

DOI: 10. 12138/j. issn. 1671-9638. 20246280

· 论 著 ·

高龄髋部骨折患者手术后医院感染预测模型构建与经济负担评价

石昊宁¹, 杜莹², 乔烁¹, 杨浩然¹, 张慧³, 时一菡³, 杨晓¹, 李京³

(1. 山东第二医科大学护理学院, 山东 潍坊 261053; 2. 潍坊市人民医院口腔内科, 山东 潍坊 261000; 3. 山东第二医科大学公共卫生学院, 山东 潍坊 261053)

[摘要] **目的** 构建高龄髋部骨折患者手术后医院感染预测模型并分析其经济负担, 为临床防控方案的制定提供参考和依据。**方法** 选取 2017 年 1 月 1 日—2023 年 5 月 31 日在某院接受髋部骨折手术治疗的 627 例高龄患者为研究对象。按 7:3 比例将患者随机分为建模组与验证组, 利用建模组数据构建 logistic 回归预测模型, 并以受试者工作特征(ROC)曲线、Hosmer-Lemeshow 检验评价模型的区分度与一致性。采用 1:1 倾向评分匹配(PSM)分析患者手术后医院感染的直接经济负担。**结果** 高龄髋部骨折患者手术后医院感染发病率为 12.1%, 以肺部感染最常见(占 52.6%); logistic 回归分析表明, 男性、高龄、围手术期意识障碍、美国麻醉医师协会(ASA)分级Ⅳ级、清蛋白水平低、入住重症监护病房(ICU)是患者手术后医院感染的独立危险因素(均 $P < 0.05$); 建模组和验证组预测手术后医院感染具有良好的区分度与一致性。患者手术后医院感染的直接经济负担为 7 927.4 元, 其中以西药费用负担最重(3 139.7 元); 医院感染可延长患者住院时间 3.6 d。**结论** 手术后医院感染加重患者经济负担, 本研究构建的列线图模型能较好地预测患者手术后医院感染风险, 可为临床早期识别高危患者并采取针对性防治措施提供依据。

[关键词] 高龄; 髋部骨折; 手术后感染; 医院感染; 危险因素; 预测模型; 经济负担

[中图分类号] R181.3⁺2

Construction of a prediction model for postoperative infection in elderly patients with hip fracture and analysis of economic burden

SHI Hao-ning¹, DU Ying², QIAO Shuo¹, YANG Hao-ran¹, ZHANG Hui³, SHI Yi-han³, YANG Xiao¹, LI Jing³ (1. School of Nursing, Shandong Second Medical University, Weifang 261053, China; 2. Department of Oral Medicine, Weifang People's Hospital, Weifang 261000, China; 3. School of Public Health, Shandong Second Medical University, Weifang 261053, China)

[Abstract] **Objective** To construct a prediction model for postoperative healthcare-associated infection (HAI) in elderly patients with hip fracture, analyze the economic burden, provide a reference and basis for the development of clinical prevention and control programs. **Methods** 627 elderly patients who underwent hip fracture surgery in a hospital from January 1, 2017 to May 31, 2023 were selected as the study subjects. Patients were randomly divided into a modeling group and a validation group at a 7:3 ratio. A logistic regression prediction model was constructed based on data from the modeling group, the discriminant and consistency of the model were evaluated by receiver operating characteristic (ROC) curve and Hosmer-Lemeshow test, and the direct economic burden of postoperative HAI in patients was analyzed with 1:1 propensity score matching (PSM). **Results** The incidence of postoperative HAI in elderly patients with hip fracture surgery was 12.1%, with pulmonary infection being the most common

[收稿日期] 2024-03-25

[基金项目] 山东省重点研发计划项目(2019GSF111067); 山东省中医药科技项目(M-2022235); 潍坊市科技发展计划(医学类)项目(2021YX047)

[作者简介] 石昊宁(1997-), 女(汉族), 山东省临沂市人, 硕士研究生在读, 主要从事老年护理与医院感染研究。

[通信作者] 李京 E-mail: lijing@sdsmu.edu.cn

(52.6%)。Logistic regression analysis showed that male, old age, perioperative disturbance of consciousness, grade IV of American Society of Anesthesiologists (ASA) classification, low albumin level, and intensive care unit (ICU) admission were all independent risk factors for postoperative HAI in patients (all $P < 0.05$). There was good model discrimination and consistency between the training and validation groups in predicting the risk of postoperative HAI. The direct economic burden of postoperative HAI in patients was 7 927.4 Yuan, of which the burden of western medicine was the largest (3 139.7 Yuan). HAI prolonged patients hospitalization time by 3.6 days. **Conclusion** Postoperative HAI increases the economic burden of patients, the nomogram model constructed in this study can effectively predict the risk of postoperative HAI in patients, which can provide a basis for the early identification, as well as the implementation of targeted preventive and diagnostic measures for high-risk patients in the clinic.

[Key words] the elderly; hip fracture; postoperative infection; healthcare-associated infection; risk factor; prediction model; economic burden

当今,世界各国人口结构逐步向老龄化进程演变。老年人由于身体机能减退、运动协调能力下降且常存在骨质疏松,跌倒后极易发生髌部骨折^[1-2]。据报道,骨折风险可随年龄的增长呈指数增长,高龄老人髌部骨折风险是低龄老人的 10 倍^[3]。尽管早期手术已成为专家共识推荐的治疗方法^[4],但患者手术后 1 年病死率仍可高达 20%~30%,且有半数患者会丧失功能独立性^[5-6],究其原因主要在于患者术后医院感染。多数高龄老人存在衰弱,髌部骨折造成的创伤和手术应激均可致其免疫功能下降,即便轻微手术后医院感染也极易导致个体健康状况恶化而影响预后^[7]。此外,医院感染会延长患者住院时间,降低医院床位流转率,给患者家庭及医疗机构造成一定经济负担^[1,8]。由此可见,尽早识别手术后医院感染的高风险患者,对于改善患者预后,完善快速康复护理,节约社会资源至关重要。目前,专注于高龄老人这一特殊群体医院感染的相关研究较少,由于其功能能力、生活方式和共病状态与低龄老人相比具有不同特征,可能导致现有的医院感染常见危险因素并不适用。因此,本研究旨在构建高龄髌部骨折患者手术后医院感染个体化动态预测模型,并评估患者手术后医院感染所致的经济负担,以期临床制定相关医院感染预防与控制方案提供可靠依据。

1 对象与方法

1.1 研究对象 选取 2017 年 1 月 1 日—2023 年 5 月 31 日在潍坊市某三甲医院创伤骨科接受髌部骨折手术治疗的 627 例高龄老年患者为研究对象。纳入标准:(1)年龄 ≥ 80 岁;(2)X 线确诊为股骨颈骨折或股骨粗隆间骨折;(3)进行手术治疗;(4)低能量损伤。排除标准:(1)术前已存在感染;(2)患有肿瘤

性疾病或病理性骨折;(3)多处骨折;(4)病历资料不全影响判断或病例资料缺失 $\geq 10\%$ 。在 R 软件中,使用 sample 函数将患者按照 7:3 比例随机分为建模组(439 例)和验证组(188 例)。本研究获得了山东第二医科大学伦理审查委员会的批准(2023YX106)。

1.2 研究方法

1.2.1 手术后医院感染诊断标准 依据国家卫生部 2001 年颁布的《医院感染诊断标准(试行)》^[9]进行手术后医院感染诊断。

1.2.2 资料收集 基于文献回顾及专家咨询,由统一培训的研究人员通过医院信息系统和医院感染监测系统收集患者临床资料,主要包括:(1)患者一般资料。年龄、性别、骨折类型、基础疾病、合并症数量等。(2)手术情况。美国麻醉医师协会(American Society of Anesthesiologists, ASA)分级、手术方式、麻醉方式、手术时长、术中出血量、术中是否输血等。(3)术前实验室检查指标。血红蛋白、清蛋白、凝血酶原时间、总胆固醇、C 反应蛋白(CRP)等。(4)医院感染情况。感染部位、病原菌种类。(5)医疗费用明细。床位费、诊疗费、检查费、治疗费等。收集过程中严格遵循保密原则,双人交叉核对以确保数据准确无误。

1.2.3 经济负担分析 采用 1:1 倾向评分匹配(propensity score matching, PSM),通过均衡患者年龄、性别、骨折类型、手术类型和 ASA 分级等变量,匹配感染和非感染患者(卡钳值设定为 0.02),评估医院感染给患者造成的直接经济负担。

1.3 统计分析 应用 SPSS 26.0 和 R 4.2.0 软件进行统计分析。呈正态分布的连续变量以 $\bar{x} \pm s$ 表示,非正态分布以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示;分类变量以频数和百分比(%)表示。连续变量采用 t 检验或 Mann-Whitney U 检验;分类变量采用卡方检验或 Fisher 确切概率法。通过以上方法,将建模组中单

因素分析有统计学差异的变量纳入多因素 logistic 回归分析,以构建高龄髌部骨折患者手术后医院感染的列线图预测模型,并通过 shinyapps 构建在线交互式动态列线图。预测模型中的每个变量,都可对应列线图上方分值线作一条垂线获得其对应分值,所有变量得分相加计算出列线图总分,并得到对应患者手术后医院感染风险预测值。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)确定模型的区分度。通过 Hosmer-Lemeshow 检验评估模型的拟合优度,并使用验证组数据对建模组生成的预测模型进行外部验证。以 $P \leq 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 一般情况 627 例高龄髌部骨折手术患者中,共 76 例发生手术后医院感染,感染率为 12.1%,以

肺部感染最常见(40 例,52.6%)。见表 1。

表 1 高龄髌部骨折患者手术后医院感染类型分布[例(%)]

Table 1 Distribution of types of postoperative HAI in elderly patients with hip fracture (No. of cases [%])

感染类型	建模组(n=53)	验证组(n=23)	合计(n=76)
肺部感染	28(52.8)	12(52.2)	40(52.6)
泌尿道感染	4(7.5)	3(13.0)	7(9.2)
手术部位感染	11(20.8)	3(13.0)	14(18.4)
血流感染	1(1.9)	1(4.4)	2(2.6)
其他部位感染	2(3.8)	1(4.4)	3(4.0)
多部位感染	7(13.2)	3(13.0)	10(13.2)

2.2 高龄髌部骨折患者手术后医院感染单因素分析 建模组与验证组患者一般资料比较,差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。以建模组 439 例患者是否发生手术后医院感染分组,单因素分析结果见表 2。

表 2 高龄髌部骨折患者手术后医院感染单因素分析

Table 2 Univariate analysis of the postoperative HAI in elderly patients with hip fracture

变量	感染组(n=53)	非感染组(n=386)	Z/ χ^2/t	P
基本情况				
年龄[M(P_{25} , P_{75}),岁]	86.0(83.0, 89.0)	84.0(82.0, 87.0)	-3.134	0.002
男性[例(%)]	24(45.3)	88(22.8)	12.398	<0.001
骨折类型[例(%)]			0.135	0.713
股骨颈骨折	26(49.1)	179(46.4)		
股骨粗隆间骨折	27(50.9)	207(53.6)		
高血压[例(%)]	27(50.9)	200(51.8)	0.014	0.905
糖尿病[例(%)]	15(28.3)	66(17.1)	3.887	0.049
冠心病[例(%)]	15(28.3)	76(19.7)	2.104	0.147
围手术期意识障碍[例(%)]	15(28.3)	27(7.0)	24.453	<0.001
贫血[例(%)]			-2.342	0.019
否	18(34.0)	186(48.2)		
轻度	23(43.4)	154(39.9)		
中度及以上	12(22.6)	46(11.9)		
低蛋白血症[例(%)]	31(58.5)	167(43.3)	4.364	0.037
合并症数量[M(P_{25} , P_{75}),个]	3(2, 5)	2(1, 3)	-2.746	0.006
骨折距手术时间[M(P_{25} , P_{75}),d]	4.5(3.0, 8.0)	3.8(2.4, 6.7)	-1.512	0.130
ASA 分级[例(%)]			-5.087	<0.001
II 级	7(13.2)	119(30.8)		
III 级	30(56.6)	256(66.3)		
IV 级	16(30.2)	11(2.9)		

续表 2 (Table 2, Continued)

变量	感染组 (n = 53)	非感染组 (n = 386)	Z/ χ^2 /t	P
手术方式[例(%)]			1.541	0.214
人工股骨头置换术	21(39.6)	188(48.7)		
内固定术	32(60.4)	198(51.3)		
麻醉方式[例(%)]			0.479	0.489
全身麻醉	7(13.2)	39(10.1)		
非全身麻醉	46(86.8)	347(89.9)		
手术时长[M(P ₂₅ , P ₇₅), min]	79.0(58.0, 110.5)	73.0(58.0, 96.5)	-1.054	0.292
术中出血量[M(P ₂₅ , P ₇₅), mL]	200.0(100.0, 300.0)	100.0(100.0, 200.0)	-2.207	0.027
术中输血[例(%)]	28(52.8)	143(37.0)	4.882	0.027
术中血氧饱和度[例(%)]#			11.301	0.001
<90	15(28.3)	43(11.4)		
≥90	38(71.7)	333(88.6)		
术后入住重症监护病房[ICU, 例(%)]	15(28.3)	13(3.4)	44.433	<0.001
术前实验室指标				
血红蛋白($\bar{x} \pm s$, g/L)	106.54 ± 21.48	111.59 ± 18.19	1.621	0.110
总蛋白[M(P ₂₅ , P ₇₅), g/L]	59.7(55.9, 65.1)	61.9(58.3, 65.4)	-1.674	0.094
清蛋白[M(P ₂₅ , P ₇₅), g/L]	35.8(32.5, 37.6)	37.0(34.4, 38.9)	-2.979	0.003
凝血酶原时间[M(P ₂₅ , P ₇₅), s]	13.9(13.1, 14.8)	13.5(13.0, 14.2)	-2.062	0.039
血清葡萄糖[M(P ₂₅ , P ₇₅), mmol/L]	6.9(5.5, 8.6)	5.9(5.2, 6.9)	-2.622	0.009
血肌酐[M(P ₂₅ , P ₇₅), μmol/L]	70.0(55.0, 90.0)	58.5(49.0, 75.7)	-2.522	0.012
总胆固醇($\bar{x} \pm s$, mmol/L)	3.44 ± 0.91	4.42 ± 0.78	3.185	0.003
CRP[M(P ₂₅ , P ₇₅), mg/L]	64.4(16.0, 94.4)	21.7(7.1, 74.4)	-1.064	0.288

注：#表示检测患者数为 429 例。

2.3 患者手术后医院感染多因素分析及预测模型构建 二元 logistic 回归分析结果显示, 男性、高龄、围手术期意识障碍、ASA 分级 IV 级、清蛋白水平低、入住 ICU 是高龄髋部骨折患者手术后医院感染的独立危险因素, 见表 3。预测模型回归方程为: $\text{Logit}(P) = -7.144 + 0.768 \times \text{男性} + 0.100 \times \text{年龄} +$

$1.059 \times \text{意识障碍} + (0.331 \sim 2.429) \times \text{ASA III} \sim \text{IV} - 0.124 \times \text{清蛋白} + 1.425 \times \text{入住 ICU}$ 。可视化列线图预测模型见图 1。交互式动态在线列线图模型可在 https://shi-haoning.shinyapps.io/Infection_DynNomapp/ 访问。

表 3 高龄髋部骨折患者手术后医院感染的二元 logistic 回归分析

Table 3 Binary logistic regression analysis of postoperative HAI in elderly patients with hip fracture

变量	β	S_b	Wald χ^2	P	OR	95%CI
男性	0.768	0.348	4.867	0.027	2.155	1.089~4.264
年龄(岁)	0.100	0.042	5.600	0.018	1.105	1.017~1.200
围手术期意识障碍	1.059	0.452	5.477	0.019	2.883	1.188~6.998
ASA 分级			19.124	<0.001		
III 级	0.331	0.456	0.529	0.467	1.393	0.570~3.402
IV 级	2.429	0.620	15.339	<0.001	11.349	3.365~38.273
清蛋白(g/L)	-0.124	0.049	6.326	0.012	0.883	0.801~0.973
入住 ICU	1.425	0.504	8.005	0.005	4.159	1.550~11.164
常量	-7.144	4.111	3.021	0.082	0.001	

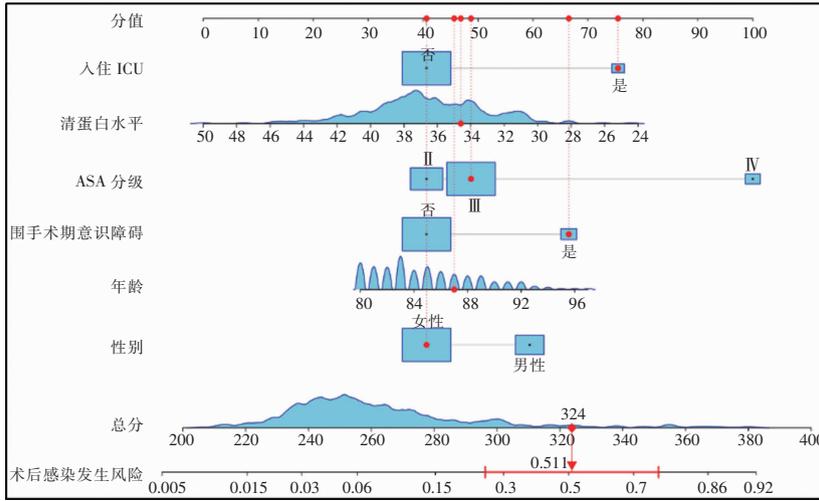


图 1 高龄髋部骨折患者手术后医院感染列线图预测模型

Figure 1 Nomogram prediction model for postoperative HAI in elderly patients with hip fracture

2.4 患者手术后医院感染预测模型验证 建模组与验证组 AUC 分别为 0.838 (95% CI: 0.782~0.894) 和 0.805 (95% CI: 0.700~0.910), 表明模型可有效区分感染患者。Hosmer-Lemeshow 检验显示模型拟合良好(建模组 $\chi^2 = 6.826, P = 0.556$; 验证组 $\chi^2 = 9.639, P = 0.291$)。见图 2。

2.5 高龄髋部骨折患者手术后医院感染经济负担分析

2.5.1 配对患者的一般资料 为降低混杂因素对患者经济负担的影响, 根据患者一般资料 1:1 匹配感染组与非感染组患者。共成功匹配 64 对患者, 两组患者具有可比性(均 $P > 0.05$)。见表 4。

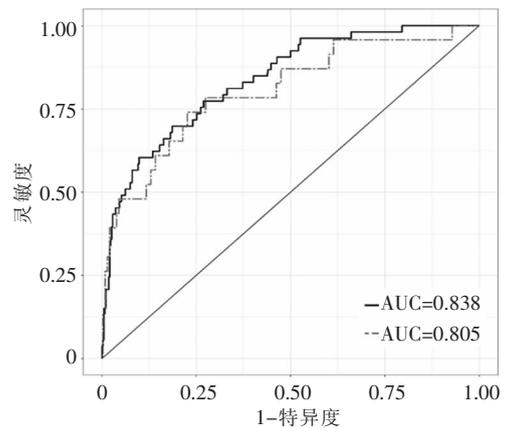


图 2 高龄髋部骨折患者手术后医院感染预测模型的 ROC 曲线

Figure 2 ROC curve of the prediction model for postoperative HAI in elderly patients with hip fracture

表 4 匹配后两组患者一般资料比较

Table 4 Comparison of general information between two groups of patients after matching

变量	感染组 (n = 64)	非感染组 (n = 64)	Z/ χ^2	P
年龄[M(P ₂₅ , P ₇₅), 岁]	85.0(83.0, 88.7)	86.0(83.0, 89.0)	-0.002	0.998
男性[例(%)]	24(37.5)	21(32.8)	0.308	0.579
骨折类型[例(%)]			0.125	0.723
股骨颈骨折	29(45.3)	31(48.4)		
股骨粗隆间骨折	35(54.7)	33(51.6)		
手术方式[例(%)]			0.126	0.723
人工股骨头置换术	28(43.8)	30(46.9)		
内固定术	36(56.3)	34(53.1)		
ASA 分级[例(%)]			-0.482	0.630
II 级	8(12.5)	9(14.1)		
III 级	44(68.8)	45(70.3)		
IV 级	12(18.7)	10(15.6)		

2.5.2 两组患者医疗费用和住院时间比较 感染组与非感染组患者总医疗费用分别为 35 101.6 元/例和 27 174.2 元/例,两组比较差异具有统计学意义

($P < 0.05$)。由医院感染所致的直接经济负担约为 7 927.4 元/例,以西药费经济负担最重(3 139.7 元),并且医院感染可延长患者住院时间 3.6 d。见表 5。

表 5 匹配后两组患者医疗费用和住院时间比较

Table 5 Comparison of medical costs and length of hospital stay between two groups of patients after matching

项目	感染组($n = 64$)	非感染组($n = 64$)	差值	Z	P
总费用(元)	35 101.6(28 121.7, 58 922.0)	27 174.2(23 569.6, 30 197.0)	7 927.4	-5.871	<0.001
西药费(元)	6 336.8(3 816.7, 14 072.5)	3 197.1(2 436.9, 4 452.7)	3 139.7	-6.109	<0.001
中成药费(元)	146.4(0, 585.8)	150.2(0, 501.0)	-3.8	-0.120	0.904
诊疗费(元)	275.0(175.0, 475.0)	200.0(175.0, 225.0)	75.0	-4.237	<0.001
治疗费(元)	3 595.1(2 314.3, 7 949.7)	2 007.4(1 547.4, 2 667.4)	1 587.7	-5.878	<0.001
检查费(元)	1 050.0(0, 1 685.0)	1 010.0(0, 1 236.3)	40.0	-1.340	0.180
床位费(元)	456.0(342.0, 950.0)	304.0(266.0, 380.0)	152.0	-4.627	<0.001
输氧费(元)	69.7(0, 495.0)	58.9(0, 205.2)	10.8	-1.481	0.138
化验费(元)	2 838.0(2 119.0, 6 030.0)	1 887.0(1 365.8, 2 300.5)	951.0	-5.777	<0.001
输血费(元)	690.0(0, 1 475.0)	0(0, 460.0)	690.0	-4.733	<0.001
放射费(元)	1 310.0(498.0, 2 300.0)	910.0(390.0, 1 736.5)	400.0	-2.231	0.026
手术费(元)	16 871.4(13 596.9, 22 472.3)	14 339.7(10 866.8, 20 785.5)	2 531.7	-2.753	0.006
卫生材料费(元)	609.1(88.1, 1 204.1)	619.1(340.6, 1 755.8)	-10.0	-1.322	0.186
总住院时间(d)	10.9(7.5, 19.0)	7.3(5.8, 8.7)	3.6	-5.038	<0.001

3 讨论

本研究纳入的 627 例高龄髌部骨折患者中,手术后医院感染发病率为 12.1%,与丹麦一项全国性队列研究报道^[10]结果相近,但低于 Peng 等^[6]报道的老年髌部骨折患者住院期间手术后医院感染发病率(20.1%)。不同研究手术后医院感染发病率存在一定差异,与研究样本量、各地区经济及医疗资源分配等相关。本研究显示,高龄髌部骨折患者最常见的手术后医院感染类型为肺部感染,占 52.6%,可能与患者髌部骨折后下肢活动障碍、被迫卧床有关。老年髌部骨折患者手术后感染发病率较高,临床上应进一步强化医院感染关注度,积极开展多学科团队合作,及时采取针对性预防及治疗措施。

探索高龄髌部骨折患者手术后医院感染危险因素,对于降低医院感染发病率、改善患者预后具有重要意义。本研究发现,患者男性、高龄、围手术期意识障碍、ASA 分级Ⅳ级、清蛋白水平低、入住 ICU 是高龄髌部骨折患者手术后医院感染的独立危险因素。多项研究^[11-12]表明,性别与老年髌部骨折患者手术后医院感染相关,男性患者手术后肺部感染风

险可增加 1.8~3.4 倍。张玉^[13]对 1 341 例老年髌部骨折患者分析发现,相较于低龄老人,年龄 ≥ 80 岁的患者其手术后肺部感染风险可增加 3 倍以上。衰老及性别差异可能会影响中性粒细胞功能调控^[14],随着年龄的增长,老年人脏器功能呈现进行性衰退,极易发生营养不良、衰弱,进而增加手术后医院感染风险,今后需更加关注老年男性患者的免疫反应。

意识障碍是指人对外界环境刺激缺乏反应的一种精神状态,患者易并发压疮、深静脉血栓等而影响预后^[15]。本研究结果显示,存在围手术期意识障碍的患者手术后医院感染风险增加 1.883 倍。余琼等^[16]也发现,老年日间手术患者术后谵妄与其延迟出院紧密相关,原因可能在于意识障碍患者卧床时间延长,增加患者误吸及营养不良的发生率,进而影响机体免疫功能导致手术后医院感染^[17]。ASA 分级是基于麻醉医生对患者健康状况评估来确定其手术风险的一项评分指标,近来也发现其是预测老年髌部骨折患者预后的重要指标^[18-19]。正如本研究发现,与 ASA 分级为Ⅱ级的患者相比,ASA 分级 \geq Ⅲ级的患者手术后医院感染风险增加,这也与大型队列研究^[20]结果一致。尽管如此,ASA 分级本身

仍存在一定局限性,麻醉医生在定义患者手术风险方面缺乏一致性^[19],这可能影响预测模型的性能,未来仍需进一步优化 ASA 分级标准,以便正确匹配患者的 ASA 分级改善预后。

血清清蛋白是反映患者近期自身营养状况和免疫功能的常见血清标志物^[21]。本研究发现,血清清蛋白是高龄髋部骨折患者手术后医院感染的保护性因素。张欣^[2]调查 1 413 例老年髋部骨折患者发现,血清清蛋白<35 g/L 的患者手术后肺部感染风险可增加 1.98 倍。血清清蛋白水平较低可造成机体血浆胶体渗透压下降,进而导致胸腔积液和心肺负荷增加,同时也会影响患者骨折愈合与肌力恢复^[22]。因此,临床医护人员应密切关注患者血清清蛋白水平,为患者提供个体化营养宣教。此外,本研究结果显示,入住 ICU 是高龄髋部骨折患者手术后医院感染的独立危险因素,这与研究^[23]结果一致。值得注意的是,患者入住 ICU 与多种因素有关,如病情危重、身体状况差等,同时 ICU 由于环境封闭本身也是医院感染的高发区域,这都可能是导致患者入住 ICU 后感染风险增加的内在原因^[24]。

医院感染可造成老年髋部骨折患者极高的致残率、病死率,及早识别手术后医院感染的高风险患者,对于完善快速康复护理,改善患者预后有很大帮助。医院感染目标性监测是降低医院感染发病率、预防与控制住院患者感染的有效措施^[25]。近年来,因临床预测模型可有助于医院感染目标性监测以及高危人群筛查,目前正逐步受到临床医护人员的重视。本研究构建的高龄髋部骨折患者手术后医院感染预测模型,在内部与外部验证中均表现出良好的区分度与一致性,可有效预测患者个体化感染风险,值得在临床上推广应用。

本研究中,患者由医院感染所致的直接经济负担为 7 927.4 元/例,此结果低于贾会学等^[26]对我国 68 所综合医院共 2 123 对患者医院感染的经济负担分析(13 839.16 元/例),原因可能是不同研究的疾病种类、研究地域及研究时间存在差异。此外,在患者各项医疗费用中,以西药费经济负担最重(3 139.7 元/例),这与既往研究^[27]结果一致,医院感染可能导致患者抗菌药物的使用剂量、时间增加。医院感染可造成患者沉重的经济负担,临床医护人员应对可能发生医院感染的高危患者及时采取针对性的感染防控措施。

本研究全面系统地分析高龄髋部骨折患者手术后医院感染现状,在构建患者手术后医院感染列线

图模型的基础上,进一步开发交互式动态在线列线图网页,更加便于临床医护人员精准量化患者手术后医院感染风险。同时,本研究通过评估患者由医院感染造成的经济负担,体现了实施医院感染预防与控制措施的必要性,为临床制定相关医院感染预防与控制方案提供参考依据。未来应进一步开展前瞻性、多中心、大样本研究,以提高预测模型的稳定性与外推性。此外,应根据患者手术后医院感染的风险等级,制定个体化干预方案,实现医院感染层面的分级护理,从而降低医院感染发病率,实现健康老龄化。

利益冲突:所有作者均声明不存在利益冲突。

[参 考 文 献]

- [1] 石昊宁,郑宏伟,张晶,等. 高龄髋部骨折患者术后住院时间延长危险因素分析及预测模型构建[J]. 护理学杂志, 2023, 38(5): 20-24.
Shi HN, Zheng HW, Zhang J, et al. Risk factors analysis and prediction model construction of prolonged length of stay in oldest-old patients with hip fracture after surgery[J]. Journal of Nursing Science, 2023, 38(5): 20-24.
- [2] 张欣. 老年髋部骨折患者术后谵妄与肺炎风险预测中列线图的建立与验证[D]. 上海: 海军军医大学, 2019.
Zhang X. The establishment and validation of nomograms in the prediction for the risk of postoperative delirium and pneumonia in geriatric patients with a hip fracture[D]. Shanghai: Naval Medical University, 2019.
- [3] Sambrook P, Cooper C. Osteoporosis[J]. Lancet, 2006, 367(9527): 2010-2018.
- [4] NICE. Hip fracture: management[EB/OL]. (2023-01-06) [2023-07-18]. <http://www.nice.org.uk/guidance/cg124>.
- [5] 李宁,李新萍,杨明辉,等. 老年髋部骨折的骨质疏松症诊疗专家共识[J]. 中华骨与关节外科杂志, 2021, 14(8): 657-663.
Li N, Li XP, Yang MH, et al. Expert consensus on diagnosis and management of osteoporosis in geriatric hip fractures[J]. Chinese Journal Bone and Joint Surgery, 2021, 14(8): 657-663.
- [6] Peng XR, Hao XC, Zhu T. A nomogram to predict postoperative infection for older hip fracture patients[J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2023, 143(2): 847-855.
- [7] Clegg A, Young J, Iliffe S, et al. Frailty in elderly people[J]. Lancet, 2013, 381(9868): 752-762.
- [8] Allegranzi B, Bagheri Nejad S, Combesure C, et al. Burden of endemic health-care-associated infection in developing countries: systematic review and Meta-analysis[J]. Lancet, 2011, 377(9761): 228-241.

- [9] 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.
- [10] Kjørholt KE, Kristensen NR, Prieto-Alhambra D, et al. Increased risk of mortality after postoperative infection in hip fracture patients[J]. Bone, 2019, 127: 563-570.
- [11] Wang XY, Dai L, Zhang YJ, et al. Gender and low albumin and oxygen levels are risk factors for perioperative pneumonia in geriatric hip fracture patients[J]. Clin Interv Aging, 2020, 15: 419-424.
- [12] Salarbaks AM, Lindeboom R, Nijmeijer W. Pneumonia in hospitalized elderly hip fracture patients: the effects on length of hospital-stay, in-hospital and thirty-day mortality and a search for potential predictors[J]. Injury, 2020, 51(8): 1846-1850.
- [13] 张玉. 老年髋部骨折术后肺部感染风险模型的研究[D]. 合肥: 安徽医科大学, 2022.
Zhang Y. Study on the prediction model for postoperative lung infections in the geriatric patients with hip fracture [D]. Hefei: Anhui Medical University, 2022.
- [14] Lu RJ, Taylor S, Contrepolis K, et al. Multi-omic profiling of primary mouse neutrophils predicts a pattern of sex and age-related functional regulation[J]. Nat Aging, 2021, 1(8): 715-733.
- [15] 尤黎明, 吴瑛. 内科护理学[M]. 7 版. 北京: 人民卫生出版社, 2022: 594.
You LM, Wu Y. Medical nursing[M]. 7th ed. Beijing: People's Medical Publishing House, 2022: 594.
- [16] 余琼, 邓雁, 冯林美. 老年日间手术患者延迟出院的风险预测模型构建[J]. 护理学杂志, 2022, 37(15): 52-55.
Yu Q, Deng Y, Feng LM. Construction of a risk prediction model for delayed discharge of elderly patients undergoing day surgery[J]. Journal of Nursing Science, 2022, 37(15): 52-55.
- [17] 高晶. 耐碳青霉烯类鲍曼不动杆菌医院感染患者临床特点及死亡风险预测模型构建[J]. 中国感染与化疗杂志, 2023, 23(2): 181-188.
Gao J. Establishing a risk prediction model for predicting mortality of patients with carbapenem-resistant *Acinetobacter baumannii* nosocomial infection based on clinical characteristics [J]. Chinese Journal of Infection and Chemotherapy, 2023, 23(2): 181-188.
- [18] Kastanis G, Topalidou A, Alpantaki K, et al. Is the ASA score in geriatric hip fractures a predictive factor for complications and readmission?[J]. Scientifica (Cairo), 2016, 2016: 7096245.
- [19] De Cassai A, Boscolo A, Tonetti T, et al. Assignment of ASA-physical status relates to anesthesiologists' experience: a survey-based national-study[J]. Korean J Anesthesiol, 2019, 72(1): 53-59.
- [20] Saadat GH, Alsoof D, Ahmad B, et al. Incidence, risk factors and clinical implications of postoperative urinary tract infection in geriatric hip fractures[J]. Injury, 2022, 53(6): 2158-2162.
- [21] Politto C, Martin GS. Albumin: physiologic and clinical effects on lung function[J]. Minerva Anesthesiol, 2013, 79(10): 1180-1186.
- [22] Bohl DD, Shen MR, Kayupov E, et al. Hypoalbuminemia independently predicts surgical site infection, pneumonia, length of stay, and readmission after total joint arthroplasty[J]. J Arthroplasty, 2016, 31(1): 15-21.
- [23] 陈旭娟, 朱晓萍, 田梅梅, 等. 老年髋部骨折术后患者肺部感染预测模型的构建及验证[J]. 中华护理杂志, 2021, 56(5): 659-666.
Chen XJ, Zhu XP, Tian MM, et al. Construction and validation of a prediction model for pulmonary infection in elderly patients with hip fracture after surgery[J]. Chinese Journal of Nursing, 2021, 56(5): 659-666.
- [24] Wang WM, An XS, Zhang XC, et al. Differential analysis of clinical efficacy on patients with serious infection in ICU by different meropenem regimens[J]. Pak J Pharm Sci, 2016, 29(6 Spec): 2179-2183.
- [25] Li Y, Gong ZY, Lu Y, et al. Impact of nosocomial infections surveillance on nosocomial infection rates: a systematic review [J]. Int J Surg, 2017, 42: 164-169.
- [26] 贾会学, 侯铁英, 李卫光, 等. 中国 68 所综合医院医院感染的经济损失研究[J]. 中国感染控制杂志, 2016, 15(9): 637-641.
Jia HX, Hou TY, Li WG, et al. Economic loss due to healthcare-associated infection in 68 general hospitals in China[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2016, 15(9): 637-641.
- [27] 李倩. 口腔癌术后医院感染风险预测模型的构建及经济负担评价[D]. 济南: 山东大学, 2022.
Li Q. Construction of nosocomial infection risk prediction model after oral cancer surgery and economic burden evaluation [D]. Jinan: Shandong University, 2022.

(本文编辑:陈玉华)

本文引用格式:石昊宁, 杜莹, 乔烁, 等. 高龄髋部骨折患者手术后医院感染预测模型构建与经济负担评价[J]. 中国感染控制杂志, 2024, 23(10): 1220-1227. DOI: 10.12138/j.issn.1671-9638.20246280.

Cite this article as: SHI Hao-ning, DU Ying, QIAO Shuo, et al. Construction of a prediction model for postoperative infection in elderly patients with hip fracture and analysis of economic burden [J]. Chin J Infect Control, 2024, 23(10): 1220-1227. DOI: 10.12138/j.issn.1671-9638.20246280.