

肥胖状态对呼吸机相关肺炎患者1年死亡率的影响及其列线图预测模型构建

张梦琦, 王导新*

重庆医科大学附属第二医院呼吸与危重症医学科, 重庆

收稿日期: 2025年2月13日; 录用日期: 2025年3月7日; 发布日期: 2025年3月14日

摘要

背景: 本研究主要探索肥胖对呼吸机相关肺炎(Ventilator-Associated Pneumonia, VAP)患者1年全因死亡率的影响, 构建呼吸机相关肺炎的肥胖患者长期死亡风险模型, 进一步探究“肥胖悖论”对呼吸机相关肺炎的影响。方法: 我们使用大型公共数据库提取进入重症监护室(Intensive Care Unit, ICU)内的合适的患者, 将患者根据BMI分为肥胖和非肥胖两类。首先, 调节协变量后进行倾向性匹配评分(Propensity Score Matching, PSM)减少选择偏差, 探究肥胖状态与VAP不良预后的具体关系。其次, 为了进一步研究VAP肥胖患者1年全因死亡率的风险因素, 我们通过套索回归分析(Least Absolute Shrinkage and Selection Operator, LASSO)联合多因素逻辑回归分析选择特征变量来构建VAP肥胖患者长期死亡率的列线图预测模型。最后, 通过绘制校准曲线以评估模型的准确性和可靠性。结果: 最终, 我们提取到资料齐全的1506名VAP患者, 其中肥胖患者有665名。调整一切混杂变量后, 进行PSM后发现肥胖状态并不影响VAP患者短期死亡率, 无明显统计学差异($P > 0.05$); 而在1年死亡率中, 肥胖患者的死亡风险显著低于非肥胖患者($P < 0.05$)。于是在通过LASSO回归分析联合多因素逻辑回归分析选择特征变量后, 我们构建了肥胖患者1年全因死亡率的列线图预测模型, 发现年龄、CCI、是否气管插管及RRT是影响死亡率的最重要的三大因素。结论: 我们的研究发现, 在呼吸机相关肺炎中肥胖悖论仍然存在。较高的年龄、CCI以及住院期间进行RRT的患者, 可能具有较高的长期死亡风险。

关键词

肥胖, 呼吸机相关肺炎, 列线图, 预测模型

The Impact of Obesity on the 1-Year Mortality Risk of Patients with Ventilator-Associated Pneumonia and the Construction of Its Nomogram Prediction Model

*通讯作者。

文章引用: 张梦琦, 王导新. 肥胖状态对呼吸机相关肺炎患者 1 年死亡率的影响及其列线图预测模型构建[J]. 临床医学进展, 2025, 15(3): 1207-1216. DOI: 10.12677/acm.2025.153730

Mengqi Zhang, Daoxin Wang*

Department of Respiratory and Critical Care Medicine, The Second Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing

Received: Feb. 13th, 2025; accepted: Mar. 7th, 2025; published: Mar. 14th, 2025

Abstract

Background: This study primarily explores the impact of obesity on the 1-year all-cause mortality rate in patients with Ventilator-Associated Pneumonia (VAP). It aims to construct a long-term mortality risk model for obese patients with VAP and further investigate the effect of “obesity paradox” on VAP. **Methods:** We extracted data from a large public database for patients admitted to the Intensive Care Unit (ICU) and categorized them into obese and non-obese groups based on BMI. Initially, Propensity Score Matching (PSM) was used after adjusting for covariates to reduce selection bias and explore the relationship between obesity and adverse outcomes in VAP. Subsequently, to further investigate the risk factors for 1-year all-cause mortality in obese VAP patients, we applied Least Absolute Shrinkage and Selection Operator (LASSO) regression combined with multivariate logistic regression analysis to select feature variables and constructed a nomogram prediction model for predicting long-term mortality in obese patients with VAP. Finally, we assessed the accuracy and reliability of the model through calibration curves. **Results:** A total of 1506 VAP patients with complete data were included, of whom 665 were obese. After adjusting for all confounding variables and performing PSM, it was found that obesity status did not affect the short-term mortality of VAP patients, with no statistically significant difference ($P > 0.05$). However, in terms of 1-year mortality, obese patients exhibited a significantly lower risk of death compared to non-obese patients ($P < 0.05$). Thus, after selecting characteristic variables by LASSO regression combined with multivariate logistic regression, we constructed a nomogram prediction model to predict the 1-year all-cause mortality in obese VAP patients, and found that the most important factors influencing mortality were age, Charlson Comorbidity Index (CCI), whether or not tracheal intubation, and renal replacement therapy (RRT). **Conclusion:** Our study found that the obesity paradox still exists in VAP. Older age, higher CCI, and the need for RRT during hospitalization may be associated with a higher long-term mortality risk in these patients.

Keywords

Obesity, Ventilator-Associated Pneumonia, Nomogram, Prediction Model

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

呼吸机相关肺炎(Ventilator-Associated Pneumonia, VAP)是指机械通气 48 小时后至拔管后 48 小时内出现的肺炎[1]。VAP 是重症监护病房(ICU)中最常见的院内感染之一[2], 由多种病原微生物所致, 临床上以发热、咳嗽、咳痰、呼吸困难为主要表现[3], 是一种与危重症患者密切相关的严重的肺部疾病。

肥胖患者由于其特定的生理特征, 如胸壁脂肪堆积、肺顺应性下降以及可能存在的气道狭窄等[4] [5], 导致在机械通气过程中面临更高的插管率和较高的通气压力需求, 以确保足够的氧合[6]。这些因素可能增加气道损伤和通气不充分的风险, 从而使得肥胖患者在接受机械通气时更易发生肺部感染等[7]。此外,

研究表明, 肥胖不仅增加了对呼吸机依赖的时间, 还可能导致呼吸机设置的调整更加复杂, 从而进一步提高了感染的风险[8]。

“肥胖悖论”(Obesity Paradox)是指在一些疾病状态下肥胖患者与非肥胖患者相比反而具有较低的死亡率, 尽管肥胖被认为是多种不良结果的危险因素[9]。这一现象在临床中多见, 例如进行机械通气的患者、患有急性呼吸窘迫综合征的患者中[10][11]。具体而言, 肥胖患者在患病或住院期间的死亡风险反而较低, 或者在疾病的恢复过程中表现得更好, 这与传统的健康观念相悖[12]。

在临床实践中, 医生应充分考虑肥胖患者的特殊生理状态及风险因素, 制定针对性的治疗方案, 以期优化治疗效果, 改善患者预后。而关于呼吸机相关肺炎的不良预后与肥胖之间的关系仍不清晰, 因此本研究主要探索肥胖与呼吸机相关肺炎死亡率的关系, 旨在进一步探究肥胖与 VAP 长期死亡率之间的关系, 并构建死亡预测风险模型。

2. 方法

2.1. 数据来源、提取及处理

MIMIC (Medical Information Mart for Intensive Care Database)是一个大型的公共数据库, 由美国麻省理工学院计算生理学实验室、美国哈佛医学院贝斯以色列女执事医疗中心(BIDMC)和飞利浦医疗公司共同建立。数据库中所有患者的信息都经过脱敏处理, 以保护患者隐私, 因此不需要伦理审查。

我们使用以下纳入、排除标准诊断筛选合适的患者: 纳入标准: 1) 首次住院且首次入住 ICU 的患者; 2) 符合 ICD 编码诊断的 VAP 患者。排除标准: 1) 年龄小于 18 岁; 2) 身高或者体重数据缺失以及身高 < 100 cm、体重 < 10 kg 的患者。本次研究的主要结局为 1 年全因死亡率, 次要结局为住院死亡率、28 天死亡率。死亡统计是从住院日当天开始直至 1 年所计算的。体重指数(Body Mass Index, BMI)是国际上广泛采用的衡量人体胖瘦程度及健康状况的一个重要指标[1], $BMI = \text{体重(kg)} / \text{身高(m)}^2$ 。根据 WHO 标准, 我们将肥胖患者定义为 $BMI \geq 30 \text{ kg/m}^2$ 。

我们从 MIMIC-IV 3.1 中提取各项指标, 包括性别、年龄、体重、身高、生命体征、实验室检查指标、疾病评分、合并症以及是否进行肾替代治疗(Renal Replacement Therapy, RRT)。所有指标均收集于入住 ICU 24 小时内首次测定时的值。此外, 我们删除缺失值大于 10% 的指标, 并对缺失部分采用 R 语言的“mice”包进行简单的多重插补。

2.2. 统计分析

所有的统计分析均采用 R 4.4.1 进行。对于连续性变量, 我们首先使用 Shapiro-Wilk 检验进行正态性检验。符合正态分布的连续性变量以均值 $\pm$ 标准差(SD)表示, 并使用 t 检验进行组间差异分析; 而非正态分布的连续性变量则以中位数(伴四分位数间距)表示, 并采用 Mann-Whitney U 检验进行组间差异分析。分类变量则以频数和百分比(%)表示, 组间差异分析则采用卡方检验或 Fisher 精确检验。所有统计分析中, 以双侧 $P < 0.05$ 作为判定差异具有统计学意义的标准。

2.3. 倾向性匹配评分(P propensity Score Matching, PSM)

PSM 是一种常用于观察性研究中的统计方法, 旨在通过匹配具有相似特征的个体, 来减少因混杂因素引起的偏倚, 进而估计处理(或干预)效应的因果关系。我们将提取的患者分为肥胖组和非肥胖组进行统计分析。在调节一切可能影响死亡率的混杂因素后进行 PSM, 以分组变量为因变量, 协变量为自变量, 构建逻辑回归模型。采用无放回的采样, 使用 1:1 比例匹配对照组和处理组。卡尺值设定为 20% 的两组倾向得分标准差。我们通过标准化方差检验以及协变量均值差异检验确保匹配后的处理组和对照组在协

变量上无显著差异。

2.4. 模型构建以验证

首先, 为了选择特征变量防止模型过拟合, 保证模型的准确性, 我们进行套索回归分析(Least Absolute Shrinkage and Selection Operator, LASSO), 然后通过多因素逻辑回归分析再次筛选变量, 进而使用 R 语言中的“rms”包来构建列线图。最后, 绘制该列线图模型的校准曲线以评估模型预测的准确性。

3. 结果

3.1. 基线数据

我们最终得到 1506 名 VAP 患者。如表 1 所示, 在 PSM 前, 有 852 名非肥胖患者, 有 655 名肥胖患者, 而在 PSM 后共匹配 479 对患者。在 PSM 前, 肥胖患者进行机械通气时可能具有更高的呼吸频率、二氧化碳分压、PEEP 水平、吸氧浓度, 更长的机械通气时长, 以及更低的氧合指数。

Table 1. Baseline indicators before and after propensity score matching
表 1. 倾向性匹配评分前后的基线指标

变量	匹配前			匹配后		
	非肥胖组	肥胖组	P	非肥胖组	肥胖组	P
	N = 852	N = 655		N = 479	N = 479	
年龄, 岁	65.9 [53.2; 76.9]	61.0 [51.4; 70.9]	<0.001	62.6 [52.1; 74.2]	63.1 [52.3; 72.4]	0.666
性别			0.317			0.945
女	272 (31.9%)	226 (34.5%)		155 (32.4%)	157 (32.8%)	
男	580 (68.1%)	429 (65.5%)		324 (67.6%)	322 (67.2%)	
BMI, kg/m ²	25.2 [22.5; 27.4]	35.1 [32.1; 39.6]	<0.001	25.5 [22.9; 27.6]	34.6 [31.7; 38.4]	<0.001
心率, 次/分	88.0 [75.0; 104]	89.0 [76.0; 104]	0.300	90.0 [75.0; 105]	89.0 [75.0; 104]	0.961
呼吸频率, 次/分	19.0 [16.0; 24.0]	21.0 [17.0; 25.0]	<0.001	20.0 [16.0; 24.0]	20.0 [16.0; 24.0]	0.637
收缩压, mmHg	123 [106; 142]	124 [108; 143]	0.198	126 [106; 144]	124 [108; 143]	0.917
舒张压, mmHg	69.0 [58.0; 82.0]	68.0 [58.0; 82.0]	0.820	70.0 [60.0; 83.0]	69.0 [58.0; 83.0]	0.605
pH 值	7.34 [7.28; 7.41]	7.33 [7.25; 7.40]	0.014	7.34 [7.27; 7.39]	7.34 [7.26; 7.40]	0.590
二氧化碳分压, mmHg	41.0 [36.0; 50.0]	45.0 [38.0; 53.5]	<0.001	43.0 [36.0; 51.5]	43.0 [37.0; 51.0]	0.572
氧分压, mmHg	120 [76.0; 201]	96.0 [69.0; 153]	<0.001	104 [64.5; 174]	101 [73.0; 165]	0.794
呼吸末正压值, mmHg	5.00 [5.00; 8.00]	6.20 [5.00; 10.6]	<0.001	5.10 [5.00; 10.0]	5.00 [5.00; 10.0]	0.801
吸氧浓度, %	50.0 [50.0; 100]	60.0 [50.0; 100]	<0.001	60.0 [50.0; 100]	60.0 [50.0; 100]	0.657
氧合指数, mmHg	212 [110; 373]	156 [91.7; 255]	<0.001	163 [95.0; 286]	172 [106; 272]	0.514
机械通气时长, 小时	206 [106; 367]	225 [116; 383]	0.038	208 [111; 366]	210 [107; 379]	0.824
乳酸, mmol/L	1.70 [1.20; 2.60]	1.70 [1.20; 2.80]	0.506	1.70 [1.20; 2.60]	1.70 [1.20; 2.85]	0.665

续表

葡萄糖, mg/dL	134 [108; 175]	148 [118; 196]	<0.001	136 [108; 186]	144 [114; 184]	0.194
血红蛋白, g/dL	11.1 [9.30; 12.9]	11.3 [9.60; 13.2]	0.038	11.2 [9.25; 13.1]	11.2 [9.40; 13.1]	0.533
红细胞, m/uL	3.66 [3.09; 4.24]	3.92 [3.24; 4.43]	<0.001	3.74 [3.16; 4.32]	3.80 [3.14; 4.32]	0.669
血小板, m/uL	190 [130; 259]	201 [144; 268]	0.029	191 [129; 263]	197 [138; 256]	0.585
白细胞, m/uL	11.7 [8.10; 15.7]	12.1 [8.50; 16.2]	0.414	11.8 [7.80; 16.0]	12.1 [8.60; 16.0]	0.536
血尿素, mg/dL	19.0 [13.0; 31.2]	22.0 [15.0; 38.5]	0.001	21.0 [14.0; 34.0]	21.0 [14.0; 32.0]	0.995
血肌酐, mg/dL	1.00 [0.70; 1.42]	1.10 [0.80; 1.90]	<0.001	1.00 [0.80; 1.60]	1.10 [0.80; 1.65]	0.287
血清钾, mg/dL	4.10 [3.70; 4.53]	4.30 [3.80; 4.80]	<0.001	4.10 [3.80; 4.60]	4.20 [3.75; 4.70]	0.593
血清钠, mg/dL	139 [136; 142]	139 [135; 142]	0.041	139 [136; 142]	139 [136; 142]	0.394
血清钙, mg/dL	9.40 [8.90; 9.90]	9.60 [9.10; 10.1]	<0.001	9.50 [9.00; 10.0]	9.50 [9.00; 10.0]	0.910
GCS 评分	15.0 [15.0; 15.0]	15.0 [15.0; 15.0]	0.653	15.0 [15.0; 15.0]	15.0 [15.0; 15.0]	0.355
SOFA 评分	1.00 [0.00; 3.00]	1.00 [0.00; 4.00]	0.127	1.00 [0.00; 4.00]	1.00 [0.00; 4.00]	0.574
APS III 评分	50.0 [37.0; 66.0]	53.0 [40.0; 69.0]	0.010	51.0 [38.0; 68.0]	51.0 [39.0; 66.0]	0.941
查尔森合并症指数	5.00 [3.00; 7.00]	4.00 [2.00; 6.00]	0.043	4.00 [3.00; 7.00]	4.00 [2.00; 6.50]	0.638
高血压			0.516			0.794
否	507 (59.5%)	378 (57.7%)		274 (57.2%)	269 (56.2%)	
是	345 (40.5%)	277 (42.3%)		205 (42.8%)	210 (43.8%)	
糖尿病			<0.001			0.890
否	661 (77.6%)	391 (59.7%)		325 (67.8%)	328 (68.5%)	
是	191 (22.4%)	264 (40.3%)		154 (32.2%)	151 (31.5%)	
气管插管			0.722			0.878
否	653 (76.6%)	508 (77.6%)		369 (77.0%)	366 (76.4%)	
是	199 (23.4%)	147 (22.4%)		110 (23.0%)	113 (23.6%)	
透析治疗			<0.001			0.348
否	710 (83.3%)	476 (72.7%)		368 (76.8%)	381 (79.5%)	
是	142 (16.7%)	179 (27.3%)		111 (23.2%)	98 (20.5%)	

注: BMI: 体重指数; GCS: 哥斯拉评分; SOFA: 序贯(性)多器官功能衰竭评分; APS III: 急性生理与慢性健康评分系统 III。

3.2. 肥胖与死亡率的关系

如表 2 所示, 在 PSM 后, 两组之间的差距除了 BMI 具有显著差异外, 其他指标均进行倾向匹配处理, 结果发现, 与非肥胖患者对比, 肥胖患者在短期死亡率中并无明显差距, 而可能具有更低的 1 年死亡风险。由于调节混杂变量后, 我们发现肥胖状态与 VAP 的 1 年死亡率密切相关, 因此, 我们构建了 VAP 患者的 1 年全因死亡风险预测的列线图模型。

3.3. 模型构建及解释

如图 1 所示, LASSO 回归分析后, 我们最终筛选出年龄、查尔森合并症指数(Charlson Comorbidity Index, CCI)、气管插管以及 RRT 状态共 4 个变量进行多因素逻辑回归分析。如表 3 所示, 多因素逻辑回

归分析显示, 这些变量均与死亡风险明显相关($P < 0.05$)。我们使用这 4 个变量构建列线图, 正如图 2 所示, 年龄越大, 合并指数越高, 进行 RRT 操作, 患者 1 年全因死亡风险可能就越高。然而, 进行气管插管的患者似乎 1 年死亡风险更低。如图 3 所示, 为了验证模型的稳定性及准确性, 我们绘制了列线图模型的校准曲线。

Table 2. Prognostic outcomes before and after propensity score matching
表 2. 倾向性匹配评分前后的预后情况

变量	匹配前		P	匹配后		P
	非肥胖组	肥胖组		非肥胖组	肥胖组	
	N = 852	N = 655		N = 479	N = 479	
住院死亡率			0.086			0.173
存活	631 (74.1%)	511 (78.0%)		355 (74.1%)	374 (78.1%)	
死亡	221 (25.9%)	144 (22.0%)		124 (25.9%)	105 (21.9%)	
28 天死亡率			0.020			0.056
存活	654 (76.8%)	536 (81.8%)		367 (76.6%)	392 (81.8%)	
死亡	198 (23.2%)	119 (18.2%)		112 (23.4%)	87 (18.2%)	
90 天死亡率			0.009			0.295
存活	555 (65.1%)	469 (71.6%)		322 (67.2%)	338 (70.6%)	
死亡	297 (34.9%)	186 (28.4%)		157 (32.8%)	141 (29.4%)	
1 年死亡率			<0.001			0.034
存活	476 (55.9%)	427 (65.2%)		274 (57.2%)	307 (64.1%)	
死亡	376 (44.1%)	228 (34.8%)		205 (42.8%)	172 (35.9%)	

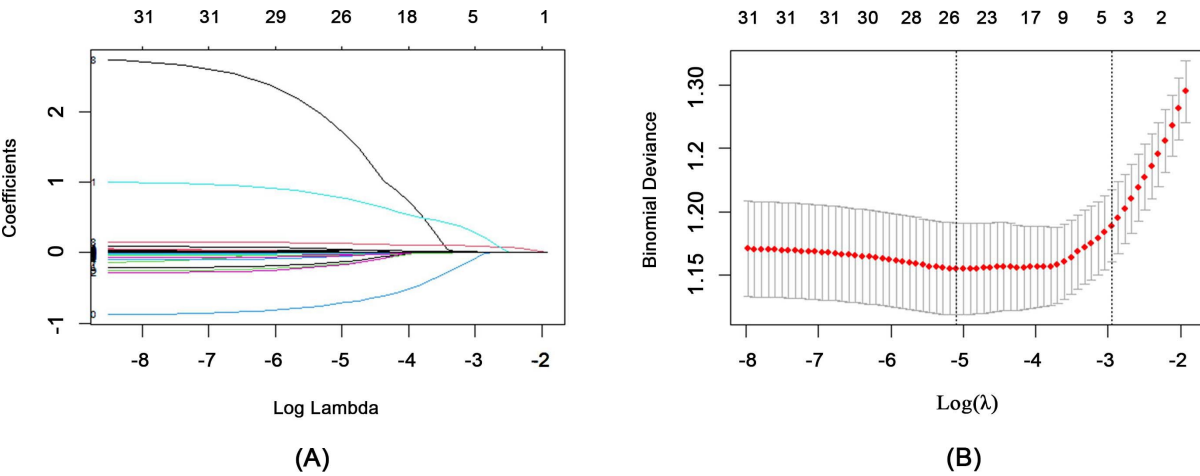
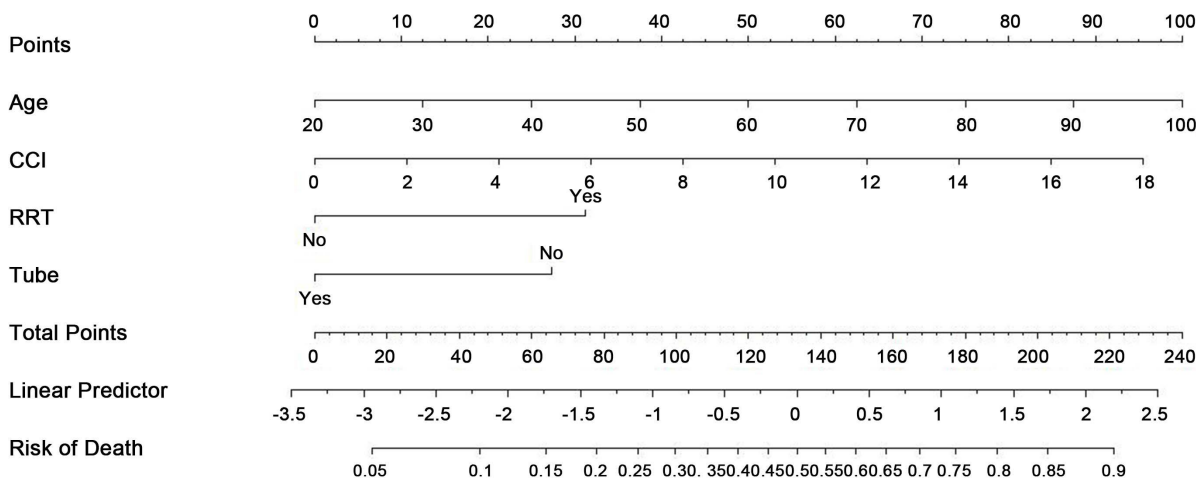


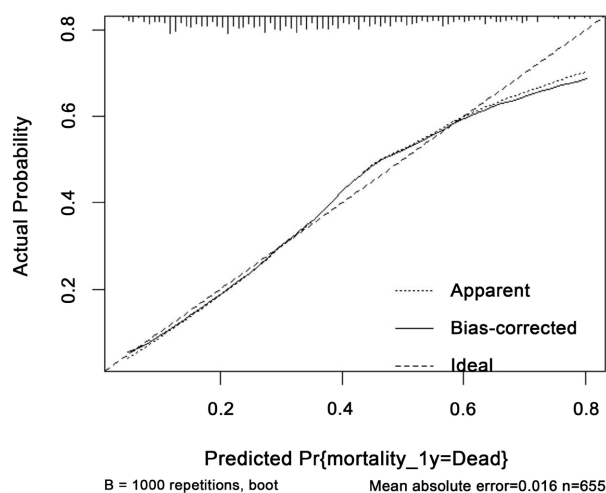
Figure 1. Least absolute shrinkage and selection operator regression (LASSO Regression): (A) A sequence of log Lambda is plotted on the coefficient profile graph; (B) The cross-validation plot, where we have selected 4 potential predictor variables
图 1. 最小绝对收缩和选择算子回归(LASSO 回归): (A) 对数 Lambda 序列在系数剖面图上绘制; (B) 交叉验证图, 我们选择了 4 个潜在的预测变量

Table 3. Multivariate logistic regression between selected variables and mortality rate**表 3.** 筛选后变量与死亡率之间的多因素逻辑回归

变量	标准误	P 值	OR	95% CI
年龄	0.005	<0.001	1.031	1.021~1.041
查尔森指数	0.027	<0.001	1.168	1.109~1.231
气管插管	0.147	<0.001	0.491	0.367~0.653
肾透析	0.14	<0.001	2.167	1.647~2.856



注: Age: 年龄; CCI: 查尔森合并症指数(Charlson Comorbidity Index); RRT: 肾脏替代治疗(Renal Replacement Therapy); Tube: 气管插管(Endotracheal Intubation)。

Figure 2. A Nomogram prediction model for the 1-year mortality risk in obese patients with ventilator-associated pneumonia**图 2.** 呼吸机相关肺炎的肥胖患者 1 年死亡风险列线图预测模型**Figure 3.** Calibration curve of the nomogram**图 3.** 列线图的校准曲线

4. 讨论

本研究通过大型公共数据库提取了 1506 名 VAP 患者的数据, 旨在探究肥胖状态与 VAP 不良预后的

关系,并构建了肥胖 VAP 患者 1 年全因死亡率的列线图预测模型。结果显示,与非肥胖患者相比,肥胖的 VAP 患者 1 年全因死亡率更低,且年龄、CCI、气管插管及 RRT 状态是影响肥胖 VAP 患者长期死亡率的重要因素。

首先,肥胖悖论在 VAP 这一疾病中仍然存在。尽管肥胖通常被认为与多种不良健康结果相关,但在 VAP 患者中,肥胖状态并未增加短期死亡率,反而在一定程度上降低了患者的长期死亡率。这一结果与先前的一些研究相一致,Aretha 等指出[13],与非肥胖患者相比,罹患 VAP 的肥胖患者似乎具有更低的 90 天全因死亡风险。这一现象在一定程度上符合“肥胖悖论”的描述,提示肥胖状态可能与 VAP (呼吸机相关性肺炎)患者的短期和长期预后存在不同的关联。其潜在的生物学机制可能包括以下几个方面:首先,肥胖患者的脂肪组织分泌脂联素和瘦素,前者通过抑制 NF- κ B 通路减轻全身炎症反应,后者可增强巨噬细胞吞噬功能,从而降低脓毒症风险,减轻炎症反应对机体的损伤[14][15];此外,这可能与较高的代谢储备和能量供应能力有关[16],肥胖患者的高脂肪储备在急性感染期可提供额外能量,减少蛋白质分解代谢,维持器官功能[17]。这些机制与非肥胖患者相比,可能为肥胖 VAP 患者提供了更优的免疫-代谢代偿基础,进而解释了肥胖患者在 VAP 预后中表现出的“肥胖悖论”现象。

其次,年龄、CCI、气管插管状态及 RRT 状态对肥胖 VAP 患者长期死亡率的影响不容忽视。在多种疾病中,年龄越大,合并症越多,患者死亡风险则越大[18][19]。而进行 RRT 的患者可能存在更高的死亡风险,多项研究结果与本次研究结果相似[20][21]。此外,我们的研究发现,在呼吸机相关肺炎的肥胖患者中进行气管插管似乎能降低其死亡风险,这似乎与传统观念存在一定矛盾。然而,两项 Meta 分析支持本研究的结果,即与超重或正常体重患者相比,有创通气肥胖患者的结局更好[9][22]。其可能的机制为可视化喉镜、纤维支气管镜等技术的应用显著提高了肥胖患者的插管成功率,降低了气道损伤风险[23]。且肥胖患者插管后可能更注重气囊压力监测和声门下分泌物引流,可减少分泌物渗漏和误吸,从而降低 VAP 复发率和继发感染风险,表现为一定的保护性效应[24]。此外,肥胖患者常需更高水平的呼气末正压(PEEP)以维持肺泡开放,减少肺不张和呼吸机相关性肺损伤[25],此类个体化通气策略可能改善氧合状态,间接降低多器官衰竭的风险。

最后,本研究采用 PSM 减少选择偏差,以及使用 LASSO 回归分析联合多因素逻辑回归分析选择特征变量构建预测模型,提高了研究的准确性和可靠性。然而,本研究也存在一定的局限性。例如,样本量有限以及未动态研究相关指标,可能影响研究结果;同时,可能存在未测量的混杂因素,如遗传背景、生活方式等。因此,在未来的研究中,需要进一步扩大样本量,动态研究指标,并考虑更多的潜在混杂因素。

总之,本次研究结果可能对临床实践具有一定的指导意义。我们利用公共数据库提取合适的 VAP 患者数据进行统计分析,期望能够增加对 VAP 肥胖患者长期死亡风险因素的识别能力,并为 VAP 的个性化诊疗提供新的见解和依据。这不仅有助于优化 VAP 患者的治疗策略,还可能为理解肥胖在疾病预后中的复杂作用提供新的线索。

5. 结论

综上所述,肥胖的 VAP 患者可能具有更低的 1 年全因死亡率,且在我们构建的肥胖患者预测模型中发现,较大的年龄、较高的 CCI 水平以及需要进行 RRT 的患者,其 1 年死亡风险更高,而进行气管插管的患者似乎具有更低的死亡风险。

参考文献

- [1] Modi, A.R. and Kovacs, C.S. (2020) Hospital-Acquired and Ventilator-Associated Pneumonia: Diagnosis, Management,

- and Prevention. *Cleveland Clinic Journal of Medicine*, **87**, 633-639. <https://doi.org/10.3949/ccjm.87a.19117>
- [2] Spalding, M.C., Cripps, M.W. and Minshall, C.T. (2017) Ventilator-Associated Pneumonia: New Definitions. *Critical Care Clinics*, **33**, 277-292. <https://doi.org/10.1016/j.ccc.2016.12.009>
 - [3] Kalanuria, A.A., Ziai, W. and Mirski, M. (2016) Erratum to: Ventilator-Associated Pneumonia in the ICU. *Critical Care*, **20**, Article No. 29. <https://doi.org/10.1186/s13054-016-1206-8>
 - [4] De Jong, A., Wrigge, H., Hedenstierna, G., Gattinoni, L., Chiumello, D., Frat, J., *et al.* (2020) How to Ventilate Obese Patients in the ICU. *Intensive Care Medicine*, **46**, 2423-2435. <https://doi.org/10.1007/s00134-020-06286-x>
 - [5] Kacmarek, R.M., Wanderley, H.V., Villar, J. and Berra, L. (2021) Weaning Patients with Obesity from Ventilatory Support. *Current Opinion in Critical Care*, **27**, 311-319. <https://doi.org/10.1097/mcc.0000000000000823>
 - [6] Ojeda Castillejo, E., de Lucas Ramos, P., López Martín, S., Resano Barrios, P., Rodríguez Rodríguez, P., Morán Caicedo, L., *et al.* (2015) Noninvasive Mechanical Ventilation in Patients with Obesity Hypoventilation Syndrome. Long-Term Outcome and Prognostic Factors. *Archivos de Bronconeumología*, **51**, 61-68. <https://doi.org/10.1016/j.arbres.2014.02.015>
 - [7] El Labban, M., Zeid Daou, M.A., Smaili, H., Hammoud, A., Hassan, G., Khan, S., *et al.* (2024) The Impact of Obesity on Ventilator-Associated Pneumonia, a US Nationwide Study. *BMC Pulmonary Medicine*, **24**, Article No. 104. <https://doi.org/10.1186/s12890-024-02924-y>
 - [8] Shao, D., Straub, J. and Matrk, L. (2020) Obesity as a Predictor of Prolonged Mechanical Ventilation. *Otolaryngology—Head and Neck Surgery*, **163**, 750-754. <https://doi.org/10.1177/0194599820923601>
 - [9] Zhao, Y., Li, Z., Yang, T., Wang, M. and Xi, X. (2018) Is Body Mass Index Associated with Outcomes of Mechanically Ventilated Adult Patients in Intensive Critical Units? A Systematic Review and Meta-Analysis. *PLOS ONE*, **13**, e0198669. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0198669>
 - [10] Sasabuchi, Y., Yasunaga, H., Matsui, H., Lefor, A.T., Horiguchi, H., Fushimi, K., *et al.* (2015) The Dose-Response Relationship between Body Mass Index and Mortality in Subjects Admitted to the ICU with and without Mechanical Ventilation. *Respiratory Care*, **60**, 983-991. <https://doi.org/10.4187/respcare.03694>
 - [11] Guo, Z., Wang, X., Wang, Y., *et al.* (2016) “Obesity Paradox” in Acute Respiratory Distress Syndrome: A Systematic Review and Meta-Analysis. *PLOS ONE*, **11**, e0163677. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0163677>
 - [12] Simati, S., Kokkinos, A., Dalamaga, M. and Argyrakopoulou, G. (2023) Obesity Paradox: Fact or Fiction? *Current Obesity Reports*, **12**, 75-85. <https://doi.org/10.1007/s13679-023-00497-1>
 - [13] Aretha, D. and Kiekkas, P. (2021) Obesity and the Incidence of Ventilator-Associated Pneumonia in Critically Ill Patients with Shock: The Paradox Persists. *Chest*, **159**, 2135-2136. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2021.03.018>
 - [14] Ouchi, N., Kihara, S., Arita, Y., Okamoto, Y., Maeda, K., Kuriyama, H., *et al.* (2000) Adiponectin, an Adipocyte-Derived Plasma Protein, Inhibits Endothelial NF-kappaB Signaling through a cAMP-Dependent Pathway. *Circulation*, **102**, 1296-1301. <https://doi.org/10.1161/01.cir.102.11.1296>
 - [15] Khanna, D., Khanna, S., Khanna, P., Kahar, P. and Patel, B.M. (2022) Obesity: A Chronic Low-Grade Inflammation and Its Markers. *Cureus*, **14**, e22711. <https://doi.org/10.7759/cureus.22711>
 - [16] Frat, J., Gissot, V., Ragot, S., Desachy, A., Runge, I., Lebert, C., *et al.* (2008) Impact of Obesity in Mechanically Ventilated Patients: A Prospective Study. *Intensive Care Medicine*, **34**, 1991-1998. <https://doi.org/10.1007/s00134-008-1245-y>
 - [17] Yao, S., Zeng, L., Wang, F. and Chen, K. (2023) Obesity Paradox in Lung Diseases: What Explains It? *Obesity Facts*, **16**, 411-426. <https://doi.org/10.1159/000531792>
 - [18] Patel, B.M., Reilly, J.P., Bhalla, A.K., Smith, L.S., Khemani, R.G., Jones, T.K., *et al.* (2024) Association between Age and Mortality in Pediatric and Adult Acute Respiratory Distress Syndrome. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, **209**, 871-878. <https://doi.org/10.1164/rccm.202310-1926oc>
 - [19] Tang, W., Tang, R., Zhao, Y., Peng, J. and Wang, D. (2022) Comparison of Clinical Characteristics and Predictors of Mortality between Direct and Indirect ARDS. *Medicina*, **58**, Article No. 1563. <https://doi.org/10.3390/medicina58111563>
 - [20] Adukauskienė, D., Ciginskienė, A., Adukauskaitė, A., Koulenti, D. and Rello, J. (2022) Clinical Features and Outcomes of Monobacterial and Polybacterial Episodes of Ventilator-Associated Pneumonia Due to Multidrug-Resistant *Acinetobacter baumannii*. *Antibiotics*, **11**, Article No. 892. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11070892>
 - [21] Gamberini, L., Tonetti, T., Spadaro, S., Zani, G., Mazzoli, C.A., Capozzi, C., *et al.* (2020) Factors Influencing Liberation from Mechanical Ventilation in Coronavirus Disease 2019: Multicenter Observational Study in Fifteen Italian ICUs. *Journal of Intensive Care*, **8**, Article No. 80. <https://doi.org/10.1186/s40560-020-00499-4>
 - [22] Ni, Y., Luo, J., Yu, H., Wang, Y., Hu, Y., Liu, D., *et al.* (2017) Can Body Mass Index Predict Clinical Outcomes for Patients with Acute Lung Injury/Acute Respiratory Distress Syndrome? A Meta-Analysis. *Critical Care*, **21**, Article No. 36. <https://doi.org/10.1186/s13054-017-1615-3>
 - [23] Hoshijima, H., Denawa, Y., Tominaga, A., Nakamura, C., Shiga, T. and Nagasaka, H. (2018) Video Laryngoscope versus Macintosh Laryngoscope for Tracheal Intubation in Adults with Obesity: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal*

- of Clinical Anesthesia*, **44**, 69-75. <https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2017.11.008>
- [24] 莫旻龙, 刘端绘, 梁振杰, 等. 动态调控气囊压力与声门下吸引联合应用于预防呼吸机相关性肺炎的价值分析[J]. 临床和实验医学杂志, 2018, 17(8): 841-844.
- [25] Fumagalli, J., Santiago, R.R.S., Teggia Droghi, M., Zhang, C., Fintelmann, F.J., Troschel, F.M., *et al.* (2019) Lung Recruitment in Obese Patients with Acute Respiratory Distress Syndrome. *Anesthesiology*, **130**, 791-803. <https://doi.org/10.1097/aln.0000000000002638>