

## · 临床研究 ·

## 老年髌部骨折手术延迟的影响因素分析及风险预测模型构建

罗程, 宋忱, 龚健, 刘弘扬

(唐山市第二医院, 河北 唐山 063000)

**摘要** **目的:**探讨老年髌部骨折手术延迟的影响因素,构建老年髌部骨折手术延迟风险预测模型。**方法:**选取 2019 年 11 月至 2022 年 11 月采用手术治疗的老年髌部骨折患者的病例资料进行研究,将纳入研究的患者按照 2:1 的比例随机分为训练集(用于模型构建)和验证集(用于模型验证)。从病历系统中提取纳入患者的信息,包括年龄、性别、体质量指数、骨折类型、美国麻醉医师协会(American Society of Anesthesiologists, ASA)分级、伤前日常活动能力(activities of daily living, ADL)、是否服用影响凝血功能的药物、入院至手术时间、手术方式,是否合并精神障碍、高血压、糖尿病、呼吸系统疾病、心功能不全、肝功能不全、肾功能不全、电解质紊乱、尿酸体异常、下肢静脉血栓、凝血功能异常,以及入院后血清肿瘤坏死因子- $\alpha$ 、C 反应蛋白水平等。将训练集中的患者根据入院至手术时间分为早期手术组(入院至手术时间 < 48 h)和延迟手术组(入院至手术时间  $\geq$  48 h)。先对 2 组患者的相关信息进行单因素对比分析,再对单因素分析中组间差异有统计学意义的因素进行多因素 Logistic 回归分析及多重共线性诊断;采用 R 软件基于贝叶斯网络模型构建老年髌部骨折手术延迟风险预测模型,并采用 Netica 软件进行贝叶斯网络模型推理。采用受试者操作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线评价老年髌部骨折手术延迟风险预测模型的区分度,采用校准曲线评价老年髌部骨折手术延迟风险预测模型的校准度。**结果:**①分组结果。共纳入老年髌部骨折患者 318 例,训练集 212 例、验证集 106 例。根据入院至手术时间,训练集中早期手术组 78 例、延迟手术组 134 例。②老年髌部骨折手术延迟影响因素的单因素分析结果。2 组患者 ASA 分级、是否服用影响凝血功能的药物及是否合并精神障碍、高血压、糖尿病、呼吸系统疾病、心功能不全、电解质紊乱、凝血功能异常的比较,组间差异均有统计学意义( $\chi^2 = 3.862, P = 0.049; \chi^2 = 26.806, P = 0.000; \chi^2 = 29.852, P = 0.000; \chi^2 = 21.743, P = 0.000; \chi^2 = 25.226, P = 0.000; \chi^2 = 5.415, P = 0.020; \chi^2 = 11.683, P = 0.001; \chi^2 = 14.686, P = 0.000; \chi^2 = 6.057, P = 0.014$ )。③老年髌部骨折手术延迟影响因素的多因素分析及多重共线性诊断结果。多因素 Logistic 回归分析结果显示,服用影响凝血功能的药物及合并精神障碍、高血压、糖尿病、呼吸系统疾病、心功能不全、电解质紊乱、凝血功能异常均是老年髌部骨折手术延迟的影响因素[ $\beta = 0.328, P = 0.000, OR = 5.112, 95\% CI(2.686, 9.728); \beta = 0.322, P = 0.000, OR = 5.425, 95\% CI(2.884, 10.203); \beta = 0.302, P = 0.000, OR = 3.956, 95\% CI(2.189, 7.148); \beta = 0.312, P = 0.000, OR = 4.560, 95\% CI(2.476, 8.398); \beta = 0.291, P = 0.021, OR = 1.962, 95\% CI(1.108, 3.474); \beta = 0.296, P = 0.001, OR = 2.713, 95\% CI(1.520, 4.844); \beta = 0.303, P = 0.000, OR = 3.133, 95\% CI(1.729, 5.679); \beta = 0.296, P = 0.015, OR = 2.061, 95\% CI(1.154, 3.680)$ ];多重共线性诊断结果显示,上述影响因素均不存在共线性( $VIF = 1.134, VIF = 1.266, VIF = 1.465, VIF = 1.389, VIF = 1.342, VIF = 1.183, VIF = 1.346, VIF = 1.259$ )。④基于贝叶斯网络模型的老年髌部骨折手术延迟风险预测模型的构建与推理结果。基于贝叶斯网络模型构建的老年髌部骨折手术延迟风险预测模型包括 8 个节点、8 条有向边。模型显示,服用影响凝血功能的药物及合并精神障碍、呼吸系统疾病、电解质紊乱、凝血功能异常直接影响手术延迟的发生,合并心功能不全、高血压、糖尿病间接影响手术延迟的发生;推理结果显示,患者合并心功能不全、凝血功能异常及精神障碍时,手术延迟发生率为 64.1%。⑤老年髌部骨折手术延迟风险预测模型的评价结果。采用训练集数据进行老年髌部骨折手术延迟风险预测模型评价,ROC 曲线下面积为 0.861[ $P = 0.000, 95\% CI(0.810, 0.912)$ ],灵敏度为 91.29%,特异度为 93.35%;校准曲线显示其一致性指数为 0.866[ $P = 0.000, 95\% CI(0.702, 0.943)$ ];采用验证集数据进行老年髌部骨折手术延迟风险预测模型评价,ROC 曲线下面积为 0.848[ $P = 0.000, 95\% CI(0.795, 0.901)$ ],灵敏度为 91.62%,特异度为 92.46%;校准曲线显示其一致性指数为 0.879[ $P = 0.000, 95\% CI(0.723, 0.981)$ ]。结论:服用影响凝血功能的药物以及合并精神障碍、高血压、糖尿病、呼吸系统疾病、心功能不全、电解质紊乱、凝血功能异常均为老年髌部骨折手术延迟的影响因素,基于上述因素构建的老年髌部骨折手术延迟风险预测模型具有较高的应用价值。

**关键词** 髌骨折;股骨颈骨折;股骨转子间骨折;老年人;手术延迟;Logistic 模型;因素分析;统计学;风险;预测模型

## Influencing factors and a risk forecasting model of delayed operation for hip fractures in the aged

LUO Cheng, SONG Chen, GONG Jian, LIU Hongyang

The Second Hospital of Tangshan, Tangshan 063000, Hebei, China

**ABSTRACT Objective:** To explore the factors influencing delay of operation for hip fractures in the aged, and to build a risk forecasting model. **Methods:** The medical records of aged patients who underwent operation for hip fractures from November 2019 to November 2022 were selected. The information of the included patients, including age, gender, body mass index, fracture type, American Society of Anesthesiologists (ASA) classification, activities of daily living (ADL) before injury, whether taking medications affecting blood coagulation function, time from hospital admission to operation, operation method, whether combined with mental disorder, hypertension, diabetes mellitus, respiratory system diseases, cardiac insufficiency, hepatic insufficiency, renal insufficiency, electrolyte disorders, urinary ketone body abnormalities, lower-extremity venous thrombosis, and coagulation abnormalities, as well as the serum levels of tumor necrosis factor- $\alpha$  (TNF- $\alpha$ ) and C-reaction protein (CRP) after hospital admission, was extracted from the electronic medical record system (EMRS). The included patients were randomized into a training set (for model building) and a validation set (for model validation) in a ratio of 2:1. According to the time from hospital admission to operation, the patients in the training set were further assigned into early operation group (time from hospital admission to operation of <48 hours) and delayed operation group (time from hospital admission to operation of  $\geq$ 48 hours). The single-factor comparative analysis was performed on the relevant information of patients in the 2 groups, followed by multi-factor logistic regression analysis and multicollinearity diagnosis on the factors with statistically significant differences between the 2 groups. A Bayesian network-based model for predicting the risk of delayed operation in aged patients with hip fractures was constructed by using the R software, and the model was inferred by using the Netica software; meanwhile, the discrimination and calibration performance of the risk forecasting model were analyzed and evaluated by using receiver operating characteristic (ROC) curve and calibration curve, respectively. **Results:** ① Three hundred and eighteen aged patients with hip fractures were enrolled in the study, 212 ones in training set, and 106 ones in validation set; furthermore, according to the time from hospital admission to operation, 78 ones of training set were assigned into early operation group, and 134 ones of training set into delayed operation group. ② The difference was statistically significant in ASA classification, whether taking medications affecting blood coagulation function, whether combined with mental disorder, hypertension, diabetes mellitus, respiratory system diseases, cardiac insufficiency, electrolyte disorders, and coagulation abnormalities between the 2 groups ( $\chi^2 = 3.862, P = 0.049; \chi^2 = 26.806, P = 0.000; \chi^2 = 29.852, P = 0.000; \chi^2 = 21.743, P = 0.000; \chi^2 = 25.226, P = 0.000; \chi^2 = 5.415, P = 0.020; \chi^2 = 11.683, P = 0.001; \chi^2 = 14.686, P = 0.000; \chi^2 = 6.057, P = 0.014$ ). ③ The results of multi-factor logistic regression analysis revealed that taking medications affecting blood coagulation function, combined with mental disorder, hypertension, diabetes mellitus, respiratory system diseases, cardiac insufficiency, electrolyte disorders, and coagulation abnormalities were the factors influencing delay of operation for hip fractures in the aged ( $\beta = 0.328, P = 0.000, OR = 5.112, 95\% CI(2.686, 9.728); \beta = 0.322, P = 0.000, OR = 5.425, 95\% CI(2.884, 10.203); \beta = 0.302, P = 0.000, OR = 3.956, 95\% CI(2.189, 7.148); \beta = 0.312, P = 0.000, OR = 4.560, 95\% CI(2.476, 8.398); \beta = 0.291, P = 0.021, OR = 1.962, 95\% CI(1.108, 3.474); \beta = 0.296, P = 0.001, OR = 2.713, 95\% CI(1.520, 4.844); \beta = 0.303, P = 0.000, OR = 3.133, 95\% CI(1.729, 5.679); \beta = 0.296, P = 0.015, OR = 2.061, 95\% CI(1.154, 3.680)$ ). The results of multicollinearity diagnosis showed that there was no collinearity between the above-mentioned influencing factors ( $VIF = 1.134, VIF = 1.266, VIF = 1.465, VIF = 1.389, VIF = 1.342, VIF = 1.183, VIF = 1.346, VIF = 1.259$ ). ④ The Bayesian network-based risk forecasting model consisted of 8 nodes and 8 directed edges. The model showcased that taking medications affecting blood coagulation function, combined with mental disorder, respiratory system diseases, electrolyte disorders, and coagulation abnormalities directly affected the occurrence of operation delay; while, combined with cardiac insufficiency, hypertension, and diabetes mellitus indirectly affected the occurrence of operation delay. The results of inference showed that the incidence rate of delayed operation was 64.1% in aged patients with cardiac insufficiency, coagulation abnormalities, and mental disorders. ⑤ The evaluation on risk forecasting model with the training set data showed that the area under the ROC curve, sensitivity, specificity, and consistency index was 0.861 ( $P = 0.000, 95\% CI(0.810, 0.912)$ ), 91.29%, 93.35%, and 0.866 ( $P = 0.000, 95\% CI(0.702, 0.943)$ ), respectively. The evaluation on risk forecasting model with the validation set data showed that the area under the ROC curve, sensitivity, specificity, and consistency index was 0.848 ( $P = 0.000, 95\% CI(0.795, 0.901)$ ), 91.62%, 92.46%, and 0.879 ( $P = 0.000, 95\% CI(0.723, 0.981)$ ), respectively. **Conclusion:** Taking medications affecting blood coagulation function, combined with mental disorder, hypertension, diabetes mellitus, respiratory system diseases, cardiac insufficiency, electrolyte disorders, and coagulation abnormalities are the factors influencing the delay of operation for hip fractures in the aged. The risk forecasting model built based on the above factors demonstrates a high application value.

**Keywords** hip fractures; femoral neck fractures; femoral intertrochanteric fractures; aged; operation delay; logistic models; factor analysis; statistical; risk; forecasting model

髋部骨折是老年人群中常见的严重骨折之一,与老年人骨质疏松关系密切<sup>[1-3]</sup>。随着社会老龄化的加剧,老年髋部骨折的发生率呈上升趋势<sup>[4]</sup>。髋部骨折严重影响老年患者的行动能力和生活质量,甚至威胁老年患者的生命。手术治疗是临床上治疗老年髋部骨折的首选方法<sup>[5-7]</sup>。在骨折发生后尽早手术能够降低术后并发症的发生率、减轻患者疼痛、缩短恢复时间<sup>[8-9]</sup>。但老年人机体功能下降,且多合并基础疾病,对手术的耐受性较差。患者应在术前接受相应的基础治疗,调整身体状态,以降低手术风险<sup>[10-13]</sup>。因此,针对不同的老年髋部骨折患者应选择合适的手术时机。然而,目前对于老年髋部骨折患者手术时机的选择尚存在争议。本研究对老年髋部骨折手术延迟的影响因素进行了分析,并基于贝叶斯网络模型构建了老年髋部骨折手术延迟风险预测模型,以期为临床上老年髋部骨折手术时机的选择提供参考。

## 1 临床资料

### 1.1 一般资料

选取 2019 年 11 月至 2022 年 11 月在唐山市第二医院住院治疗的老年髋部骨折患者的病例资料进行研究。试验方案经唐山市第二医院伦理委员会审查通过,伦理批件号:TCH507。

### 1.2 纳入和排除标准

**1.2.1 纳入标准** ①确诊为股骨颈骨折或股骨转子间骨折;②年龄 > 60 岁;③采用手术治疗;④病例资料完整。

**1.2.2 排除标准** ①合并其他部位骨折者;②病理性骨折者;③开放性骨折者。

## 2 方法

### 2.1 数据获取方法

从病历系统中提取纳入患者的年龄、性别、体质指数、骨折类型、美国麻醉医师协会(American Society of Anesthesiologists, ASA)分级<sup>[14]</sup>、伤前日常活动能力(activities of daily living, ADL)、是否服用影响凝血功能的药物、入院至手术时间、手术方式,是否合并精神障碍、高血压、糖尿病、呼吸系统疾病、心功能不全、肝功能不全、肾功能不全、电解质紊乱、尿酸体异常、下肢静脉血栓、凝血功能异常,以及入院后血清肿

瘤坏死因子- $\alpha$  (tumor necrosis factor- $\alpha$ , TNF- $\alpha$ )、C 反应蛋白(C reactive protein, CRP)水平等信息。

### 2.2 分组方法

将纳入研究的患者按照入组顺序编号,从随机数字表中连续选取相应数量的随机数字与患者编号相对应,将随机数字按照升序排列,将排序位于前 2/3 的随机数字对应的患者纳入训练集(用于模型构建),将排序位于后 1/3 的随机数字对应的患者纳入验证集(用于模型验证)。将训练集中的患者根据入院至手术时间分为早期手术组(入院至手术时间 < 48 h)和延迟手术组(入院至手术时间  $\geq$  48 h)。

### 2.3 数据统计方法

采用 SPSS23.0 统计软件对所得数据进行统计学分析。先对训练集中 2 组患者的相关信息进行单因素对比分析,2 组患者年龄、体质质量指数的组间比较均采用  $t$  检验,性别、骨折类型、ASA 分级、伤前 ADL、手术方式、是否服用影响凝血功能的药物,是否合并精神障碍、高血压、糖尿病、呼吸系统疾病、心功能不全、肝功能不全、肾功能不全、电解质紊乱、尿酸体异常、下肢静脉血栓、凝血功能异常,以及入院后血清 TNF- $\alpha$ 、CRP 水平的组间比较均采用  $\chi^2$  检验;对单因素分析中组间差异有统计学意义的因素进行多因素 Logistic 回归分析及多重共线性诊断;采用 R 软件基于贝叶斯网络模型构建老年髋部骨折手术延迟风险预测模型,并采用 Netica 软件进行贝叶斯网络模型推理。采用受试者操作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线评价老年髋部骨折手术延迟风险预测模型的区分度,采用校准曲线评价老年髋部骨折手术延迟风险预测模型的校准度。检验水准  $\alpha = 0.05$ 。

## 3 结果

### 3.1 分组结果

共纳入老年髋部骨折患者 318 例,训练集 212 例、验证集 106 例。根据入院至手术时间,训练集中早期手术组 78 例、延迟手术组 134 例。

### 3.2 老年髋部骨折手术延迟影响因素的单因素分析结果

2 组患者 ASA 分级、是否服用影响凝血功能的药物及是否合并精神障碍、高血压、糖尿病、呼吸系统疾

病、心功能不全、电解质紊乱、凝血功能异常的比较,组间差异均有统计学意义;年龄、性别、体质量指数、骨折类型、伤前 ADL、手术方式,是否合并肝功能不全、肾功能不全、尿酮体异常、下肢静脉血栓,以及入院时血清 TNF- $\alpha$ 、CRP 水平的比较,组间差异均无统计学意义(表 1)。

3.3 老年髋部骨折手术延迟影响因素的多因素分析及多重共线性诊断结果

将 ASA 分级、是否服用影响凝血功能的药物,以及是否合并精神障碍、高血压、糖尿病、呼吸系统疾病、心功能不全、电解质紊乱、凝血功能异常作为自变量,将入院至手术时间作为因变量进行 Logistic 回归分析,相关因素的赋值方案见表 2。多因素 Logistic 回归分析结果显示,服用影响凝血功能的药物及合并精神障碍、高血压、糖尿病、呼吸系统疾病、心功能不

全、电解质紊乱、凝血功能异常均是老年髋部骨折手术延迟的影响因素(表 3)。多重共线性诊断结果显示,ASA 分级、是否服用影响凝血功能的药物,以及是否合并精神障碍、高血压、糖尿病、呼吸系统疾病、心功能不全、电解质紊乱、凝血功能异常之间均不存在共线性(表 4)。

3.4 基于贝叶斯网络模型的老年髋部骨折手术延迟风险预测模型的构建结果

基于贝叶斯网络模型构建的老年髋部骨折手术延迟风险预测模型包括 8 个节点、8 条有向边。模型显示,服用影响凝血功能的药物及合并精神障碍、呼吸系统疾病、电解质紊乱、凝血功能异常直接影响手术延迟的发生,合并心功能不全、高血压、糖尿病间接影响手术延迟的发生(图 1)。

表 1 老年髋部骨折手术延迟的单因素分析结果

组别	样本量/ 例	年龄/ ( $\bar{x} \pm s$ , 岁)	性别/例		体质量指数/ ( $\bar{x} \pm s$ , kg · m <sup>-2</sup> )	骨折类型/例				
			男	女		股骨颈骨折		股骨转子间骨折		
早期手术组	78	77.39 ± 4.26	42	36	23.72 ± 2.31	33		45		
延迟手术组	134	76.35 ± 4.61	71	63	23.98 ± 2.24	65		69		
检验统计量	$t = 1.299$		$\chi^2 = 0.015$		$t = 0.642$	$\chi^2 = 0.762$				
<i>P</i> 值	0.196		0.904		0.522	0.383				
组别	ASA <sup>1)</sup> 分级/例		伤前 ADL <sup>2)</sup> /例		服用影响凝血功能的药物/例		手术方式/例			
	I ~ II 级	III ~ V 级	正常	异常	是	否	内固定	人工髋关节置换		
早期手术组	47	31	53	25	40	38	37	41		
延迟手术组	62	72	78	56	113	21	54	80		
检验统计量	$\chi^2 = 3.862$		$\chi^2 = 1.981$		$\chi^2 = 26.806$		$\chi^2 = 1.025$			
<i>P</i> 值	0.049		0.159		0.000		0.311			
组别	精神障碍/例		高血压/例		糖尿病/例		呼吸系统疾病/例		心功能不全/例	
	是	否	是	否	是	否	是	否	是	否
早期手术组	18	60	26	52	21	57	29	49	27	51
延迟手术组	83	51	89	45	84	50	72	62	79	55
检验统计量	$\chi^2 = 29.852$		$\chi^2 = 21.743$		$\chi^2 = 25.226$		$\chi^2 = 5.415$		$\chi^2 = 11.683$	
<i>P</i> 值	0.000		0.000		0.000		0.020		0.001	
组别	肝功能不全/例		肾功能不全/例		电解质紊乱/例		尿酮体异常/例			
	是	否	是	否	是	否	是	否		
早期手术组	24	54	16	62	23	55	35	43		
延迟手术组	57	77	41	93	76	58	65	69		
检验统计量	$\chi^2 = 2.892$		$\chi^2 = 2.550$		$\chi^2 = 14.686$		$\chi^2 = 0.262$			
<i>P</i> 值	0.089		0.110		0.000		0.609			
组别	下肢静脉血栓/例		凝血功能异常/例		TNF-α <sup>3)</sup> 水平/例		CRP <sup>4)</sup> 水平/例			
	是	否	是	否	正常	异常	正常	异常		
早期手术组	28	50	26	52	20	58	27	51		
延迟手术组	49	85	68	66	43	91	59	75		
检验统计量	$\chi^2 = 0.010$		$\chi^2 = 6.057$		$\chi^2 = 0.982$		$\chi^2 = 1.812$			
<i>P</i> 值	0.922		0.014		0.322		0.178			

注:1)美国麻醉医师协会;2)日常活动能力;3)肿瘤坏死因子- $\alpha$ ;4)C 反应蛋白。

表 2 老年髋部骨折手术延迟影响因素的多因素 Logistic 回归分析变量赋值方案

因素	赋值
入院至手术时间	入院至手术时间 <48 h = 0, 入院至手术时间 ≥48 h = 1
美国麻醉医师协会分级	I ~ II 级 = 0, III ~ V 级 = 1
服用影响凝血功能的药物	否 = 0, 是 = 1
精神障碍	否 = 0, 是 = 1
高血压	否 = 0, 是 = 1
糖尿病	否 = 0, 是 = 1
呼吸系统疾病	否 = 0, 是 = 1
心功能不全	否 = 0, 是 = 1
电解质紊乱	否 = 0, 是 = 1
凝血功能异常	否 = 0, 是 = 1

表 3 老年髋部骨折手术延迟影响因素的多因素 Logistic 回归分析结果

变量	$\beta$	<i>S. E</i>	<i>Wald</i>	<i>P</i>	<i>OR</i>	95% <i>CI</i>	
						下限	上限
美国麻醉医师协会分级	0.289	0.161	1.352	0.050	1.761	0.999	3.103
服用影响凝血功能的药物	0.328	0.116	1.644	0.000	5.112	2.686	9.728
精神障碍	0.322	0.218	2.684	0.000	5.425	2.884	10.203
高血压	0.302	0.172	1.993	0.000	3.956	2.189	7.148
糖尿病	0.312	0.198	2.328	0.000	4.560	2.476	8.398
呼吸系统疾病	0.291	0.168	1.445	0.021	1.962	1.108	3.474
心功能不全	0.296	0.171	1.703	0.001	2.713	1.520	4.844
电解质紊乱	0.303	0.191	1.923	0.000	3.133	1.729	5.679
凝血功能异常	0.296	0.181	1.522	0.015	2.061	1.154	3.680

表 4 老年髋部骨折手术延迟影响因素的多重共线性诊断结果

变量	回归系数	标准回归系数	容忍度	方差膨胀因子
美国麻醉医师协会分级	0.169	0.035	0.541	1.580
服用影响凝血功能的药物	-0.042	0.013	0.983	1.134
精神障碍	0.315	0.046	0.855	1.266
高血压	0.330	0.023	0.714	1.465
糖尿病	0.367	0.034	0.728	1.389
呼吸系统疾病	0.328	0.029	0.690	1.342
心功能不全	0.316	0.042	0.492	1.183
电解质紊乱	0.353	0.027	0.636	1.346
凝血功能异常	0.374	0.030	0.754	1.259

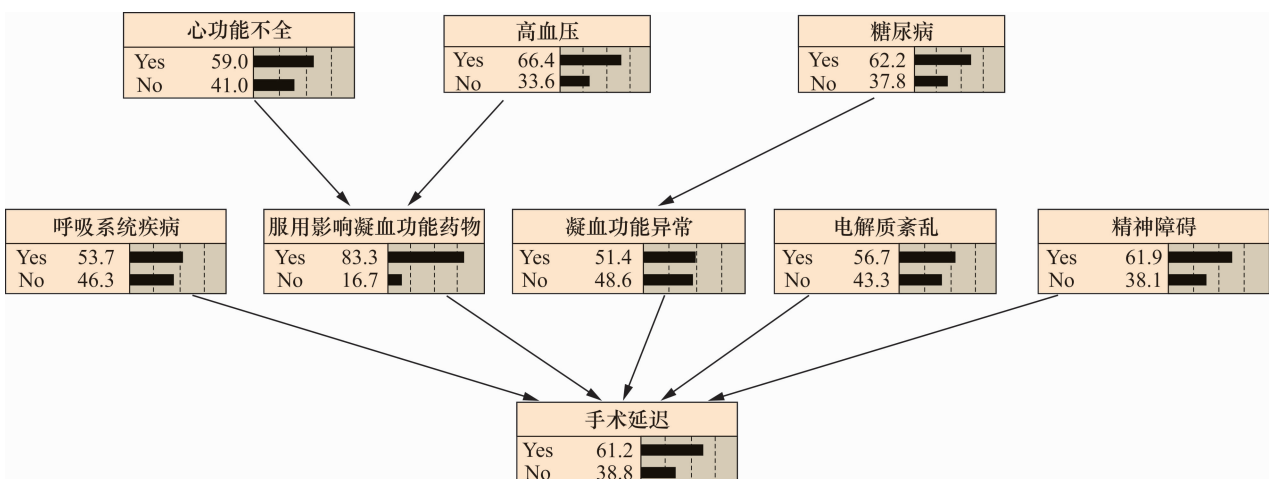


图 1 基于贝叶斯网络模型构建的老年髋部骨折手术延迟风险预测模型图

### 3.5 基于贝叶斯网络模型的老年髋部骨折手术延迟风险预测模型的推理结果

采用 Netica 软件进行基于贝叶斯网络模型的老年髋部骨折手术延迟风险预测模型推理,结果显示,患者合并心功能不全、凝血功能异常及精神障碍时,手术延迟发生率为 64.1% (图 2)。

### 3.6 老年髋部骨折手术延迟风险预测模型的评价结果

**3.6.1 区分度** 采用训练集数据进行老年髋部骨折手术延迟风险预测模型评价, ROC 曲线下面积为 0.861 [ $P=0.000, 95\% CI(0.810, 0.912)$ ], 灵敏度为 91.29%, 特异度为 93.35% [图 3(1)]; 采用验证集数据进行老年髋部骨折手术延迟风险预测模型评价, ROC 曲线下面积为 0.848 [ $P=0.000, 95\% CI(0.795, 0.901)$ ], 灵敏度为 91.62%, 特异度为 92.46% [图 3(2)]; 提示该模型区分度良好。

**3.6.2 校准度** 采用训练集数据进行老年髋部骨折手术延迟风险预测模型评价, 校准曲线显示其一致性指数为 0.866 [ $P=0.000, 95\% CI(0.702, 0.943)$ ] [图 4(1)]; 采用验证集数据进行老年髋部骨折手术延迟风险预测模型评价, 校准曲线显示其一致性指数为 0.879 [ $P=0.000, 95\% CI(0.723, 0.981)$ ] [图 4(2)]; 提示校正曲线与理想曲线均拟合良好。

## 4 讨论

非手术疗法治疗老年髋部骨折, 患者需长期卧床, 极易发生褥疮、坠积性肺炎、下肢深静脉血栓及泌尿系感染等并发症, 在给患者造成巨大精神压力的同时也增加了患者的经济负担<sup>[15-17]</sup>。随着外科手术技术的发展, 手术治疗逐步成为治疗老年髋部骨折的主要方式。但对于老年髋部骨折患者手术时机的选择, 目前尚存在争议。本研究通过单因素分析和多因素 Logistic 回归分析发现, 服用影响凝血功能的药物及

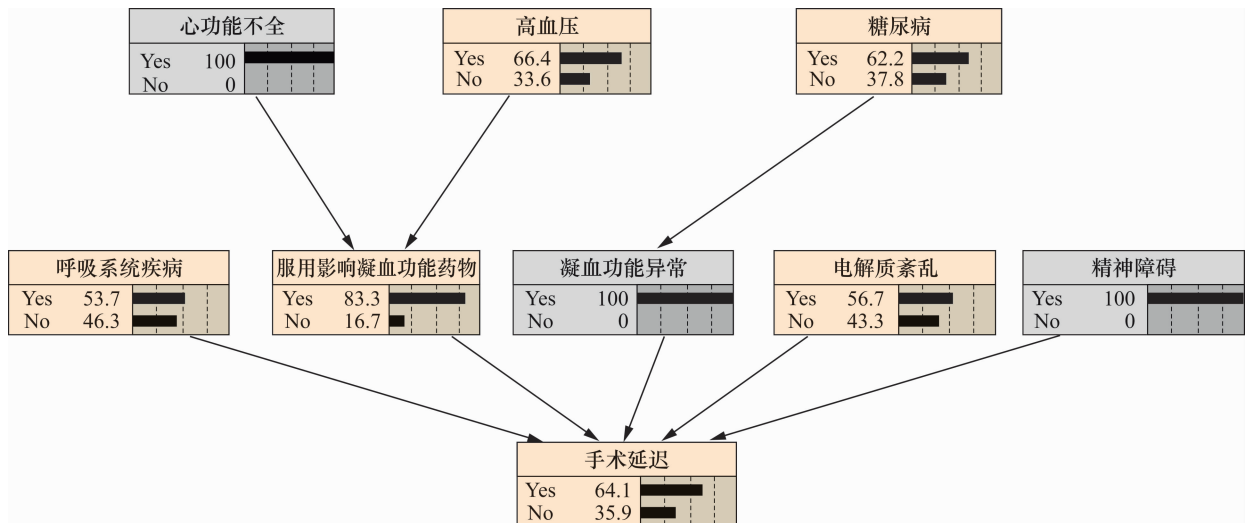


图 2 基于贝叶斯网络模型构建的老年髋部骨折手术延迟风险预测模型推理图

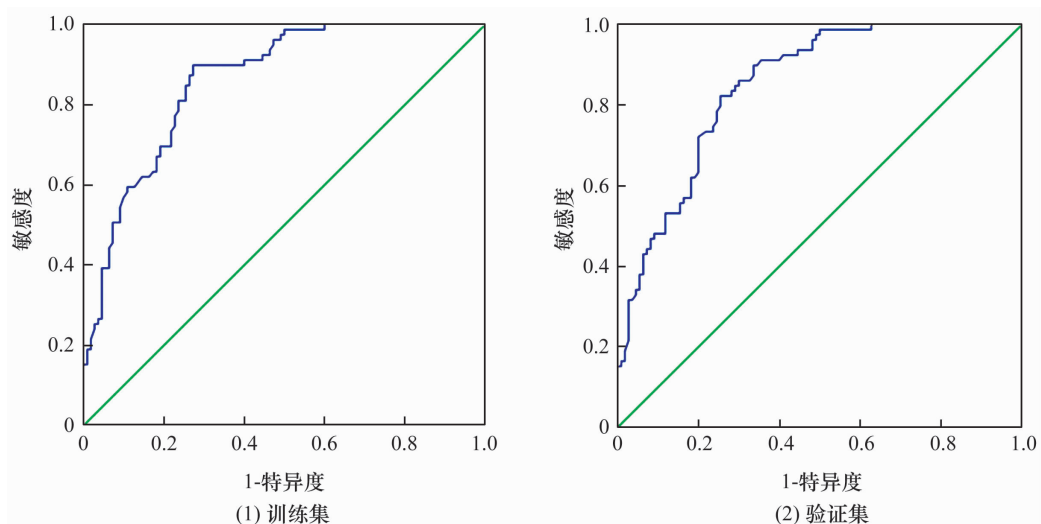


图 3 老年髋部骨折手术延迟风险预测模型的受试者操作特征曲线图



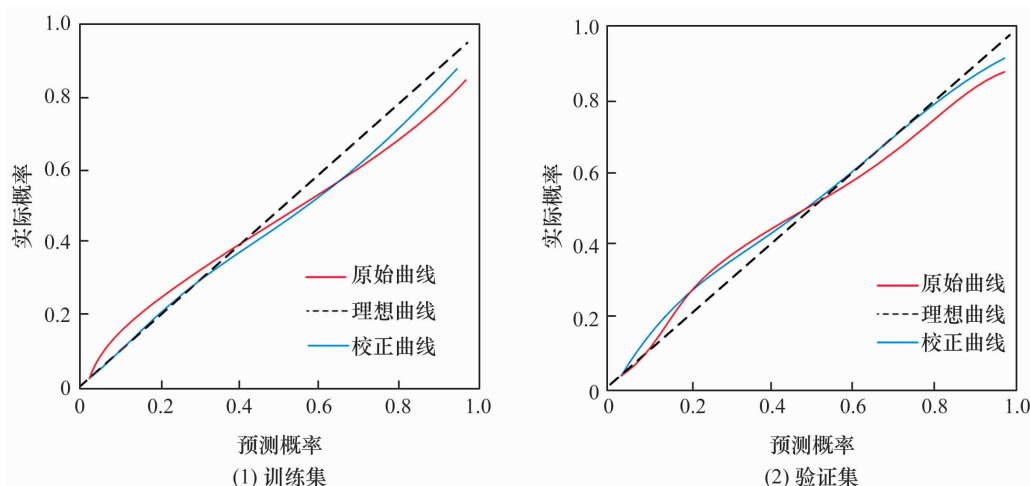


图4 老年髋部骨折手术延迟风险预测模型的校准曲线图

合并精神障碍、高血压、糖尿病、呼吸系统疾病、心功能不全、电解质紊乱、凝血功能异常均为老年髋部骨折手术延迟的影响因素。老年患者多合并高血压、糖尿病、冠心病等基础疾病,并长期服用药物治疗。部分降压药会影响患者的凝血功能,从而增加手术风险<sup>[18]</sup>。因此,对于长期服用影响凝血功能药物的患者,应在停药 1 周后再进行手术,以降低手术风险。对于合并精神障碍的患者,则需要在患者情绪平稳且和家属充分沟通后,再进行手术<sup>[19]</sup>。对于合并哮喘、肺炎等呼吸系统疾病的患者,需要首先对呼吸系统疾病进行有效治疗,待病情得到控制后再行手术<sup>[20-21]</sup>。此外,患者合并电解质紊乱、凝血功能异常均会影响手术安全,需先行针对性治疗<sup>[22-23]</sup>。因此,临床上面对存在上述情况的老年髋部骨折患者,应优先治疗基础疾病,延迟骨折手术。

贝叶斯网络是一个有向无环图,其中每个边对应一个条件依赖,每个节点对应一个变量。贝叶斯网络模型能够弥补 Logistic 回归分析的不足、充分挖掘数据潜在信息,且能够直观地描述各变量的关联,便于深入挖掘各因素的交互作用。本研究通过单因素分析和多因素 Logistic 回归分析筛选出老年髋部骨折手术延迟的影响因素,并通过这些影响因素建立基于贝叶斯网络模型的老年髋部骨折手术延迟风险预测模型,ROC 曲线、校准曲线评价结果显示,该模型具有较高的可信度与应用价值。

本研究结果表明,服用影响凝血功能的药物以及合并精神障碍、高血压、糖尿病、呼吸系统疾病、心功能不全、电解质紊乱、凝血功能异常均为老年髋部骨折手术延迟的影响因素,基于上述因素构建的老年髋

部骨折手术延迟风险预测模型具有较高的应用价值。

### 参考文献

- [1] LAI S W. Gamma-glutamyl-transferase and hip fracture[J]. Osteoporos Int, 2022, 33(8): 1825 - 1826.
- [2] PASS B, MALEK F, ROMMELMANN M, et al. The influence of malnutrition measured by hypalbuminemia and body mass index on the outcome of geriatric patients with a fracture of the proximal femur[J]. Medicina (Kaunas), 2022, 58(11): 1610.
- [3] 韩雪昆, 杨文贵. 老年髋部骨折防治[J]. 创伤外科杂志, 2020, 22(10): 798 - 801.
- [4] PROBERT N, LÖÖW A, AKNER G, et al. A comparison of patients with hip fracture, ten years apart: morbidity, malnutrition and sarcopenia [J]. J Nutr Health Aging, 2020, 24(8): 870 - 877.
- [5] 李润, 常留辉, 顾顺, 等. 老年髋部骨折 48 小时内手术的疗效分析[J]. 中华骨科杂志, 2019, 39(17): 1037 - 1043.
- [6] YAACOB E, MAROM O, GUTMAN N, et al. Mortality following surgery for geriatric hip fractures: is it the timing or the co-morbidities? [J]. Hip Int, 2022, 32(2): 271 - 275.
- [7] VAN RIJCKEVORSEL V A J I M, DE JONG L, VERHOFS-TAD M H J, et al. Dutch hip fracture registry collaboration. Influence of time to surgery on clinical outcomes in elderly hip fracture patients: an assessment of surgical postponement due to non-medical reasons [J]. Bone Joint J, 2022, 104-B(12): 1369 - 1378.
- [8] 卓泽铭, 邢势, 王和杰, 等. 手术时机选择对老年髋部骨折预后的影响[J]. 中国医药导报, 2021, 18(9): 95 - 98.
- [9] 曹东东, 韩哲, 纪能能, 等. 老年髋部骨折的手术时机对预后的影响[J]. 医学研究杂志, 2022, 51(7): 11 - 14.
- [10] 杨灵, 王志聪, 陈曦, 等. 891 例老年髋部骨折患者合并基础疾病的特点及 Charlson 合并症指数对预后的影响[J]. 山东医药, 2022, 62(2): 67 - 70. (下转第 59 页)

- 64(14):1436-1439.
- [2] 国家中医药管理局,国家卫生健康委员会. 国家中医药管理局 国家卫生健康委员会关于印发《中医病证分与代码》和《中医临床诊疗术语》的通知[EB/OL]. (2020-11-16)[2023-11-01]. [http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-11/24/content\\_5563703.htm](http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-11/24/content_5563703.htm).
  - [3] 《脊柱筋出槽骨错缝临床诊疗指南》标准化项目专家组. 基于德尔菲法构建《脊柱筋出槽疾病诊断标准》专家共识[J]. 中医正骨, 2023, 35(3):1-5.
  - [4] 《脊柱筋出槽骨错缝临床诊疗指南》标准化项目专家组. 基于德尔菲法构建《脊柱骨错缝疾病诊断标准》专家共识[J]. 中医正骨, 2023, 35(7):1-5.
  - [5] 宋亭亭,陈鹏,徐吕翔,等. 多层螺旋 CT 与 X 线平片诊断老年腰椎退行性病变的临床效果分析[J]. 影像研究与医学应用, 2022, 6(4):82-84.
  - [6] 刘为英. X 线平片检查、CT 检查及 MRI 检查诊断腰椎间盘突出症的效果观察[J]. 中国医疗器械信息, 2021, 27(6):109-110.
  - [7] 宁元率,顾非,何天翔,等. 颈椎“椎骨错缝”触诊的研究进展[J]. 中国医药导报, 2019, 16(7):49-52.
  - [8] 詹红生,程英武. 脊柱手法医学[M]. 北京:人民卫生出版社, 2020.
  - [9] 吕智桢,孔令军,房敏. 触诊在脊柱病“筋骨评估”中的重要性[J]. 中医正骨, 2019, 31(5):18-19.
  - [10] 赵平. 西方脊柱手法治疗机制研究的概况[J]. 中国骨伤, 2011, 24(8):705-709.
  - [11] 祁赛,谭涛,李华南,等. 探究现代中医正骨与美式整脊的异同[J]. 环球中医药, 2019, 12(2):203-207.
  - [12] 李俊桦,李义凯. 胸椎掌按法生物力学参数的研究进展[J]. 中医正骨, 2023, 35(10):42-45.
  - [13] 张园园,申屠嘉俊,何朗朗,等. 基于“手摸心会”探析“平秘论”诊疗体系[J]. 中华中医药杂志, 2023, 38(11):5323-5325.
  - [14] 谭良源,卢栋明,甘小凤,等. 基于现代生物力学对高张力性经筋病的理论探讨[J]. 中国民族民间医药, 2023, 32(18):4-8.
  - [15] 张英杰,刘元梅,唐树杰. 脊柱“骨错缝、筋出槽”研究现存问题的思考[J]. 环球中医药, 2021, 14(1):135-137.
  - [16] 郭光昕,孔令军,朱清广,等. 对颈椎病推拿的“筋骨评估”推广模式的探讨[J]. 北京中医药大学学报, 2019, 42(1):84-88.
- (收稿日期:2023-12-05 本文编辑:李晓乐)

(上接第 38 页)

- [11] 游月焯,孙凯,严敏. 手术时机对老年髋部骨折患者术后病死率影响的研究进展[J]. 中华创伤杂志, 2020, 36(1):58-62.
  - [12] 赵建文,王晓伟,刘智,等. 手术时机的选择对 90 岁以上髋部骨折患者预后的影响[J]. 中国骨与关节杂志, 2020, 9(5):390-393.
  - [13] 姚东晨,杨明辉,朱仕文,等. 氯吡格雷对老年髋部骨折手术时机的影响[J]. 中华创伤骨科杂志, 2018, 20(7):594-600.
  - [14] 黄宇光,张俊华. 北京协和医院麻醉科效率手册[M]. 北京:人民卫生出版社, 2016:2-3.
  - [15] 叶欣,高嘉琪,勾洋,等. 合并心脏瓣膜病对老年髋部骨折患者围术期并发症的影响[J]. 中国医刊, 2022, 57(9):985-987.
  - [16] 于静. 老年髋部骨折病人预防下肢血栓形成的护理措施探讨[J]. 安徽医药, 2019, 23(8):1596-1599.
  - [17] WANG T, GUO J, LONG Y, et al. Risk factors for preoperative deep venous thrombosis in hip fracture patients: a meta-analysis[J]. J Orthop Traumatol, 2022, 23(1):19.
  - [18] 杨阳,马信龙,崔爽,等. 老年髋部骨折延迟手术的影响因素分析[J]. 中华骨科杂志, 2021, 41(15):1046-1051.
  - [19] SCHUETZE K, EICKHOFF A, RUTETZKI K S, et al. Geriatric patients with dementia show increased mortality and lack of functional recovery after hip fracture treated with hemiprostheses[J]. Eur J Trauma Emerg Surg, 2020, 48(3):1827-1833.
  - [20] LIZAUR-UTRILLA A, GONZALEZ-NAVARRO B, VIZCAYA-MORENO M F, et al. Reasons for delaying surgery following hip fractures and its impact on one year mortality[J]. Int Orthop, 2019, 43(2):441-448.
  - [21] 王晓伟,孙天胜,刘智,等. 老年髋部骨折的手术时机选择与预后分析[J]. 中华创伤骨科杂志, 2020, 22(3):206-211.
  - [22] SPAETGENS B, BROUNS S H A, LINKENS A E M J H, et al. Associations between presence of diabetes, mortality and fracture type in individuals with a hip fracture[J]. Diabetes Res Clin Pract, 2022, 192:110084.
  - [23] UEOKA K, SAWAGUCHI T, GOSHIMA K, et al. The influence of preoperative antiplatelet and anticoagulant agents on the outcomes in elderly patients undergoing early surgery for hip fracture[J]. J Orthop Sci, 2019, 24(5):830-835.
- (收稿日期:2023-11-17 本文编辑:吕宁)