菌感染现况及危险因素分析[J].热带医学杂志,2019,19(10):1254-1256,1270.

[12] 赵建兰,许东风,赵静,等.老年肺部感染住院患者多重耐药菌感染影响因素的回顾性调查[J].中华医院感染学杂志,2019,29(6):835-838.

[13] 许波银,李炯,蔡花,等.综合医院 ICU 患者及环境分离多重耐药菌耐药率及同源性[J].中国感染控制杂志,2023,22(4):404-410.

[14] 李学敏,张福娥,田若涛,等.一种二氧化氯消毒剂消毒相关性能研究[J].中国消毒学杂志,2017,34(8):739-741.

[15] 王传鹏,邓琴升,黄辉萍,等.二氧化氯对 ICU 医疗环境多重耐药菌的消毒效果[J].中华医院感染学杂志,2021,31(18):2877-2880.

[16] 蒋玮,谭波涛,文思阳,等.神经康复病房肺部多重耐药菌感染的病原学特点及影响因素分析[J].重庆医学,2023,52(4):497-501.

[17] 杨福政,胡艺.ICU 老年患者发生谵妄危险因素的 meta 分析[J].实用心脑肺血管病杂志,2023,31(3):87-94.

[18] 宋晓超,乔美珍,陈凯,等.神经外科呼吸机相关性肺炎患者多重耐药菌感染的影响因素分析[J].中华医院感染学杂志,2018,28(8):1211-1215.

[19] 褚会敏,王金娟,潘月丽.基于机器学习算法的儿童过敏性紫癜肾损害风险预测[J].中国预防医学杂志,2022,23(1):62-67.

[20] SHREE S R. Autonomous development of theoretical framework for intelligence automation system using decision tree algorithm[J]. Comput Electr Eng, 2022, 102(1):1-11.

(收稿日期:2024-06-10 修回日期:2024-12-08)

(编辑:姚 雪)