DOI:10.12138/j.issn.1671－9638.20264772

·论著·

长期住院老年精神分裂症患者医院感染风险的列线图预测模型构建及验证

孙　玉[1]，张丽俐[2]，齐桂花[1]
（南京市佑安医院 1. 感染控制科；2. 精神科，江苏 南京　211123）

[摘　要] **目的**　建立并验证长期住院老年精神分裂症患者医院感染风险的列线图预测模型。**方法**　回顾性收集 2023 年 1 月—2025 年 12 月数据提取窗口期内南京市佑安医院留存有完整住院记录的 495 例老年精神分裂症患者临床资料。按 7∶3 分为模型组（$n=347$）及验证组（$n=148$），并依据医院感染发生与否将模型组进一步分为感染组和无感染组。采用单因素、多因素 Logistic 回归分析老年精神分裂症患者发生医院感染的独立影响因素，并构建列线图预测模型。采用受试者工作特征（ROC）曲线、校准曲线和决策曲线分析（DCA）评估模型预测效能及临床净获益。**结果**　模型组老年精神分裂症患者医院感染发病率为 62.2%。与无感染组比较，感染组患者年龄较大，高血压、糖尿病及存在营养风险的比例较高，中性粒细胞计数较高，清蛋白水平较低（均 $P<0.05$）。高龄、存在营养风险、合并糖尿病、中性粒细胞计数高均为老年精神分裂症患者发生医院感染的危险因素（均 $P<0.05$），清蛋白水平高为保护因素（$P<0.05$）；模型组和验证组中 ROC 曲线下面积（AUC）分别 0.731（95%*CI*：0.676～0.783）、0.754（95%*CI*：0.674～0.829），两组校准曲线均趋近于理想曲线，*Brier* 评分分别为 0.197、0.200，*Hosmer-Lemeshow* χ^2 分别为 10.25（$P=0.248$）、12.59（$P=0.127$）。决策曲线表明，模型组和验证组分别在阈值概率区间 0.13～0.99、0.22～0.72 内可获得临床净获益。**结论**　高龄、存在营养风险、合并糖尿病及中性粒细胞计数升高均为老年精神分裂症患者发生医院感染的危险因素，清蛋白水平高为保护因素，以此构建的风险模型对预测老年精神分裂症患者医院感染风险具有一定临床价值。

[关　键　词] 老年精神分裂症；医院感染；预测模型；列线图
[中图分类号] R181.3+2

Construction and validation of a nomogram prediction model for hospital-acquired infection risk in elderly patients with schizophrenia during long-term hospitalization

Sun Yu[1], *Zhang Lili*[2], *Qi Guihua*[1] (1. *Department of Infection Control*; 2. *Department of Psychiatry*, *Nanjing You'an Hospital*, *Nanjing* 211123, *China*)

[**Abstract**] **Objective**　To establish and validate a nomogram prediction model for hospital-acquired infection risk in elderly patients with schizophrenia during long-term hospitalization. **Methods**　Clinical data were retrospectively collected from 495 elderly patients with schizophrenia whose complete inpatient records were available at Nanjing You'an Hospital during the data extraction window from January 2023 to December 2025. Patients were divided into a modeling group ($n=347$) and a validation group ($n=148$) in a 7∶3 ratio. The modeling group was further divided into an infection group and a non-infection group according to the occurrence of healthcare-associated infection. Univariate and multivariate logistic regression analyses were used to identify independent factors associated with hospital-acquired infections in elderly patients with schizophrenia, and a nomogram prediction model was constructed. The predictive performance and clinical net benefit of the model were evaluated using receiver operating characteristic (ROC) curves, calibration curves, and decision curve analysis (DCA). **Results**　The incidence of hospital-acquired infection in elderly patients with schizophrenia in the modeling group was 62.2%. Compared with the non-infection group, patients in the infection group were older, had higher proportions of hypertension, diabetes, and nutritional

[收稿日期]　2026－07－17
[基金项目]　南京市佑安医院院级科研项目一般性课题（2024YAKY01）
[作者简介]　孙玉（1997－），女（汉族），江苏省南京市人，住院医师，主要从事医院感染预防与控制研究。
[通信作者]　齐桂花　　E-mail:571353551@qq.com

risk, higher neutrophil count and lower albumin levels (all $P<0.05$). Advanced age, nutritional risk, comorbid diabetes, and high neutrophil count were risk factors for hospital-acquired infection in elderly patients with schizophrenia (all $P<0.05$), whereas high albumin levels were a protective factor ($P<0.05$). The areas under the ROC curves (AUCs) in the modeling and validation groups were 0.731(95%CI: 0.676 - 0.783) and 0.754(95%CI: 0.674 - 0.829), respectively. Calibration curves in both groups closely approximated the ideal curve, with Brier scores of 0.197 and 0.200, and Hosmer-Lemeshow χ^2 values of 10.25 (P = 0.248) and 12.59 (P = 0.127), respectively. DCA indicates that the model provided clinical net benefit within threshold probability ranges of 0.13 - 0.99 and 0.22 - 0.72 in the modeling and validation groups, respectively. **Conclusion** Advanced age, nutritional risk, comorbid diabetes, and elevated neutrophil counts are risk factors for hospital-acquired infection in elderly patients with schizophrenia, whereas high albumin levels are a protective factor. The risk model constructed based on these factors has some clinical value in predicting the hospital-acquired infection risk in elderly patients with schizophrenia.

[**Key words**] elderly patients with schizophrenia; hospital-acquired infection; predictive model; nomogram

随着全球人口老龄化加剧，老年精神分裂症患者的数量也在逐年上升[1]。该群体不仅具有病程长、认知功能衰退、需长期服用抗精神病药物的特点，同时面临生理机能减退导致的免疫力下降，在多重因素作用下，老年精神分裂症患者已成为医院感染的高危人群[2]。感染是导致老年精神分裂症患者住院时间延长、药物不良反应加重甚至死亡的重要原因[3]。然而，目前针对该特殊人群的研究多关注躯体并发症，对其发生医院感染的危险因素及量化预测模型的研究尚不足。本研究通过回顾性分析老年精神分裂症患者的一般资料、临床及实验室检查数据，探讨其发生医院感染的独立危险因素，并构建列线图预测模型，以期为精神科的医院感染防治及老年精神分裂症患者照护提供参考。

1 对象与方法

1.1 研究对象 本研究以南京市佑安医院电子病历系统为数据来源，回顾性收集 2023 年 1 月—2025 年 12 月该院留存完整住院诊疗记录的精神分裂症患者资料。该时间窗口仅用于限定数据提取范围，不要求患者的住院行为覆盖该窗口的全部或特定时长。观察起点为患者真实入院时间(可早于 2023 年 1 月)，终点为出院或首次发生医院感染或 2025 年 12 月(以先发生者为准)。纳入标准：(1)符合《疾病和有关健康问题的国际统计分类：第十次修订本》[4]中精神分裂症的诊断标准；(2)年龄≥60 岁；(3)入院 24 h 内进行住院营养风险评估；(4)连续住院时长≥1 年；(5)用药及实验室资料完整。排除标准：(1)入院时已存在或处于潜伏期的感染；(2)首次发生医院感染时间与入院时间间隔<1 年；(3)合并严重肝肾功能衰竭、血液系统恶性疾病或恶性肿瘤晚期者。以患者个体为分析单位，每例患者仅作为 1 例研究对象；住院期间的医院内转科属于该患者的连续住院诊疗过程，相关临床指标统一整合至该病例，不重复拆分样本。参照 Riley 等[5]的临床预测模型的样本量估算方法，在每个变量的事件数(events per variable, EPV)≥10 的基础上，结合文献[6]报道的精神分裂症患者医院感染发病率为 35.96%，控制 R^2 乐观偏差≤0.05，计算获得最小模型组样本量为 308 例。本研究最终纳入 495 例研究对象，最短住院时长 1.8 年，最长住院时长 5.5 年。采用计算机生成随机数字，按照 7∶3 原则随机分为模型组(n = 347)和验证组(n = 148)，模型组中再根据其住院期间是否发生医院感染，将患者分为无感染组(n = 131)和感染组(n = 216)，具体研究流程见图 1。本研究得到南京市佑安医院伦理委员会批准(伦理号：2024-KY-010-02)。

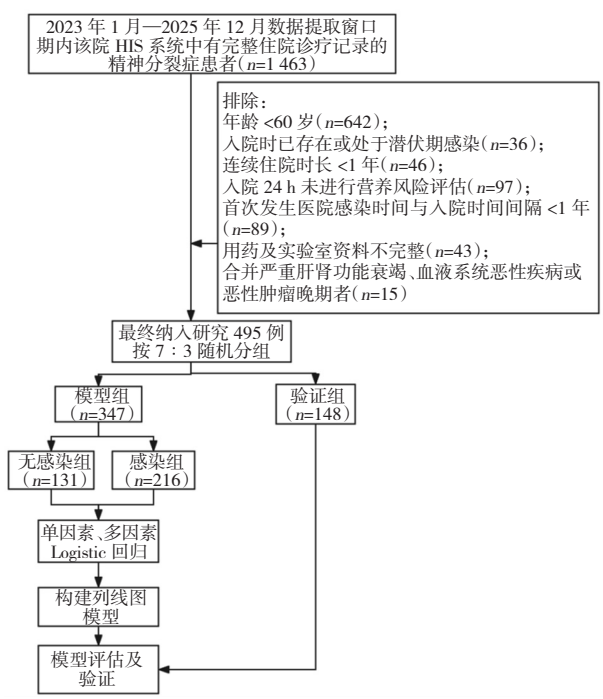


图 1 研究流程图

Figure 1 Flowchart of the study

1.2 资料收集

1.2.1 基线资料 通过医院电子病历系统收集患者入院时的临床资料，包括一般人口学资料[性别、年龄、身体质量指数(BMI)、基础疾病(高血压、高血脂、糖尿病、贫血)]、抗精神病药物使用情况(单一用药、联合用药)、实验室指标(清蛋白水平、中性粒细胞计数、白细胞计数)。

1.2.2 营养状况评估 由 2 名有经验的医生采用营养风险筛查(nutritional risk screening 2002，NRS 2002)对老年精神分裂症患者进行评分，包括年龄、疾病严重程度、营养状况受损程度 3 个维度，总分值 0～7 分，≥3 分定义为有营养风险，<3 分定义为无营养风险。

1.2.3 医院感染诊断标准 依据 2001 年版《医院感染诊断标准(试行)》[7]诊断医院感染。从详细记录患者感染信息的医院感染监测系统导出患者医院感染情况及具体感染部位等信息，包括上呼吸道感染、下呼吸道感染、口腔感染、胃肠道感染、皮肤和软组织感染、泌尿系统感染等。

1.3 统计学方法 应用 SPSS 26.0、R 4.3.2 及 Python 3.x 软件进行统计分析。样本量估算应用 R 4.3.2 中的 pmsampsize 包。偏态分布的连续变量以中位数和四分位数[$M(P_{25},P_{75})$]表示，组间比较采用 *Mann-Whitney U* 检验；分类变量以频数和百分比[例(%)]表示，采用 *Pearson* χ^2 检验；期望频数<5 时，采用 *Fisher* 确切概率法。采用方差膨胀因子(variance inflation factor，VIF)对全部自变量开展多重共线性诊断，VIF<5 的变量可纳入模型，不服从正态分布的连续型变量进行 *Spearman* 秩相关分析；将单因素 Logistic 分析中 $P\leqslant0.05$ 的变量纳入多因素 Logistic 回归分析，筛选独立危险因素。应用 Python 3.x 中的 matplotlib 程序包绘制列线图，NumPy、scikit-learn 及 SciPy 等程序包绘制受试者工作特征(receiver operating characteristic，ROC)曲线并计算曲线下面积(area under the curve，AUC)评估模型的区分度，采用 Bootstrap 法(重抽样 1 000 次)绘制校准曲线评估模型的校准度，采用决策曲线分析(decision curve analysis，DCA)评价模型的临床实用价值。检验水准 $\alpha=0.05$。

2 结果

2.1 模型组和验证组一般资料及临床指标比较 两组在医院感染情况、性别、年龄、BMI、营养状况、高血压、高血脂、糖尿病、贫血、精神科用药情况、清蛋白水平、中性粒细胞计数、白细胞计数上差异均无统计学意义(均 $P>0.05$)，见表 1。

表 1 模型组和验证组患者一般资料及临床指标比较

Table 1 Comparison of general characteristics and clinical indicators between patients in the modeling and validation groups

变量	模型组($n=347$)	验证组($n=148$)	χ^2/Z	P
医院感染[例(%)]			1.310	0.252
无	131(37.8)	64(43.2)		
有	216(62.2)	84(56.8)		
男性[例(%)]	226(65.1)	101(68.2)	0.449	0.503
年龄[$M(P_{25},P_{75})$，岁]	66(62，71)	67(62.5，73)	1.307	0.191
BMI[$M(P_{25},P_{75})$，kg/m^2]	22.3(19.12，25.34)	22.5(20.76，25.30)	1.838	0.066
营养风险[例(%)]			0.013	0.909
无营养风险组	268(77.2)	115(77.7)		
有营养风险组	79(22.8)	33(22.3)		
高血压[例(%)]	169(48.7)	77(52.0)	0.459	0.498
高血脂[例(%)]	75(21.6)	29(19.6)	0.255	0.614
糖尿病[例(%)]	114(32.9)	54(36.5)	0.611	0.434
贫血[例(%)]	55(15.9)	26(17.6)	0.224	0.636
精神科用药情况[例(%)]			1.415	0.493
无用药	85(24.5)	36(24.3)		
单一用药	213(61.4)	85(57.4)		
联合用药	49(14.1)	27(18.3)		
清蛋白水平[$M(P_{25},P_{75})$，g/L]	42.6(40，44)	42.15(40，45)	0.366	0.714
中性粒细胞计数[$M(P_{25},P_{75})$，$\times10^9$/L]	3.73(2.91，4.69)	3.95(3.33，4.64)	1.710	0.087
白细胞计数[$M(P_{25},P_{75})$，$\times10^9$/L]	6.10(5.17，7.37)	6.30(5.49，7.70)	1.937	0.053

2.2 模型组中无感染组和感染组一般资料及临床指标比较 研究结果显示，模型组老年精神分裂症医院感染发病率为 62.2%(216/347)，其中，有营养风险组为 78.5%(62/79)，无营养风险组为 57.5%(154/268)，两组比较差异有统计学意义(χ^2 = 11.470，P<0.001)。无感染组和感染组患者在性别、BMI、高血脂、贫血、用药情况及白细胞计数方面差异均无统计学意义(均 P>0.05)。与无感染组相比，感染组患者的年龄更大(P<0.001)，存在营养风险的比例更高(P<0.001)；合并高血压(P = 0.030)、糖尿病(P = 0.033)的比例更高；在实验室指标方面，感染组清蛋白水平更低(P<0.001)，中性粒细胞计数更高(P = 0.027)。见表 2。

表 2 模型组中无感染组和感染组老年精神分裂症患者一般资料及临床指标比较

Table 2 Comparison of general characteristics and clinical indicators between elderly patients with schizophrenia in the non-infection and infection groups within the modeling group

变量	感染组(n = 216)	无感染组(n = 131)	χ^2/Z	P
男性[例(%)]	146(67.6)	80(61.1)	1.528	0.216
年龄[$M(P_{25},P_{75})$，岁]	67(63,73)	65(62,68)	4.195	<0.001
BMI[$M(P_{25},P_{75})$，kg/m^2]	21.62(18.36,25.23)	22.84(19.78,25.36)	1.770	0.077
营养风险[例(%)]			11.470	<0.001
无营养风险组	154(71.3)	114(87.0)		
有营养风险组	62(28.7)	17(13.0)		
高血压[例(%)]	115(53.2)	54(41.2)	4.715	0.030
高血脂[例(%)]	49(22.7)	26(19.8)	0.388	0.534
糖尿病[例(%)]	80(37.0)	34(26.0)	4.540	0.033
贫血[例(%)]	40(18.5)	15(11.5)	3.054	0.081
精神科用药情况[例(%)]			2.745	0.253
无用药	59(27.3)	26(19.8)		
单一用药	126(58.3)	87(66.4)		
联合用药	31(14.4)	18(13.7)		
清蛋白水平[$M(P_{25},P_{75})$，g/L]	42.00(39.00,44.00)	43.00(42.00,45.00)	5.201	<0.001
中性粒细胞计数[$M(P_{25},P_{75})$，$\times10^9$/L]	3.88(2.99,4.87)	3.65(2.83,4.43)	−2.208	0.027
白细胞计数[$M(P_{25},P_{75})$，$\times10^9$/L]	6.19(5.13,7.66)	5.95(5.22,6.92)	−1.375	0.169

2.3 模型组老年精神分裂症患者不同营养风险组的感染部位分布 在 216 例老年感染患者中，呼吸道为最常见的感染部位。有营养风险的老年精神分裂症患者发生下呼吸道感染的比例明显高于无营养风险组(P = 0.017)，见表 3。

表 3 模型组老年精神分裂症患者不同营养风险下的感染部位分布[例(%)]

Table 3 Distribution of infection sites according to different nutritional risk status among elderly patients with schizophrenia in the modeling group (No. of cases [%])

感染部位	有营养风险组(n = 62)	无营养风险组(n = 154)	χ^2	P
上呼吸道	39(62.9)	110(71.4)	1.502	0.220
下呼吸道	13(21)	14(9.1)	5.701	0.017
口腔	3(4.8)	12(7.8)	−	0.563
泌尿道	3(4.8)	3(1.9)	−	0.357
皮肤和软组织	1(1.6)	7(4.5)	−	0.444
胃肠道	3(4.8)	5(3.2)	−	0.692
其他部位	0(0)	3(1.9)	−	0.559

注：− 表示期望频数<5，采用 *Fisher* 确切概率法。

2.4 变量共线性诊断结果 在进行 Logistic 回归分析前，对变量进行共线性诊断，见表 4。所有变量 VIF 均<5，未发现明显多重共线性。连续型变量的 *Spearman* 秩相关系数矩阵热图显示，候选指标间不存在明显相关性，见图 2。

表 4 变量共线性诊断结果

Table 4 Results of variable collinearity diagnostics

变量	容忍度	VIF
性别	0.959	1.043
年龄(岁)	0.800	1.249
BMI(kg/m^2)	0.567	1.765
营养风险	0.544	1.839
高血压	0.834	1.199
高血脂	0.929	1.076
糖尿病	0.921	1.086
贫血	0.924	1.083
精神科用药情况	0.881	1.135
清蛋白水平(g/L)	0.852	1.174
中性粒细胞计数($\times10^9$/L)	0.301	3.323
白细胞计数($\times10^9$/L)	0.295	3.387

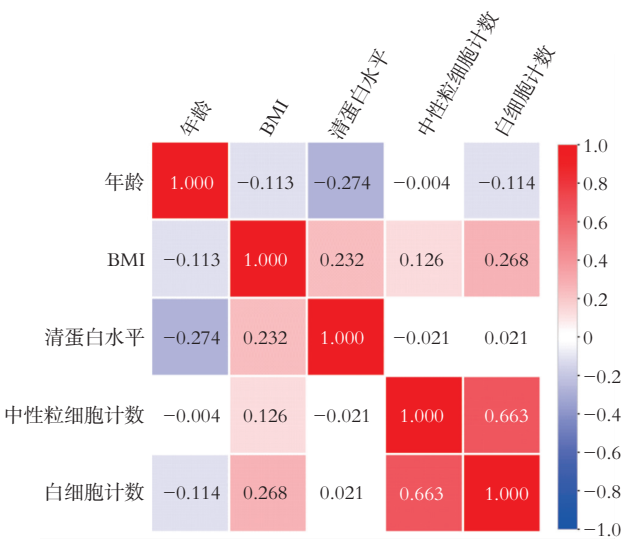


图 2　*Spearman* 秩相关系数矩阵热图

Figure 2　Heatmap of the *Spearman* rank correlation coefficient matrix

2.5　长期住院老年精神分裂症患者医院感染影响因素的 Logistic 回归分析　以是否发生医院感染为因变量，先进行单因素 Logistic 回归分析，将单因素 Logistic 回归分析中有统计学意义的变量（年龄、营养风险、高血压、糖尿病、清蛋白水平、中性粒细胞计数）纳入多因素 Logistic 回归模型。结果显示，高龄（*OR* = 1.061，*P* = 0.013）、存在营养风险（*OR* = 3.216，*P*＜0.001）、合并糖尿病（*OR* = 1.752，*P* = 0.037）及中性粒细胞计数高（*OR* = 1.251，*P* = 0.016）是老年精神分裂症患者发生医院感染的独立危险因素，而血清清蛋白水平高（*OR* = 0.854，*P*＜0.001）为独立保护因素。见表 5、6。

表 5　影响长期住院老年精神分裂症患者医院感染的单因素 Logistic 回归分析

Table 5　Univariate logistic regression analysis of factors influencing hospital-acquired infections in elderly patients with schizophrenia undergoing long-term hospitalization

变量	β	S_b	*Wald* χ^2	*OR*（95%*CI*）	*P*
男性	0.285	0.231	1.525	1.330（0.846～2.090）	0.217
年龄（岁）	0.089	0.021	17.640	1.093（1.049～1.140）	＜0.001
BMI（kg/m^2）	−0.054	0.028	3.614	0.948（0.897～1.002）	0.057
营养风险	1.280	0.319	16.071	3.597（1.924～6.727）	＜0.001
高血压	0.485	0.224	4.688	1.624（1.047～2.518）	0.030
高血脂	0.170	0.273	0.387	1.185（0.694～2.022）	0.534
糖尿病	0.518	0.244	4.499	1.678（1.040～2.708）	0.034
贫血	0.564	0.326	3.001	1.758（0.929～3.327）	0.083
用药情况					
无用药（参照组）	−	−	−	1.000	−
单一用药	−0.449	0.274	2.695	0.638（0.373～1.091）	0.101
联合用药	−0.276	0.378	0.531	0.759（0.361～1.593）	0.466
清蛋白水平（g/L）	−0.187	0.037	25.406	0.830（0.771～0.892）	＜0.001
中性粒细胞计数（×10^9/L）	0.210	0.081	6.689	1.234（1.052～1.447）	0.010
白细胞计数（×10^9/L）	0.110	0.060	3.373	1.117（0.993～1.256）	0.066

注：− 表示此项无数据。

表 6　影响长期住院老年精神分裂症患者医院感染的多因素 Logistic 回归分析

Table 6　Multivariate logistic regression analysis of factors influencing hospital-acquired infections in elderly patients with schizophrenia undergoing long-term hospitalization

变量	β	S_b	*Wald* χ^2	*OR*（95%*CI*）	*P*
年龄（岁）	0.055	0.024	5.225	1.061（1.012～1.120）	0.013
营养风险	1.168	0.346	11.430	3.216（1.634～6.331）	＜0.001
高血压	0.216	0.262	0.679	1.204（0.724～2.002）	0.475
糖尿病	0.579	0.271	4.581	1.752（1.034～2.968）	0.037
清蛋白水平（g/L）	−0.156	0.040	15.932	0.854（0.790～0.922）	＜0.001
中性粒细胞计数（×10^9/L）	0.231	0.094	6.012	1.251（1.042～1.502）	0.016

2.6　长期住院老年精神分裂症患者医院感染风险预测模型的构建与验证　根据多因素 Logistic 回归分析结果，将 5 个老年精神分裂症患者发生医院感染的独立影响因素（年龄、营养风险、糖尿病、清蛋白水平及中性粒细胞计数）纳入模型，构建预测老年精神分裂症患者感染风险的列线图模型，见图 3。模型组 ROC AUC 为 0.731（95%*CI*：0.676～0.783），验证组为 0.754（95%*CI*：0.674～0.829），两者接近，表明该模型具有中等区分度，见图 4。校准曲线显示，在模型组和验证组中该模型预测的医院感染发生概率与实际观察到的概率高度贴合，模型组 *Brier* 评分为 0.197，*Hosmer-Lemeshow* χ^2 = 10.25，*P* = 0.248；验证组 *Brier* 评分为 0.200，*Hosmer-Lemeshow* χ^2 = 12.59，*P* = 0.127。见图 5。DCA 进一步证实，模型组和验证组分别在阈值概率 0.13～0.99、0.22～0.72 时具有较高临床净获益，基于该列线图模型在此阈值概率区间内进行临床决策的净获益优于全干预策略和不干预策略，见图 6。

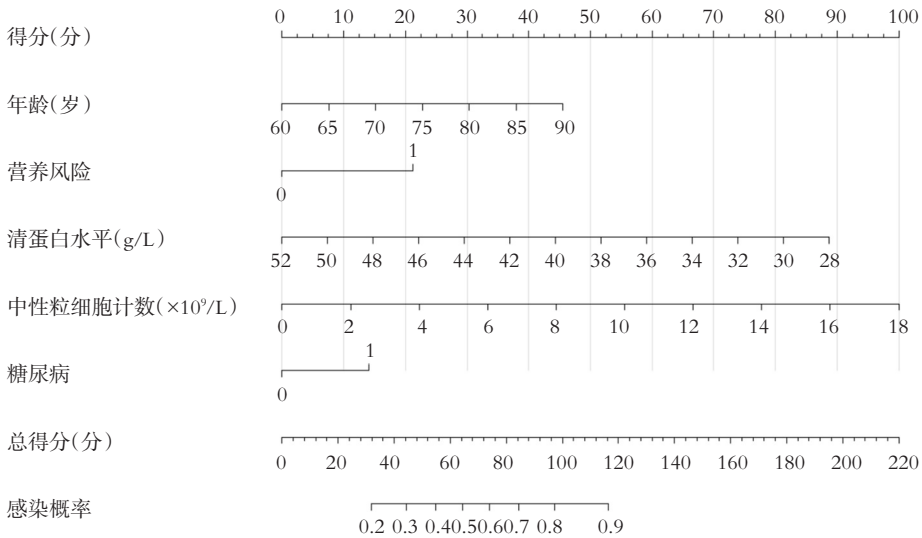


图 3　老年精神分裂症患者医院感染风险的列线图预测模型

Figure 3　The nomogram prediction model for hospital-acquired infection risk in elderly patients with schizophrenia

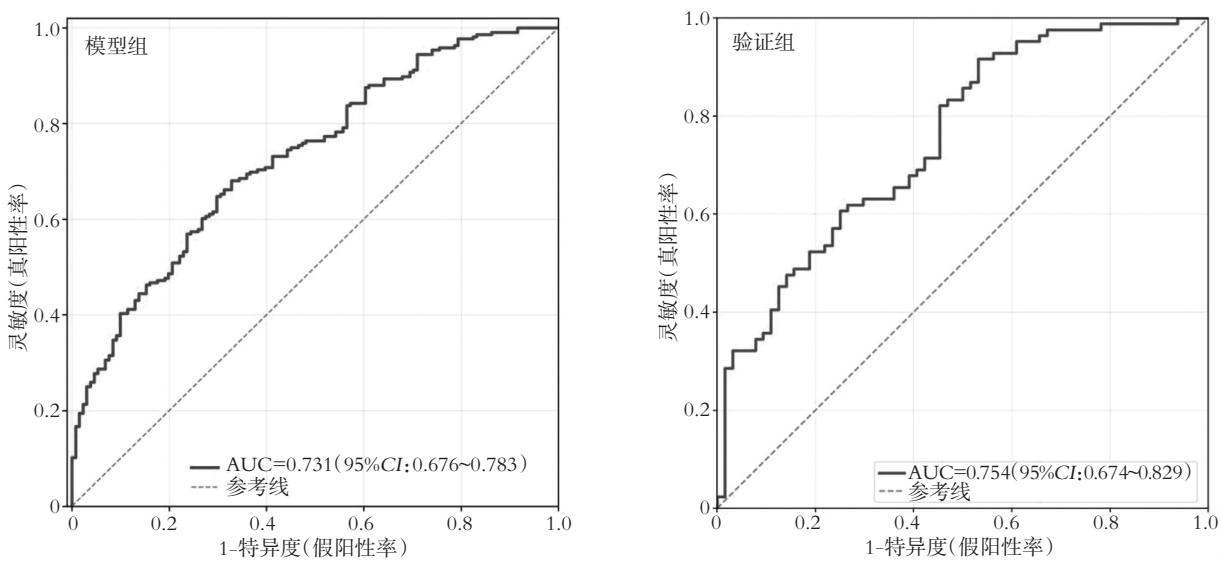


图 4　多指标联合预测老年精神分裂症患者医院感染 ROC 曲线

Figure 4　ROC curve for combined prediction of hospital-acquired infection in elderly patients with schizophrenia using multiple indicators

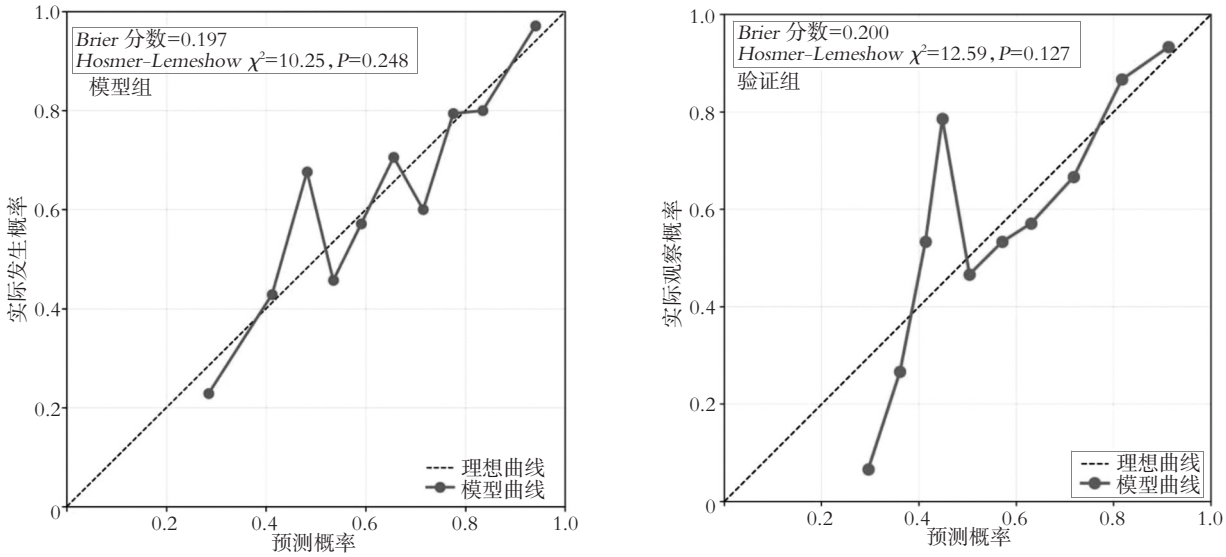


图 5　老年精神分裂症患者医院感染风险列线图校准曲线

Figure 5　Calibration curve of the nomogram for hospital-acquired infection risk in elderly patients with schizophrenia

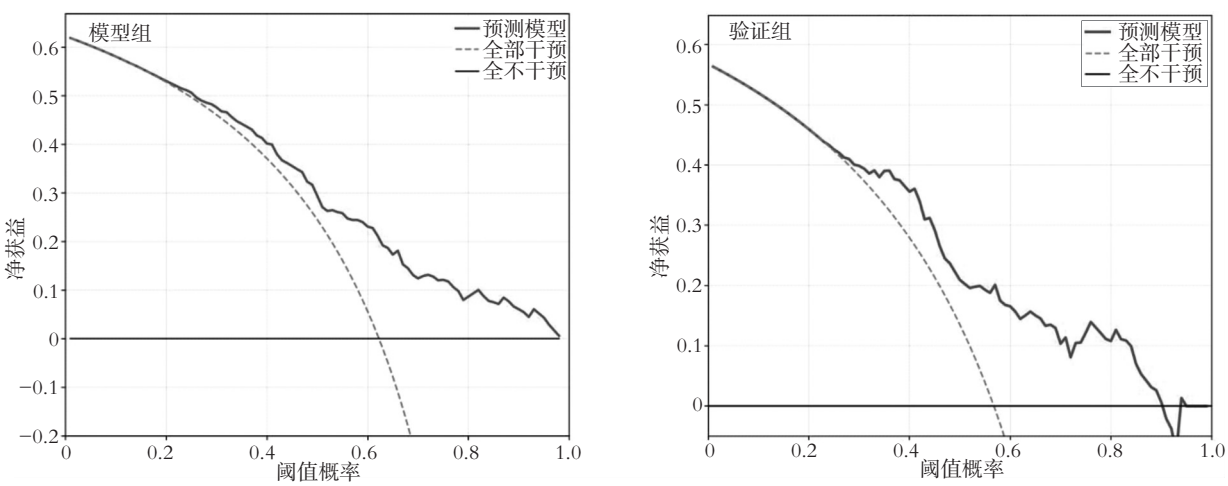


图 6　老年精神分裂症患者医院感染风险列线图决策曲线

Figure 6　Decision curve of the nomogram for hospital-acquired infection risk in elderly patients with schizophrenia

3　讨论

长期住院老年精神分裂症患者由于精神症状反复、药物不良反应积累及器官功能的自然老化，极易并发躯体感染[8]。本研究显示，模型组长期住院老年精神分裂症患者医院感染发病率为 62.2%，与陈静等[9]研究结果（63.02%）相近。在所有发生医院感染的患者中，呼吸道为最常见的感染部位。由于精神专科医院管理的特殊性，患者实行集中封闭管理，增加了呼吸道传播疾病的感染风险[10]，提示应在老年精神分裂症患者的感染控制管理中重视呼吸道感染的防控。本研究发现，不同营养风险组的医院感染部位也有所不同，有营养风险组下呼吸道感染发生比例明显高于无营养风险组（χ^2 = 10.727，P = 0.001），李菁等[11]发现，对存在营养风险的肺部感染患者进行营养治疗可有效改善患者下呼吸道炎症状况，这可能与微量营养素能够通过过氧化物酶体增殖物激活受体信号通路、转化生长因子 β 信号调控肺部发育、影响肺部细胞免疫有关[12]。

多因素 Logistic 回归模型显示，高龄、营养风险、糖尿病及中性粒细胞计数高是老年精神分裂症患者发生医院感染的独立危险因素，清蛋白水平高为保护因素。在 60 岁以上的精神分裂症患者中，高

龄是医院感染发生的独立危险因素（OR = 1.061，P = 0.013），主要原因可能是老年患者免疫衰老导致机体 T 细胞功能下降、$CD4^+$ T 细胞计数降低、巨噬细胞吞噬能力衰退，以及对病原微生物的抵抗力下降[13]；同时该群体对膳食和健康的认知水平较低，随着年龄增长，进食、消化及吸收等能力下降[14]，直接影响了患者营养状况，表现为 BMI 异常、血清清蛋白水平下降等[15]。清蛋白不仅是维持血浆胶体渗透压的关键，也是机体营养状况的重要指标。营养不良导致的全身炎症反应，如白细胞介素-1（IL-1）、肿瘤坏死因子（TNF）和白细胞介素-6（IL-6）的释放，会使血清中清蛋白水平下降[16]。在老年人群中，低蛋白血症不仅反映了长期的蛋白质－能量营养不良，还是微弱全身性炎症状态的标志[17]。营养不良与低蛋白血症互为因果，形成恶性循环，极大地增加了医院感染风险[18]。

本研究证实合并糖尿病可显著增加老年精神分裂症患者的医院感染风险（OR = 1.752，P = 0.037）。老年精神分裂症患者因长期服用非典型抗精神病药物（如奥氮平、氯氮平等），极易引发药源性代谢综合征，导致糖脂代谢紊乱[19]。已有研究[20]表明，精神分裂症是 2 型糖尿病的独立危险因素。持续高血糖状态会损伤中性粒细胞的趋化和吞噬功能，促进微血管病变，造成局部组织缺血缺氧[21]，糖尿病患者医院感染发病率高达 26%，远高于非糖尿病者的 11%[22]。另有多项回顾性研究[23-24]结果显示，合并糖尿病是精神分裂症患者医院感染的危险因素，本研究结果与其一致。

中性粒细胞作为固有免疫核心细胞，其数量与功能异常是感染风险增加的关键。精神分裂症存在慢性神经炎症与免疫紊乱，可通过下丘脑－垂体－肾上腺轴导致皮质醇增加，促进骨髓释放中性粒细胞[25]。长期使用抗精神疾病药物治疗可诱导全身炎症失衡，造成中性粒细胞应答紊乱[26]，炎症反应的加剧使机体无法有效清除病原体，从而增加感染风险，该结果与对精神分裂症合并医院感染患者的研究[27]一致。

本研究成功构建了老年精神分裂症患者发生医院感染的临床预测模型。该列线图模型从年龄、代谢性疾病（糖尿病）、营养指标（清蛋白水平）及免疫指标（中性粒细胞计数）多角度出发，将统计学风险转化为可视化得分，旨在通过获取患者入院时的常规血液检查结果及病史，快速评估其感染风险，从而减少医疗资源浪费。模型组、验证组 AUC 分别为 0.731、0.754，提示该模型具有中等预测效能。两组基线资料分布均衡，但验证组 AUC 略高于模型组，可能是由随机拆分产生的抽样变异，且验证组样本量（148 例）相对较小，其预测效能更易出现小幅随机波动，以往小样本研究[28]亦有类似报道。另外，校准曲线与 DCA 验证了该模型的准确性和临床净获益。对高龄精神分裂症患者加强监测，通过强化营养支持、积极控制血糖及监测血液炎症指标等方式降低医院感染发病率，为临床工作提供一定参考。

本研究作为单中心回顾性研究，其样本的代表性有一定局限，缺乏外部队列验证。未来还需开展多中心、大样本的前瞻性队列研究对模型进行优化，以进一步提升模型的实用性和可靠性。此外，患者观察时长不尽一致，采用二分类 Logistic 回归未结合生存分析处理随访信息，后续研究可采用 Cox 模型或统一时间窗设计进一步优化。

作者贡献声明：孙玉负责课题思路规划、临床数据收集及分析、论文初稿撰写；张丽俐负责研究方案指导与论文修改；齐桂花负责研究设计规划、论文审核和投稿管理。

利益冲突：所有作者均声明不存在利益冲突。

[参 考 文 献]

[1] GDB 2021 Schizophrenia Collaborators. The global burden of schizophrenia: findings from the 2021 Global Burden of Diseases, injuries, and risk factors study[J]. Schizophr Bull Open, 2026, 7(1): sgag012.

[2] 汪学翠，马毓，王卓樱. 老年精神分裂症患者出现医院感染的危险因素[J]. 国际精神病学杂志，2024，51(6)：1733－1736.
Wang Xuecui, Ma Yu, Wang Zhuoying. The risk factors of hospital infection in elderly schizophrenic patients[J]. Journal of International Psychiatry, 2024, 51(6): 1733－1736.

[3] 张鑫，赵天一，陈莹. 住院精神分裂症患者医院感染高危因素调查及预测模型构建[J]. 临床误诊误治，2026，39(9)：65－70.
Zhang Xin, Zhao Tianyi, Chen Ying. Investigation of risk factors for nosocomial infection and construction of a prediction model in hospitalized patients with schizophrenia[J]. Clinical Misdiagnosis & Mistherapy, 2026, 39(9): 65－70.

[4] 世界卫生组织. 疾病和有关健康问题的国际统计分类：第十次修订本[M]. 北京协和医院世界卫生组织疾病分类合作中心，译. 北京：人民卫生出版社，1997.
World Health Organization. International Statistical Classifi-

cation of Diseases and Related Health Problems: Tenth Revision[M]. Peking Union Medical College Hospital World Health Organization Collaborating Center for Disease Classification, translate. Beijing: People's Medical Publishing House, 1997.

[5] Riley R D, Ensor J, Snell K I E, et al. Calculating the sample size required for developing a clinical prediction model[J]. BMJ, 2020, 368: m441.

[6] 袁朝霞，章秋萍，盛志娟，等. 老年精神病患者医院感染原因分析及预见性干预方案[J]. 中华医院感染学杂志，2016，26(6)：1377－1379.
Yuan Zhaoxia, Zhang Qiuping, Sheng Zhijuan, et al. Causes of nosocomial infections in elderly patients with mental diseases and predictable intervention programs[J]. Chinese Journal of Nosocomiology, 2016, 26(6): 1377－1379.

[7] 中华人民共和国卫生部. 医院感染诊断标准(试行)[J]. 中华医学杂志，2001，81(5)：314－320.
Ministry of Health of the People's Republic of China. Diagnostic criteria for nosocomial infections (proposed)[J]. National Medical Journal of China, 2001, 81(5): 314－320.

[8] Albert H, Heipel D, Thakre T P, et al. Management of the COVID-19-infected psychiatric inpatients: unique infection prevention considerations and evolving strategies[J]. Curr Treat Options Infect Dis, 2021, 13(4): 165－174.

[9] 陈静，王莹，张绪豪，等. 医院感染老年患者的慢病共病模式探究[J]. 江苏卫生事业管理，2026，37(1)：66－69.
Chen Jing, Wang Ying, Zhang Xuhao, et al. Exploration of chronic disease comorbidity patterns in elderly patients with hospital-acquired infection[J]. Jiangsu Health System Management, 2026, 37(1): 66－69.

[10] Luykx J J, Correll C U, Manu P, et al. Pneumonia risk, antipsychotic dosing, and anticholinergic burden in schizophrenia[J]. JAMA Psychiatry, 2024, 81(10): 967－975.

[11] 李菁，吴媛媛，石海丹，等. 肺部感染合并急性呼吸衰竭患者营养不良的影响因素及营养治疗效果分析[J]. 西安交通大学学报(医学版)，2026，47(4)：693－700.
Li Jing, Wu Yuanyuan, Shi Haidan, et al. Influencing factors of malnutrition and the therapeutic effect of nutrition in patients with pulmonary infection complicated with acute respiratory failure[J]. Journal of Xi'an Jiaotong University (Medical Sciences), 2026, 47(4): 693－700.

[12] Arigliani M, Spinelli A M, Liguoro I, et al. Nutrition and lung growth[J]. Nutrients, 2018, 10(7): 919.

[13] Zhang Guoping, Zhuang Yuan, Wang Sai, et al. Association between respiratory viral infection and peripheral T lymphocyte subsets in elderly patients with acute exacerbation of bronchiectasis[J]. Clin Respir J, 2025, 19(12): e70151.

[14] 高海. 影响老年精神分裂症患者营养状况的因素分析[J]. 中华灾害救援医学，2024，11(8)：949－952，960.
Gao Hai. Analysis of factors affecting the nutritional status of elderly patients with schizophrenia[J]. Chinese Journal of Disaster Medicine, 2024, 11(8): 949－952, 960.

[15] 施莹娟，饶玢，吴萍，等. 精神分裂症住院患者体质量影响因素分析[J]. 同济大学学报(医学版)，2025，46(3)：376－382.
Shi Yingjuan, Rao Fen, Wu Ping, et al. Influencing factors of weight in hospitalized patients with schizophrenia[J]. Journal of Tongji University(Medical Science), 2025, 46(3): 376－382.

[16] Bistrian B R. Hypoalbuminemic malnutrition[J]. JPEN J Parenter Enteral Nutr, 2023, 47(7): 824－826.

[17] 中华医学会肠外肠内营养学分会. 中国老年患者医学营养治疗指南(2026 版)[J]. 中华老年医学杂志，2026，45(2)：109－140.
Chinese Society of Parenteral and Enteral Nutrition(CSPEN). Chinese guidelines for medical nutrition therapy in older adult patients(2026 edition)[J]. Chinese Journal of Geriatrics, 2026, 45(2): 109－140.

[18] 王莉，梁秀云，张爱英，等. ICU 医院感染风险预测模型构建及评价[J]. 中华医院感染学杂志，2024，34(19)：3012－3016.
Wang Li, Liang Xiuyun, Zhang Aiying, et al. Construction and evaluation of the prediction model for nosocomial infection in ICU[J]. Chinese Journal of Nosocomiology, 2024, 34(19): 3012－3016.

[19] Manta A, Georganta A, Roumpou A, et al. Metabolic syndrome in patients with schizophrenia: Underlying mechanisms and therapeutic approaches (review)[J]. Mol Med Rep, 2025, 31(5): 114.

[20] Dong Kai, Wang Shenghai, Qu Chunhui, et al. Schizophrenia and type 2 diabetes risk: a systematic review and meta-analysis[J]. Front Endocrinol (Lausanne), 2024, 15: 1395771.

[21] 李霞，杨飞飞，冯悦，等. 糖尿病患者合并真菌病的研究现状[J]. 中国真菌学杂志，2026，21(1)：112－116.
Li Xia, Yang Feifei, Feng Yue, et al. Research status of diabetic patients complicated by mycosis[J]. Chinese Journal of Mycology, 2026, 21(1): 112－116.

[22] Kiran V R, Rahaengdale N, Shukla N, et al. Prevalence and risk factors of fungal infections among diabetic and non-diabetic individuals[J]. Res J Med Sci, 2023, 17(11): 101－105.

[23] 聂迎春，魏利群，江慎辉. 精神分裂症患者医院感染危险因素及其预测模型构建[J]. 中华医院感染学杂志，2023，33(21)：3261－3264.
Nie Yingchun, Wei Liqun, Jiang Shenhui. Risk factors for nosocomial infection in patients with schizophrenia and establishment of prediction model[J]. Chinese Journal of Nosocomiology, 2023, 33(21): 3261－3264.

[24] 袁景，孙莲芳. 住院精神分裂症患者并发感染影响因素分析[J]. 河北医科大学学报，2022，43(9)：1029－1032.
Yuan Jing, Sun Lianfang. Influencing factors of nosocomial infection in schizophrenic inpatients[J]. Journal of Hebei Medical University, 2022, 43(9): 1029－1032.

[25] Mikulska J, Juszczyk G, Gawrońska-Grzywacz M, et al. HPA axis in the pathomechanism of depression and schizophrenia:

new therapeutic strategies based on its participation[J]. Brain Sci, 2021, 11(10): 1298.

[26] Dodd S, Yung A R, Berk M. Understanding the risk of pneumonia in elderly individuals with schizophrenia receiving antipsychotic treatment[J]. Expert Opin Drug Saf, 2026, 25(4): 601 - 603.

[27] 周美灵，吕传阁，王伟阁. 精神分裂症合并医院感染患者血清T-AOC、CAT、NO、GSH-Px水平变化及临床意义[J]. 医学临床研究，2024，41(6)：882 - 885.
Zhou Meiling, Lü Chuange, Wang Weige. Changes and clinical significance of serum T-AOC, CAT, NO, GSH-Px levels in patients with schizophrenia complicated by hospital infection [J]. Journal of Clinical Research, 2024, 41(6): 882 - 885.

[28] 徐长春，胡春梅，顾玉婷，等. 精神分裂症患者出院30天内非计划再入院临床预测模型的建立与验证[J]. 精神医学杂志，2024，37(3)：275 - 280.
Xu Changchun, Hu Chunmei, Gu Yuting, et al. Establishment and validation of a clinical prediction model for unplanned readmission within 30 days after discharge in schizophrenics [J]. Journal of Psychiatry, 2024, 37(3): 275 - 280.

（本文编辑：翟若南）

本文引用格式：孙玉，张丽俐，齐桂花. 长期住院老年精神分裂症患者医院感染风险的列线图预测模型构建及验证[J]. 中国感染控制杂志，2026，25(11)：1681 - 1690. DOI：10. 12138/j. issn. 1671 - 9638. 20264772.

Cite this article as: Sun Yu, Zhang Lili, Qi Guihua. Construction and validation of a nomogram prediction model for hospital-acquired infection risk in elderly patients with schizophrenia during long-term hospitalization[J]. Chin J Infect Control, 2026, 25(11): 1681 - 1690. DOI: 10. 12138/j. issn. 1671 - 9638. 20264772.