

# 乳腺癌保乳术后乳房水肿危险因素分析及风险预测模型研究

张赫<sup>1</sup>, 朱敬军<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>内蒙古科技大学包头医学院临床医学系, 内蒙古 包头

<sup>2</sup>包头市肿瘤医院乳腺中心B区, 内蒙古 包头

收稿日期: 2026年3月21日; 录用日期: 2026年4月16日; 发布日期: 2026年4月23日

## 摘要

目的: 明确乳腺癌保乳术后乳房水肿发生率及独立危险因素, 构建并初步验证风险预测列线图, 为临床早期识别高危人群、实施个体化干预提供参考。方法: 连续纳入2023年11月至2025年11月包头市肿瘤医院200例保乳手术女性乳腺癌患者, 明确乳房水肿诊断标准, 收集相关临床及心理数据; 经单因素分析、LASSO回归变量降维及多因素Logistic回归筛选独立危险因素, 构建列线图, 通过Bootstrap重采样及多种方法评估模型性能。结果: 200例患者中50例发生乳房水肿, 发生率25.0%, 中位发生时间8个月; BMI、乳房CTV体积等7项为独立危险因素(均 $P < 0.05$ ), 构建的列线图AUC为0.866, 校准度、稳定性良好, 2%~8%阈值范围内有临床净获益。结论: 乳腺癌保乳术后乳房水肿发生率较高, 上述7项为独立危险因素, 其列线图可作为临床个体化风险评估及早期干预的参考。

## 关键词

乳房水肿, 淋巴水肿, 保乳手术, 乳腺癌, 危险因素, 列线图

# Analysis of Risk Factors and Risk Prediction Model of Breast Edema after Breast-Conserving Surgery for Breast Cancer

He Zhang<sup>1</sup>, Jingjun Zhu<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Clinical Medicine, Baotou Medical College, Inner Mongolia University of Science and Technology, Baotou Inner Mongolia

<sup>2</sup>Breast Center Area B, Baotou Cancer Hospital, Baotou Inner Mongolia

Received: March 21, 2026; accepted: April 16, 2026; published: April 23, 2026

\*通讯作者。

文章引用: 张赫, 朱敬军. 乳腺癌保乳术后乳房水肿危险因素分析及风险预测模型研究[J]. 临床个性化医学, 2026, 5(2): 679-689. DOI: 10.12677/jcpm.2026.52171

## Abstract

**Objective:** To determine the incidence of breast edema and its independent risk factors after breast-conserving surgery for breast cancer, construct and preliminarily validate a risk prediction column chart, and provide a reference for early clinical identification of high-risk populations and implementation of individualized interventions. **Methods:** A total of 200 female breast cancer patients who underwent breast-conserving surgery at Baotou Cancer Hospital from November 2023 to November 2025 were consecutively enrolled. Diagnostic criteria for breast edema were established, and relevant clinical and psychological data were collected. Independent risk factors were screened through univariate analysis, LASSO regression variable dimensionality reduction, and multivariate logistic regression. A column chart was constructed, and model performance was evaluated using Bootstrap resampling and multiple methods. **Results:** Among the 200 patients, 50 developed breast edema, with an incidence rate of 25.0% and a median occurrence time of 8 months. Seven factors, including BMI and breast CTV volume, were identified as independent risk factors (all  $P < 0.05$ ). The AUC of the constructed column chart was 0.866, demonstrating good calibration and stability, with clinical net benefit within the 2%~8% threshold range. **Conclusion:** The incidence of breast edema after breast-conserving surgery for breast cancer is relatively high, and the aforementioned seven factors are independent risk factors. The column chart can serve as a reference for clinical individualized risk assessment and early intervention.

## Keywords

Breast Edema, Lymphedema, Breast Conserving Surgery, Breast Cancer, Risk Factors, Nomogram

Copyright © 2026 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. 前言

乳腺癌是全球女性最常见恶性肿瘤, 2022 年全球新发病例约 230 万、中国约 35.7 万, 发病率呈上升且年轻化趋势[1]-[3]。保乳手术(BCS)因在保证肿瘤学疗效的同时保留乳房外形, 已成为早期乳腺癌重要治疗方式[3][4]。乳腺癌相关乳房淋巴水肿(BCRL-B)是 BCS 常见并发症, 主要由治疗相关淋巴回流障碍所致, 可明显影响患者生理、心理状态及生活质量[5][6]。其发生与手术创伤、放疗损伤相关, 病理上伴随组织纤维化等改变。已知 BMI、腋窝处理方式、术后感染可能与其发生相关[7][8], 心理社会因素相关研究较少, 但目前相关研究存在样本量有限、变量纳入不足及缺乏预测模型等问题, 尚难满足个体化风险管理需求。基于此, 本研究结合客观影像学标准, 分析乳腺癌患者保乳术后乳房水肿的发生情况及其独立危险因素, 并构建风险预测模型, 为临床早期识别高危人群和制定干预措施提供依据。

## 2. 研究方法和对象

本研究为单中心回顾性队列研究。

### 2.1. 研究对象

连续纳入 2023 年 11 月至 2025 年 11 月包头市肿瘤医院乳腺外科行保乳手术(BCS)的女性乳腺癌患者。纳入标准为病理确诊原发性乳腺癌、接受规范 BCS、术后随访  $\geq 12$  个月且临床病理资料完整; 排除

双侧乳腺癌、术前新辅助放疗、合并其他恶性肿瘤、严重脏器功能不全及关键资料缺失者。

## 2.2. 样本量估算

参考指南取保乳术后乳房水肿预估发生率 25%，结合计划纳入自变量数量，估算需总样本量 600 例，考虑数据缺失及失访率计划纳入  $\geq 480$  例。实际最终纳入 200 例资料完整患者(乳房水肿 50 例)， $EPV = 8.3$  略低于 10，通过 LASSO 回归和 500 次 Bootstrap 重采样增强模型稳健性。

## 2.3. 数据收集与质控

由两名培训后研究人员独立收集数据并交叉核对，提取患者人口学、影像学、手术、病理、治疗及并发症等相关资料；两名资深超声科医师独立测量皮肤厚度、判读水肿，取平均值分析。门诊随访行体格检查及影像学检查，电话随访收集相关症状及生活质量信息，术后 6 个月随访时收集患者感知压力及焦虑量表评分并核查完整性。

## 2.4. 术后感染的定义

本研究中，术后感染定义为保乳手术后 30 d 内发生的与手术相关感染事件，包括切口表浅感染、切口深部感染、皮下积液继发感染及蜂窝织炎等。诊断依据包括局部临床表现(如红、肿、热、痛、渗出等)以及实验室检查结果(如白细胞计数升高或 C 反应蛋白升高)，必要时结合超声等影像学检查进行确认。感染严重程度根据是否需要抗感染治疗或进一步手术干预进行判断。

## 2.5. 心理压力评估

采用感知压力量表对患者术后早期心理压力水平进行评估，评估时间早于乳房水肿结局判定时间。量表得分越高表示患者主观感知压力水平越高。本研究将其作为前期暴露变量，用于分析其对后续乳房水肿发生的预测作用。

## 2.6. 偏倚控制

采用双人独立录入数据并核对，不一致处由第三人校正；影像学测量前统一培训标准，随机抽取 30 例图像计算组内相关系数(ICC)，检验测量者间信度。

## 2.7. 结局指标定义

乳房水肿需满足术后 6 个月及以后影像学证实患侧皮肤厚度较术前增加  $\geq 2$  mm 且有液体积聚、上述改变持续  $\geq 3$  个月、排除其他致肿胀疾病，由两名影像科医师独立判读，意见不一协商决定。

## 2.8. 随访方法

术后 6、12、18、24 个月常规门诊随访并行超声检查，可疑水肿者加做 MRI；2024 年 2~5 月受疫情影响，部分随访改为电话随访结合当地影像资料审核，疑似水肿者需补充影像资料，无法提供则排除。

## 2.9. 统计学分析

连续变量以均数  $\pm$  标准差表示，组间用  $t$  检验或 Mann-Whitney U 检验；分类变量以频数(%)表示，组间用  $\chi^2$  检验或 Fisher 精确检验。经 LASSO 回归(10 折交叉验证)筛选变量，纳入多因素 Logistic 回归确定独立危险因素，构建列线图模型，通过 500 次 Bootstrap 重采样验证，评估模型区分度、校准度及临床净获益，检验水准  $\alpha = 0.05$ 。

### 3. 结果

#### 3.1. 人群基线特征

本研究纳入 200 例乳腺癌患者, 随访期间 50 例发生乳房水肿, 发生率 25.0%。其中早发型水肿(术后 <12 个月)占 76.0%, 晚发型水肿( $\geq 12$  个月)占 24.0%, 水肿中位发生时间为术后 8 个月(IQR: 5~15 个月)。临床中, 水肿患者主要表现为患侧乳房肿胀感(92.0%)、皮肤紧绷感(82.0%)等不适, 体格检查可见乳房体积增大、皮肤增厚等表现; 影像学上, 超声可见皮下液性暗区, MRI 可见皮下及腺体间隙高信号。单因素分析显示, BMI、乳房 CTV 体积、皮肤厚度、清扫淋巴结总数、感知压力量表总分、腋窝处理方式、高血压、感染与乳房水肿相关( $P < 0.05$ ), 其余临床病理因素无统计学差异( $P > 0.05$ ) (表 1)。

**Table 1.** Baseline data and univariate analysis results

**表 1.** 基线资料及单因素分析结果

Variables	Total (n = 200)	非水肿 (n = 150)	水肿 (n = 50)	Statistic	P
年龄, Mean $\pm$ SD	45.72 $\pm$ 8.56	45.80 $\pm$ 8.95	45.48 $\pm$ 7.35	t = 0.23	0.820
BMI kg·m <sup>-2</sup> , Mean $\pm$ SD	23.54 $\pm$ 2.71	23.00 $\pm$ 2.38	25.15 $\pm$ 3.00	t = -5.16	<0.001
乳房 CTV 体积 cm <sup>3</sup> , Mean $\pm$ SD	593.68 $\pm$ 274.50	567.49 $\pm$ 262.47	672.28 $\pm$ 296.86	t = -2.36	0.019
皮肤厚度(mm), Mean $\pm$ SD	2.16 $\pm$ 0.38	2.09 $\pm$ 0.35	2.37 $\pm$ 0.39	t = -4.67	<0.001
肿瘤最大径 mm, Mean $\pm$ SD	15.78 $\pm$ 6.49	15.43 $\pm$ 6.02	16.82 $\pm$ 7.70	t = -1.16	0.250
取出 清扫的淋巴结总数, Mean $\pm$ SD	7.30 $\pm$ 6.70	6.23 $\pm$ 6.22	10.52 $\pm$ 7.10	t = -3.81	<0.001
感知压力量表总分 PSS 14, Mean $\pm$ SD	37.55 $\pm$ 6.96	36.55 $\pm$ 6.96	40.54 $\pm$ 6.10	t = -3.61	<0.001
焦虑量表总分 GAD 7, Mean $\pm$ SD	7.93 $\pm$ 3.71	7.71 $\pm$ 3.51	8.62 $\pm$ 4.20	t = -1.51	0.132
腋窝处理方式, n (%)				$\chi^2 = 20.08$	<0.001
前哨淋巴结活检	132 (66.00)	112 (74.67)	20 (40.00)		
腋窝淋巴结清扫	68 (34.00)	38 (25.33)	30 (60.00)		
TMN 分期, n (%)				$\chi^2 = 2.03$	0.154
I	140 (70.00)	109 (72.67)	31 (62.00)		
II	60 (30.00)	41 (27.33)	19 (38.00)		
肿瘤所在象限, n (%)				$\chi^2 = 1.38$	0.709
内上象限	50 (25.00)	37 (24.67)	13 (26.00)		
内下象限	10 (5.00)	9 (6.00)	1 (2.00)		
外上象限	114 (57.00)	84 (56.00)	30 (60.00)		
外下象限	26 (13.00)	20 (13.33)	6 (12.00)		
组织学类型, n (%)				$\chi^2 = 0.35$	0.840
浸润性导管癌	162 (81.00)	122 (81.33)	40 (80.00)		
浸润性小叶癌	18 (9.00)	14 (9.33)	4 (8.00)		
其他	20 (10.00)	14 (9.33)	6 (12.00)		

### 3.2. 单因素 Logistic 回归

进一步进行单因素 Logistic 回归分析显示, BMI 升高(OR = 1.44,  $P < 0.001$ )、乳房 CTV 体积增大(OR = 1.01,  $P = 0.028$ )、皮肤厚度增加(OR = 15.65,  $P < 0.001$ )、清扫淋巴结总数增多(OR = 1.11,  $P < 0.001$ )、感知压力得分升高(OR = 1.12,  $P < 0.001$ )、腋窝淋巴结清扫(OR = 6.00,  $P < 0.001$ )及感染(OR = 3.42,  $P = 0.012$ )均显著增加水肿风险; 高血压与水腫风险呈上升趋势但未达统计学意义(OR = 2.11,  $P = 0.077$ ), 其余变量无显著关联。(表 2)

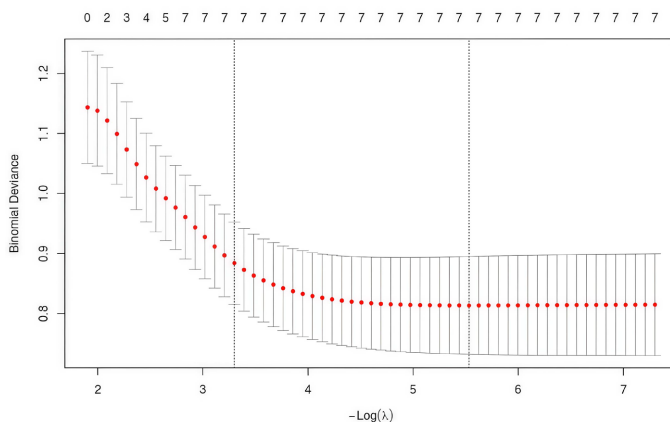
**Table 2.** Univariate logistic regression analysis results of breast oedema after breast-conserving surgery

**表 2.** 保乳术后乳房水肿发生的单因素 Logistic 回归分析结果

Variables	$\beta$	S.E	Z	P	OR (95% CI)
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	0.37	0.09	4.02	<0.001	1.44 (1.21~1.73)
乳房 CTV 体积(cm <sup>3</sup> )	0.01	0.00	2.20	0.028	1.01 (1.01~1.01)
皮肤厚度(mm)	2.75	0.70	3.95	<0.001	15.65 (4.00~61.25)
肿瘤最大径(mm)	0.04	0.03	1.36	0.173	1.04 (0.98~1.11)
清扫的淋巴结总数	0.11	0.03	3.86	<0.001	1.11 (1.05~1.18)
感知压力量表总分	0.11	0.03	3.42	<0.001	1.12 (1.05~1.19)
焦虑量表总分	0.05	0.05	0.90	0.368	1.05 (0.95~1.16)
肿瘤灶切除结节数					
1					1.00 (Reference)
2	0.77	0.68	1.13	0.258	2.16 (0.57~8.15)
3	0.48	1.24	0.39	0.699	1.62 (0.14~18.46)

### 3.3. LASSO 回归变量筛选

避免多重共线性与过拟合, 采用 Lasso 回归进行变量筛选, 通过惩罚项压缩系数实现无关变量剔除。以 10 折交叉验证、二项式偏差为评价指标, 选取最小误差对应  $\lambda = 0.0040$  构建最终模型(图 1)。从 8 个潜在变量中筛选出 7 个乳腺癌相关水肿预测因子(表 3): BMI、乳房 CTV 体积、皮肤厚度、清扫淋巴结总数、感知压力量表总分、高血压、感染; 腋窝处理方式系数为 0, 未纳入模型。Lasso 回归 ROC 曲线见图 2。

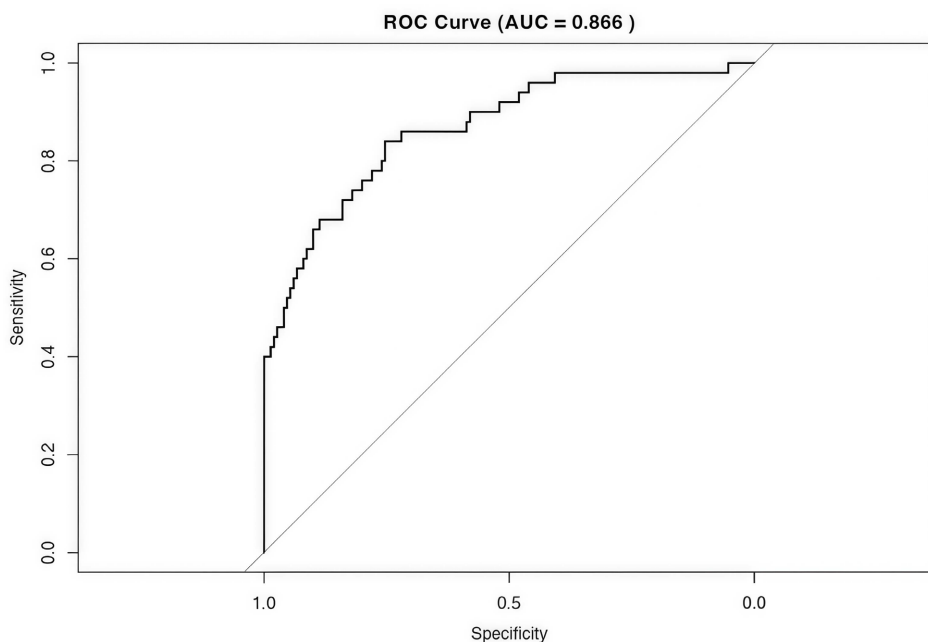


**Figure 1.** Variation of lasso regression penalty coefficient

**图 1.** lasso 回归惩罚系数变化情况

**Table 3.** Results of variable selection by LASSO regression**表 3.** LASSO 回归筛选变量结果

变量	系数	变量类型
BMI	0.331	连续变量
乳房 CTV 体积	0.00194	连续变量
皮肤厚度	1.45	连续变量
清扫的淋巴结总数	0.0891	连续变量
感知压力量表总分	0.0793	连续变量
腋窝处理方式(清扫 vs. 前哨活检)	0	二分类
高血压(是 vs. 否)	1.04	二分类
感染(是 vs. 否)	1.49	二分类

**Figure 2.** Lasso regression ROC curve**图 2.** Lasso 回归 ROC 曲线

### 3.4. 多因素 Logistic 回归分析

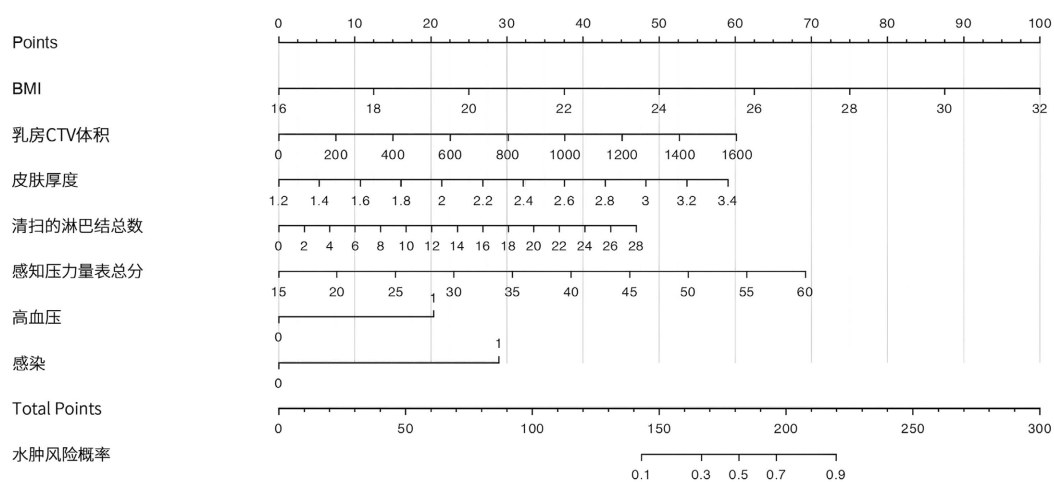
将 LASSO 筛选的 7 个变量纳入多因素 Logistic 回归模型, 采用向后逐步回归法进一步筛选。结果显示(表 4), 术后感染(OR = 5.25, 95% CI: 1.71~16.84)是最强的独立危险因素, 有感染史的患者水肿风险是无感染者的 4.25 倍; 皮肤厚度(OR = 4.65, 95% CI: 1.47~14.92), 即皮肤厚度每增加 1 mm, 患水肿的风险增加 3.65 倍; 高血压(OR = 3.21, 95% CI: 1.33~7.89)患者的水肿风险是无高血压者的 2.21 倍; BMI (OR = 1.43, 95% CI: 1.19~1.72)每增加 1 kg/m<sup>2</sup>, 水肿风险增加 43%; 清扫淋巴结总数(OR = 1.10, 95% CI: 1.04~1.17)每增加 1 个, 水肿风险增加 10%; 感知压力量表总分(OR = 1.09, 95% CI: 1.02~1.17)每增加 1 分, 水肿风险增加 9%; 乳房 CTV 体积(OR = 1.00, 95% CI: 1.00~1.00)每增加 1 cm<sup>3</sup>, 水肿风险略有增加(P = 0.006)。所有 7 个变量均达到统计学显著性(P < 0.05), 模型拟合良好(AIC = 163.33)。

**Table 4.** Univariate Logistic regression analysis results of breast oedema after breast-conserving surgery  
**表 4.** 保乳术后乳房水肿发生的单因素 Logistic 回归分析结果

变量	$\beta$ 系数	标准误差	Wald $\chi^2$	P 值	OR (95% CI)
BMI	0.358	0.093	3.834	<0.001	1.43 (1.19~1.72)
乳房 CTV 体积	0.002	0.001	2.757	0.006	1.00 (1.00~1.00)
皮肤厚度	1.536	0.591	2.597	0.009	4.65 (1.47~14.92)
清扫淋巴结总数	0.096	0.029	3.322	<0.001	1.10 (1.04~1.17)
感知压力量表总分	0.088	0.035	2.542	0.011	1.09 (1.02~1.17)
高血压(是 vs. 否)	1.167	0.455	2.566	0.010	3.21 (1.33~7.89)
感染(是 vs. 否)	1.658	0.579	2.862	0.004	5.25 (1.71~16.84)
常数项	-19.280	3.193	-6.038	<0.001	-

### 3.5. 预测模型构建与验证

基于多因素 Logistic 回归中筛选出的 7 项独立相关因素(BMI、乳房 CTV 体积、皮肤厚度、感知压力量表总分、腋窝处理方式、高血压、感染)构建水肿风险预测模型(图 3), 并绘制列线图以实现个体化风险评估。



**Figure 3.** Nomogram of the risk prediction model for breast oedema after breast-conserving surgery  
**图 3.** 保乳术后乳房水肿风险预测模型的列线图

### 3.6. 模型性能评估

#### 3.6.1. 区分度(ROC 曲线)

模型的 AUC 为 0.866 (95% CI: 0.830~0.865), 提示模型的表现优良具有一定判别能力(图 4)。为校正可能的过拟合, 采用 Bootstrap 重采样(1000 次)进行内部验证, 得到校正后平均 AUC 为 0.852, 表明模型经校正后仍具有良好的区分度(图 4)。

#### 3.6.2. 分类性能

以 0.187 作为预测概率阈值时, Accuracy 为 0.866 (0.802~0.923), Sensitivity 为 0.860 (0.700~0.880), Specificity 为 0.727 (0.593~0.820), PPV 为 0.512 (0.413~0.580), NPV 为 0.940 (0.891~0.942); 整体来看,

模型特异度较高, 验证集敏感度相对偏低, 提示仍需在更大样本中进一步优化阈值及模型稳定性(表 5)。

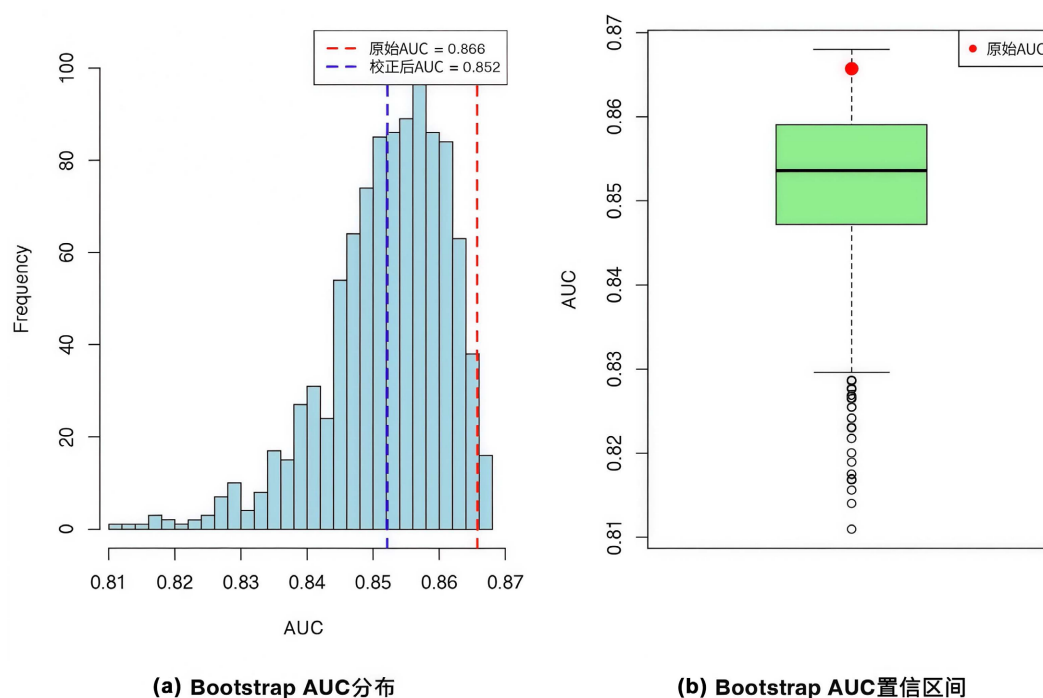


Figure 4. Bootstrap method AUC situation chart  
图 4. Bootstrap 法 AUC 情况图

Table 5. Model discrimination performance indicators  
表 5. 模型判别性能指标

方法	指标	AUC	准确率	灵敏度	特异度	阳性预测值	阴性预测值
原模型	点估计	0.866	0.760	0.860	0.727	0.512	0.940
	95% CI	0.805~0.927	0.701~0.819	0.764~0.956	0.655~0.798	0.405~0.619	0.896~0.983
Bootstrap 法	点估计	0.866	0.760	0.860	0.727	0.512	0.940
	95% CI	0.802~0.923	0.660~0.800	0.700~0.880	0.593~0.820	0.413~0.580	0.891~0.942

### 3.6.3. 临床净获益曲线(DCA)

决策曲线分析(图 5)显示, 预测模型在 2%~8%的阈值范围内具有最高的临床实用价值, 能够帮助临床医生在权衡干预利弊时做出更优决策。模型在所有阈值下均优于不干预策略, 在中等偏低阈值区间优于全部干预策略, 具有明确的临床推广应用价值。

## 4. 讨论

本研究 200 例乳腺癌保乳术后患者中, 50 例发生乳房水肿, 发生率 25.0%, 与文献报道一致, 提示乳房水肿是术后常见并发症, 重视程度远低于上肢淋巴水肿。多因素分析显示, BMI、术前乳房 CTV 体积、术前皮肤厚度、感知压力、腋窝淋巴结清扫、术后感染及高血压为乳房水肿独立危险因素。

BMI 升高与乳房水肿风险正相关(OR = 1.43), 与国内外研究结论一致[9][10], 肥胖通过压迫淋巴管、引发慢性炎症等机制增加水肿风险[11], 临床需加强高 BMI 患者术前告知与术后康复指导。本研究首次

在国内系统证实术前乳房 CTV 体积和皮肤厚度的独立预测价值: 乳房 CTV 体积越大, 淋巴引流负荷越重, 术后水肿风险越高; 术前皮肤厚度每增加 1 mm, 水肿风险升高 3.65 倍(OR = 4.65), 可通过术前超声无创测量用于常规评估[11]。

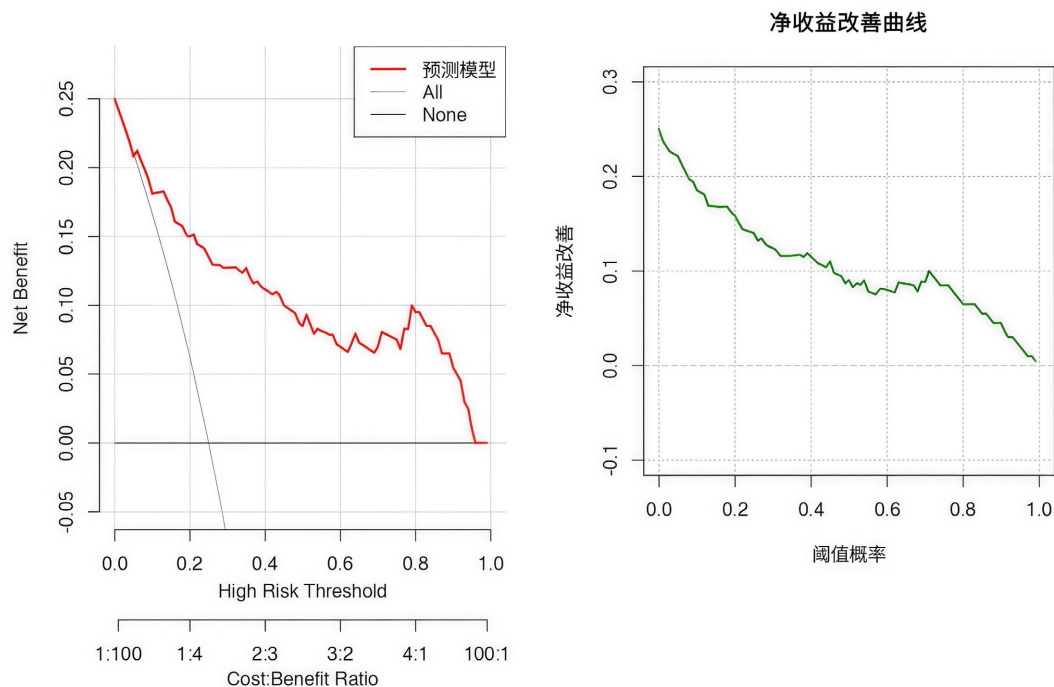


Figure 5. Model profit curve and decision curve

图 5. 模型收益曲线决策曲线

腋窝淋巴结清扫虽未进入最终模型, 但仍是公认的强危险因素, ALND 较 SLNB 水肿风险显著升高[12], 支持乳腺癌外科治疗“降阶梯”趋势。术后感染为最强独立危险因素(OR = 5.25), 通过诱发急性炎症、损伤淋巴管等形成恶性循环, 围术期需强化感染控制; 高血压(OR = 3.21)通过微血管功能障碍增加水肿风险, 需加强此类患者术后监测。

本研究首次证实感知压力与乳房水肿独立相关[13], 可能通过神经-内分泌-免疫网络干扰淋巴功能, 提示临床需关注患者术后心理状态并必要时干预[14]。基于上述 7 项危险因素构建的保乳术后乳房水肿风险预测列线图, 训练集 AUC = 0.866, 校准度良好(Hosmer-Lemeshow 检验 P = 0.1109), 决策曲线证实其实用性, Bootstrap 内部验证显示模型稳定性好(校正后 AUC = 0.852)。

该列线图填补了乳房水肿预测工具的空白, 变量易通过常规检查获取, 可帮助临床早期识别高危人群、实施个体化干预[15] [16], 其创新点在于纳入感知压力这一心理因素, 为水肿发生机制提供新视角。

本研究存在单中心回顾性设计、样本量较小等局限, 未来需开展多中心前瞻性研究, 扩大样本量、延长随访时间, 完善治疗细节记录, 探索更灵敏的水肿评估技术及心理因素与生物学机制的关联, 进一步优化预测模型。综上, 该列线图为乳房水肿个体化管理提供了新工具, 为其防治精准化奠定基础。

## 5. 结论

- 1) 本研究中乳腺癌保乳术后乳房水肿的发生率为 25.0%, 中位发生时间为术后 8 个月。
- 2) 单因素分析显示, BMI、术前乳房 CTV 体积、术前皮肤厚度、清扫淋巴结总数、感知压力量表总

分、腋窝处理方式、高血压、感染与乳房水肿发生相关( $P < 0.05$ )。

3) 多因素 Logistic 回归分析显示, BMI (OR = 1.59)、术前乳房 CTV 体积(OR = 1.01)、术前皮肤厚度(OR = 11.76)、感知压力量表总分(OR = 1.14)、腋窝淋巴结清扫(OR = 8.41)以及术后感染(OR = 8.36)是保乳术后乳房水肿的独立危险因素( $P < 0.05$ )。

4) 基于上述 6 项因素构建的风险预测列线图, 在训练集中的 AUC 为 0.91 (95% CI: 0.85~0.97), Hosmer-Lemeshow 检验  $P = 0.142$ , 校准曲线显示预测概率与实际发生率一致性较好。

5) 该模型在内部验证集中的 AUC 为 0.71 (95% CI: 0.55~0.87), 敏感度为 40.0%, 特异度为 82.0%, 提示模型存在一定过拟合, 泛化能力有待进一步验证。

6) 决策曲线分析显示, 在较宽的阈值概率范围内, 该模型的净获益高于“全干预”与“无干预”策略。

## 伦理声明

本研究已获得包头市肿瘤医院伦理委员会审核批准。

该研究已获得病人的知情同意。

## 参考文献

- [1] 莫淼, 王泽洲, 郑莹, 等. 2022 年全球及中国乳腺癌流行病学特征分析[J]. 海军军医大学学报, 2025, 46(4): 497-503.
- [2] Bray, F., Laversanne, M., Sung, H., Ferlay, J., Siegel, R.L., Soerjomataram, I., et al. (2024) Global Cancer Statistics 2022: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, **74**, 229-263. <https://doi.org/10.3322/caac.21834>
- [3] Sun, K., Zhang, B., Lei, S., Zheng, R., Liang, X., Li, L., et al. (2024) Incidence, Mortality, and Disability-Adjusted Life Years of Female Breast Cancer in China, 2022. *Chinese Medical Journal*, **137**, 2429-2436. <https://doi.org/10.1097/cm9.0000000000003278>
- [4] Fisher, B., Anderson, S., Bryant, J., Margolese, R.G., Deutsch, M., Fisher, E.R., et al. (2002) Twenty-year Follow-Up of a Randomized Trial Comparing Total Mastectomy, Lumpectomy, and Lumpectomy Plus Irradiation for the Treatment of Invasive Breast Cancer. *New England Journal of Medicine*, **347**, 1233-1241. <https://doi.org/10.1056/nejmoa022152>
- [5] Gradishar, J.W., Moran, S.M., Abraham, J., et al. (2025) NCCN Guidelines® Insights: Breast Cancer, Version 5.2025. *Journal of the National Comprehensive Cancer Network: JNCCN*, **23**, 426-436.
- [6] Chachaj, A., Małyszczak, K., Pyszel, K., Lukas, J., Tarkowski, R., Pudęko, M., et al. (2010) Physical and Psychological Impairments of Women with Upper Limb Lymphedema Following Breast Cancer Treatment. *Psycho-Oncology*, **19**, 299-305. <https://doi.org/10.1002/pon.1573>
- [7] Wu, R., Huang, X., Dong, X., Zhang, H. and Zhuang, L. (2019) Obese Patients Have Higher Risk of Breast Cancer-Related Lymphedema than Overweight Patients after Breast Cancer: A Meta-analysis. *Annals of Translational Medicine*, **7**, 172-172. <https://doi.org/10.21037/atm.2019.03.44>
- [8] Zhang, W., Liu, Z., Li, J., Zhang, H., Wu, M., Yang, P., et al. (2025) Effect of Body Mass Index on Postoperative Lymphedema after Breast Cancer: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Discover Oncology*, **16**, Article No. 1758. <https://doi.org/10.1007/s12672-025-03589-7>
- [9] Lin, C., Su, J., Wu, A.J., Lin, N., Hossack, M., Shi, W., et al. (2025) External Validation of a 5-Factor Risk Model for Breast Cancer-Related Lymphedema. *JAMA Network Open*, **8**, e2455383. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2024.55383>
- [10] Behroozian, T., Bonomo, P., Patel, P., Kanee, L., Finkelstein, S., van den Hurk, C., et al. (2023) Multinational Association of Supportive Care in Cancer (MASCC) Clinical Practice Guidelines for the Prevention and Management of Acute Radiation Dermatitis: International Delphi Consensus-Based Recommendations. *The Lancet Oncology*, **24**, e172-e185. [https://doi.org/10.1016/s1470-2045\(23\)00067-0](https://doi.org/10.1016/s1470-2045(23)00067-0)
- [11] Dayan, J.H., Ly, C.L., Kataru, R.P. and Mehrara, B.J. (2018) Lymphedema: Pathogenesis and Novel Therapies. *Annual Review of Medicine*, **69**, 263-276. <https://doi.org/10.1146/annurev-med-060116-022900>
- [12] Dylke, E.S., Benincasa Nakagawa, H., Lin, L., Clarke, J.L. and Kilbreath, S.L. (2018) Reliability and Diagnostic Thresholds for Ultrasound Measurements of Dermal Thickness in Breast Lymphedema. *Lymphatic Research and Biology*, **16**,

---

258-262. <https://doi.org/10.1089/lrb.2016.0067>

- [13] Balakin, E., Yurku, K., Ivanov, M., Izotov, A., Nakhod, V. and Pustovoyt, V. (2025) Regulation of Stress-Induced Immunosuppression in the Context of Neuroendocrine, Cytokine, and Cellular Processes. *Biology*, **14**, Article 76. <https://doi.org/10.3390/biology14010076>
- [14] Gursen, C., Meeus, M., Verbeelen, K., Vets, N., Spincemaille, L., Smeets, A., *et al.* (2025) Lymphsens Study: The Enigma of Subjective Lymphoedema—How Often and Why Do Patients Report Lymphoedema after Breast Cancer Treatment without an Objective Measurable Swelling? The Role of Lymphatic and Sensory Processing Problems: A Protocol for a Multicentre Prospective Longitudinal Study. *BMJ Open*, **15**, e099990. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2025-099990>
- [15] Gandhi, A., *et al.* (2023) Prospective, Early Longitudinal Assessment of Lymphedema-Related Quality of Life among Patients with Locally Advanced Breast Cancer: The Foundation for Building a Patient-Centered Screening Program. *The Breast*, **68**, 205-215.
- [16] Cano-Lallave, E., Frutos-Bernal, E., Anciones-Polo, M., Serrano-Sánchez, E., Rodríguez-Guerrero, I., Cuenda-Gamboa, P., *et al.* (2025) Optimizing Lymphedema Management after Breast Cancer: Predictive Risk Models in Clinical Practice. *Journal of Surgical Oncology*, **131**, 1628-1636. <https://doi.org/10.1002/jso.28146>