

老年股骨粗隆间骨折患者术后贫血预测模型的构建与验证

王贝贝¹ 崔振义² 王静¹ 王晗妍¹ 吕红芝³ 李秀婷⁴

【摘要】 目的 分析老年股骨粗隆间骨折患者术后贫血的影响因素并构建预测模型,探究该模型的预测价值。**方法** 采用回顾性研究,收集2020年1月至2021年12月在河北医科大学第三医院骨科就诊的451例老年股骨粗隆间骨折患者临床资料及化验指标与检查结果,按7:3比例随机分配到建模集(319例)、验证集(132例)。对建模集资料进行单因素和多因素logistic回归分析筛选出老年股骨粗隆间骨折患者术后贫血的影响因素,并构建列线图预测模型。模型的表现和临床实用性分别用受试者工作特征(ROC)曲线、校准曲线、决策曲线进行评估,同时引入验证集数据对模型进行内部验证。**结果** 建模集319例老年粗隆间骨折患者中出现贫血为105例(32.90%)。单因素结果显示性别($OR=0.555$, 95% CI : 0.318, 0.970)、住院天数($OR=1.104$, 95% CI : 1.040, 1.173)、美国麻醉医师协会(ASA)分级评分($OR=0.649$, 95% CI : 0.478, 0.883)、入院血红蛋白(Hb)($OR=1.021$, 95% CI : 1.005, 1.036)、入院B型钠尿肽(BNP)($OR=0.996$, 95% CI : 0.993, 0.999)、左心射血指数(LVEF)($OR=1.067$, 95% CI : 1.021, 1.116)有统计学差异($P<0.05$)。多因素logistic回归分析表明性别($OR=0.498$, 95% CI : 0.272, 0.912)、住院天数($OR=1.137$, 95% CI : 1.063, 1.216)、入院Hb($OR=1.024$, 95% CI : 1.007, 1.041)、入院BNP($OR=0.997$, 95% CI : 0.993, 0.999)、LVEF($OR=1.050$, 95% CI : 1.001, 1.102)是老年股骨粗隆间患者术后贫血的影响因素($P<0.05$)。基于上述因素构建老年粗隆间骨折患者贫血列线图模型,模型预测老年股骨粗隆间骨折患者术后贫血的ROC曲线下面积为0.717(95% CI : 0.657, 0.776)、训练集模型截断值0.341,灵敏度0.634,特异度0.711,约登指数0.345。当决策曲线中建模集与验证集的阈概率分别为0%~70%与0%~62%时,净获益高于不采取及全部采取干预的极端曲线,表明预测模型具有临床有效性。**结论** 基于性别、住院天数、入院Hb、入院BNP、LVEF建立的预测模型对老年股骨粗隆间骨折患者贫血风险具有一定的预测价值。

【关键词】 老年人; 股骨粗隆间骨折; 贫血; 影响因素; 预测模型

Development and Validation of postoperative anemia prediction model in elderly patients with intertrochanteric fracture Wang Beibei¹, Cui Zhenyi^{1, 2}, Wang Jing¹, Wang Hanyan¹, Li Xiuting³. ¹Department of Pharmacy Intravenous Admixture Services, ²Department of Second Operating room, ³Orthopaedic Institution of Hebei Province, ⁴Trauma Emergency Center Ward Four, The Third Hospital of Hebei Medical University, Shijiazhuang 050051, China

Corresponding author: Li Xiuting, Email: 13363889051@126.com

【Abstract】 Objective To analyze the influencing factors of postoperative anemia in elderly patient with intertrochanteric fracture and establish a predictive model to explore the predictive value of this model. **Methods** A retrospective study was conducted to collect the clinical data, laboratory indicators and examination results of 451 elderly patients with intertrochanteric fractures who were treated in the orthopedics department of a hospital from January 2020 to December 2021, and were randomly assigned to the modeling set (319 cases) and validation set (132 cases) according to a ratio of 7:3. Univariate and multivariate logistic regression analysis was performed to screen out the influencing factors of postoperative anemia in elderly patients with intertrochanteric fracture, and a nomogram prediction model was constructed. The performance

DOI: 10.3877/cma.j.issn.2096-0263.2024.06.006

基金项目: 国家自然科学基金青年基金项目(82102584); 河北省2024年度省卫生健康委医学科学研究课题计划项目(20242118); 河北省卫生健康委2024年政府资助临床医学优秀人才培养项目(ZF2024075)

作者单位: 050051 石家庄, 河北医科大学第三医院静脉用药调配中心¹, 第二手术室², 河北省骨科研究所³, 创伤急救中心四病区⁴

通信作者: 李秀婷, Email: 13363889051@126.com

and clinical practicability of the model were evaluated by Receiver Operating Characteristic (ROC) curve, calibration curve and decision curve respectively, and validation set data were introduced for internal validation of the model. **Results** Among 319 elderly patients with intertrochanteric fracture in the modeling set, 105 (32.90%) had anemia. Univariate results showed gender ($OR=0.555$, 95% CI : 0.318-0.970), length of hospital stay ($OR=1.104$, 95% CI : 1.040, 1.173), American Society of Anesthesiologists (ASA) grade ($OR=0.649$, 95% CI : 0.478, 0.883), Hemoglobin (Hb) at admission ($OR=1.021$, 95% CI : 1.005-1.036), B-type natriuretic peptide (BNP) at admission ($OR=0.996$, 95% CI : 0.993, 0.999), left ventricular ejection fraction (LVEF) ($OR=1.067$, 95% CI : 1.021, 1.116) there was a statistical difference ($P<0.05$). Multivariate logistic regression analysis showed that gender ($OR=0.498$, 95% CI : 0.272, 0.912), length of stay ($OR=1.137$, 95% CI : 1.063, 1.216), Hb at Admission ($OR=1.024$, 95% CI : 1.007, 1.041), BNP at Admission ($OR=0.997$, 95% CI : 0.993, 0.999), LVEF ($OR=1.050$, 95% CI : 1.001, 1.102) were the influential factors for postoperative anemia in elderly intertrochanteric patients ($P<0.05$). Based on these factors, anemia column diagram model in elderly patients with intertrochanteric fractures was constructed. The area under ROC curve of the model for predicting postoperative anemia in elderly patients with intertrochanteric fractures was 0.717 (95% CI : 0.657, 0.776), the cut off value of the modeling set model was 0.341, the sensitivity was 0.634, the specificity was 0.711, and the Youden index was 0.345. When the threshold probabilities of modeling set and validation set in the decision curve were 9%-59% and 20%-69% respectively in the decision curve, the net benefit was higher than the extreme curve of no intervention and all intervention, indicating the clinical validity of the prediction model. **Conclusions** The prediction model based on gender, length of stay, Hb at admission, BNP at admission, and LVEF has a certain value in predicting the risk of anemia in elderly patients with intertrochanteric fracture.

【Key words】 Senile; Intertrochanteric fracture; Anemia; Influencing factors; Predictive models

股骨粗隆间骨折(intertrochanteric fracture of femur, IFF)是指股骨颈基底至股骨小粗隆水平之间的骨折,又称转子间骨折,是临床常见病及多发病^[1],随着老龄化社会到来,因跌倒等原因导致的股骨粗隆间骨折在老年人中越来越普遍^[2],股骨粗隆间骨折已经成为老年人群中最常见的骨折类型之一,其在老年人骨折中占据到10%~15%的比例^[3-4]。而手术治疗已是全世界范围骨科业界共识,而患者术后的隐性失血量较高,贫血是老年IFF患者术后常见的并发症。相关研究表明,股骨粗隆间骨折术后贫血率为84.6%~88.5%^[5]。老年粗隆间骨折患者贫血临床症状不典型,术后贫血会对患者健康造成一些问题,导致疲劳、康复困难、心脏负担加重等情况^[6],还可能延长恢复所需时间,增加心血管疾病发生风险,影响生活质量^[7]以及免疫系统的抵抗力^[8-9]。此外,术后严重贫血不仅会导致各系统功能下降,还会对术后骨折的愈合时间和患者下床负重的时间产生负面影响。此外,贫血还会妨碍患者在术后的功能锻炼,并可能延长住院卧床的时间。更为严重的是,这种情况还可能引发肺部感染、压疮、切口愈合不良、深静脉血栓等并发症,甚至可能导致死亡率的增加^[10]。

因此,本研究旨在探讨老年患者在股骨粗隆间骨折手术后贫血发生的情况及相关危险因素,对于

早期识别贫血的高危人群以及有效预防贫血的发生至关重要。本研究以老年股骨粗隆间骨折患者为研究对象,建立老年股骨粗隆间骨折术后贫血风险预测模型,并对该模型进行验证,以提高医疗安全和有效预防贫血的发生的准确性,报告如下。

资料与方法

一、一般资料

回顾河北医科大学第三医院住院病历,选取2020年1月至2021年12月就诊于河北医科大学第三医院骨科的老年股骨粗隆间骨折患者451例为研究对象。以随机数字表法按7:3的比例将其分为建模集(例)、验证集(例),在这项研究中,建模集的主要作用是分析影响因素并构建相应的模型,同时还对模型进行了内部验证,以确保其稳定性和准确性。根据患者术后是否发生贫血分为贫血组($n=152$)和未贫血组($n=299$)。

纳入标准:(1)年龄 ≥ 65 岁;(2)经影像学检查、临床症状或体征确诊股骨粗隆间骨折;(3)接受手术治疗。

排除标准:(1)病例资料不完整;(2)合并其他部位骨折、多发伤;(3)此次骨折前,已被确诊为贫血;

(4)肿瘤性、病理性骨折;(5)血液病和免疫系统疾病;(6)陈旧性骨折(受伤至手术 ≥ 21 天)。

样本量计算:样本量验证采用样本量计算公式 $n = [(Z_{\alpha/2})^2 \times P \times (1-P)] / (\delta^2 \times \text{deff})$, 其中 $Z_{\alpha/2}$ 是 1.96, δ 是最大允许误差, deff 是设计效应值, P 是阳性率估计值, $P \times (1-P)$ 最大是 0.25, n 是样本量。在 90% 置信度下, 绝对误差为 10%, 取总比例的 50%, 则抽样估算样本量是 192 例, 考虑 10% 的脱落率, 则应接触样本量是 214 例, 故此次纳入的样本量充足(415 例 > 214 例)。本研究经河北医科大学第三医院医学伦理委员会批准(科 2024-050-1)。

二、研究方法

(一)资料收集

回顾以往资料,整理 2020 年 1 月至 2021 年 12 月就诊于河北医科大学第三医院骨科的老年股骨粗隆间骨折患者的入院病例、血常规、生化检查指标等临床资料,包括性别、年龄、性别、体重指数(body mass index, BMI)、住院天数、身高、体重、受伤机制、输血情况(术前、术中、术后)、美国麻醉医师协会(American Society of Anesthesiologists, ASA)分级评分、入院血红蛋白(hemoglobin, Hb)、入院 B 型钠尿肽(brain natriuretic Peptide, BNP)、左室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF) 14 个变量。这些值得一提的是,患者的外周静脉血是由受过专业训练的抽血医生抽取的。为控制昼夜节律,所有样本均在术后第 1 天的同一时间段(上午 6 点至上午 8 点)常规采集。这些样品在一小时内被送往生化实验室进行检测。

(二)结局指标及诊断标准

贫血是一种临床症状,其定义为外周血液中的红细胞容量减少,从而导致血液中的携氧能力下降。这一血液状态不仅影响患者的身体健康,还可能导致多种并发症的产生,根据世界卫生组织(World Health Organization, WHO)的标准,男性患者的血红蛋白水平(hemoglobin, Hb)低于 130 g/L,被诊断为贫血,而女性患者的 Hb 水平若低于 120 g/L,则同样符合贫血的标准。因此基于患者血红蛋白浓度的不同,对贫血的严重程度进行划分,分为贫血组与非贫血组^[10],为了更清晰地了解贫血的严重程度,研究者们将贫血进一步细分为四个等级:轻度贫血指 Hb 水平高于 90 g/L;中度贫血则对应 Hb 水平在 60 至 90 g/L 之间;重度贫血的 Hb 水平则介于 30 至 60 g/L;而极重度贫血则是指 Hb 水平低于 30 g/L。

通过以上的分级和标准,能够为贫血的诊断和后续治疗方案的制定提供重要依据。以术后第一天早晨血常规中的血红蛋白为结局指标。术后第一天对病人进行血红蛋白检查,男性 Hb 浓度低于 130 g/L,女性 Hb 浓度小于 120 g/L 即可诊断该患者的症状发生了贫血。

(三)患者分组

在入组的 451 例患者中,随机抽取了 70%(共 319 例)作为建模集,其余的剩 30%(132 例)则被分配到验证集。在建模集中,依据患者术后是否贫血分为两组,即贫血组和未贫血组。

三、统计学方法

应用 SPSS 22.0(IBM, 美国)统计软件,正态分布的数值变量使用 $\bar{x} \pm s$ 表示,而非正态分布的变量以中位数和四分位间距(IQR)进行描述。对于正态分布的连续性变量采用 t 检验进行分析,非正态分布的变量采用 Mann-Whitney U 检验。分类变量用数字和百分比(%)表示,并通过卡方或 Fisher 确切概率法分析。在研究中将单因素分析中 P 值小于 0.05 的变量进行 Logistic 回归分析,并采用逐步向后选择法明确最终纳入预测模型的变量。在此过程中, P 值小于 0.05 的标准表明差异具有统计学意义,增强了研究结果的可靠性。最终基于各变量对应的偏回归系数,我们构建一个用于预测老年股骨粗隆间骨折术后患者发生贫血的模型,并通过列线图对患者的风险进行可视化展示。同时为了验证本模型的有效性,我们利用 ROC 曲线下面积以及 Hosmer Lemeshow 检验对预测模型的效果进行了细致的评估。此外,在训练集及验证集中绘制决策曲线(Decision Curve Analysis, DCA)评价临床获益程度。 $P < 0.05$ 认为差异有统计学意义。

结 果

一、老年股骨粗隆间骨折相关贫血患者的基本临床特征

本研究评估了 125 例男性(27.7%)和 326 例女性(72.3%)患者的基本临床资料,手术治疗中有 152 例患者(占 33.7%)出现了贫血的症状。以老年股骨粗隆间骨折患者术后是否发生贫血作为因变量,以表 1 中的各观察指标为自变量进行统计分析,结果显示:年龄、性别、输血(术前、术后)、受伤机制等差异无统计学意义。住院天数、BMI、术中输血、ASA 评

表1 基线资料比较

项目	贫血组(<i>n</i> =152)	无贫血组(<i>n</i> =299)	<i>Z</i> / <i>t</i> / χ^2 值	<i>P</i> 值
年龄(岁, <i>IQR</i>)	80(75, 85)	82(75, 87)	-1.542	0.123
性别[例(%)]			1.303	0.151
男	37(24.3%)	88(29.4%)		
女	115(75.7%)	211(70.6%)		
住院天数(天, <i>IQR</i>)	12(10, 15)	11(9, 14)	-3.446	0.001
BMI(kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	24.22(22.11, 26.76)	23.88(20.76, 25.97)	-2.359	0.018
受伤机制[例(%)]			0.202	0.653
低能量损伤	146(96.1%)	291(97.3%)		
高能量损伤	6(3.9%)	8(2.7%)		
术前输血			0.127	0.399
有	70(46.1%)	143(47.8%)		
无	82(53.9%)	156(52.2%)		
术中输血[例(%)]			4.221	0.025
有	23(15.1%)	70(23.4%)		
无	129(84.9%)	229(76.6%)		
术后输血[例(%)]			0.063	0.446
有	110(72.4%)	213(71.2%)		
无	42(27.6%)	86(28.8%)		
ASA 评分[例(%)]			20.838	<0.001
1	19(12.5%)	30(10.0%)		
2	102(67.1%)	145(48.5%)		
3	18(11.8%)	85(28.4%)		
4	13(8.6%)	39(13.1%)		
入院Hb(g/L, $\bar{x} \pm s$)	109.47±16.03	103.91±16.46	-3.415	0.001
入院BNP(pg/mL, <i>IQR</i>)	41.5(23.5, 95.0)	66.0(30.0, 134.0)	-3.488	<0.001
LVEF(% , <i>IQR</i>)	62.5(60.0, 68.0)	62.0(59.0, 66.0)	-2.159	0.031

注: BMI 体重指数, ASA 美国麻醉医师协评分, Hb 血红蛋白, BNP B 型利钠肽, LVEF 左室射血分数

表2 老年股骨粗隆间骨折术后贫血危险因素的单因素分析

	<i>B</i>	<i>SE</i>	<i>Wald</i>	<i>OR</i> (95% <i>CI</i>)	<i>P</i> 值
性别					
男	-0.589	0.285	4.271	0.555(0.318, 0.970)	0.039
女	1				
住院天数	0.099	0.031	10.496	1.104(1.04, 1.173)	0.031
BMI	0.043	0.03	2.102	1.044(0.985, 1.106)	0.030
术中输血					
有	-0.327	0.3	1.189	0.721(0.401, 1.298)	0.276
无	1				
ASA 评分	-0.432	0.157	7.563	0.649(0.478, -0.883)	0.006
入院Hb	0.02	0.008	6.915	1.021(1.005, 1.036)	0.009
入院BNP	-0.004	0.002	7.121	0.996(0.993, 0.999)	0.008
LVEF	0.065	0.023	8.152	1.067(1.021, 1.116)	0.004

注: *B*: 回归系数; *SE*: 标准误差; *Wald*: 检验统计量; *OR*: 比值比; *CI*: 可信区间

表3 老年股骨粗隆间骨折术后贫血危险因素的多因素 logistic 回归分析

项目	<i>B</i>	<i>SE</i>	<i>Wald</i>	<i>OR</i> (95% <i>CI</i>)	<i>P</i> 值
性别					
男	-0.698	0.309	5.091	0.498(0.272-0.912)	0.024
女				1	
住院天数	0.128	0.034	14.076	1.137(1.063-1.216)	<0.001
ASA 评分	-0.245	0.17	2.08	0.783(0.561-1.092)	0.149
入院Hb	0.024	0.009	7.964	1.024(1.007-1.041)	0.005
入院BNP	-0.003	0.002	4.16	0.997(0.993-0.999)	0.041
LVEF	0.049	0.024	3.986	1.050(1.001-1.102)	0.046

注: *B*: 回归系数; *SE*: 标准误差; *Wald*: 检验统计量; *OR*: 比值比; *CI*: 可信区间

分、入院Hb、入院BNP、LVEF 差异均具有统计学意义($P<0.05$), 见表1。

二、单因素分析

根据表1统计结果, 将具有统计学差异的因素进行单因素 logistic 回归分析, 结果显示: 住院天数、BMI、术中输血史、ASA、入院Hb、入院BNP、LVEF 有统计学差异($P<0.05$), 见表2。此外, 既往研究表明, 女性术前及术后Hb均值均低于男性, 差异有统计学意义^[12]。因此, 本研究将性别作为特异性指标纳入单因素分析。

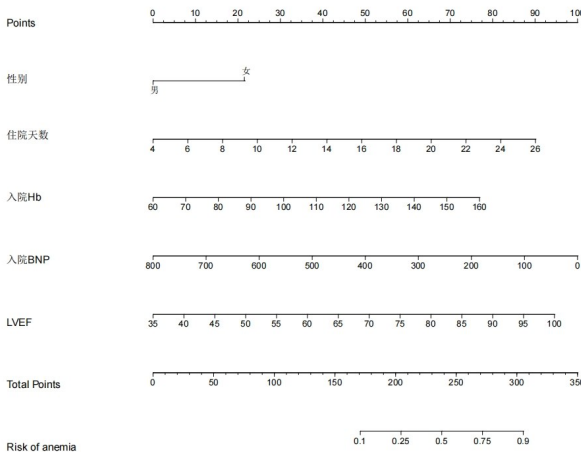
三、多因素分析

将单因素分析中有统计学意义的指标作为自变量, 分类资料赋值[性别(0=女; 1=男)、术中输血史(0=无; 1=有)、ASA 评分(1=1; 2=2; 3=3; 4=4)], 计量资料(住院天数、BMI、入院Hb、入院BNP、LVEF) 原值录入。经多因素回归分析表明, 性别、住院天

数、入院Hb、入院BNP、LVEF 是老年股骨粗隆间患者术后贫血的影响因素($P<0.05$), 见表3。

四、术后贫血的预测模型的构建

根据以上多因素 logistic 分析结果, 建立预测模型 $\text{Logit}(P) = -0.698 \times \text{性别} + 0.128 \times \text{住院天数} + 0.024 \times \text{入院Hb} - 0.003 \times \text{入院BNP} + 0.049 \times \text{LVEF} - 6.896$ 。图1 显示了老年股骨粗隆间骨折患者手术后贫血的风险图。利用训练集最终筛选出的7个变量构建术后贫血的预测模型, 其中, 各因素分值相加即为总分数,



注: A 建模集, B 验证集

图1 老年股骨粗隆间骨折患者发生贫血 nomogram 模型

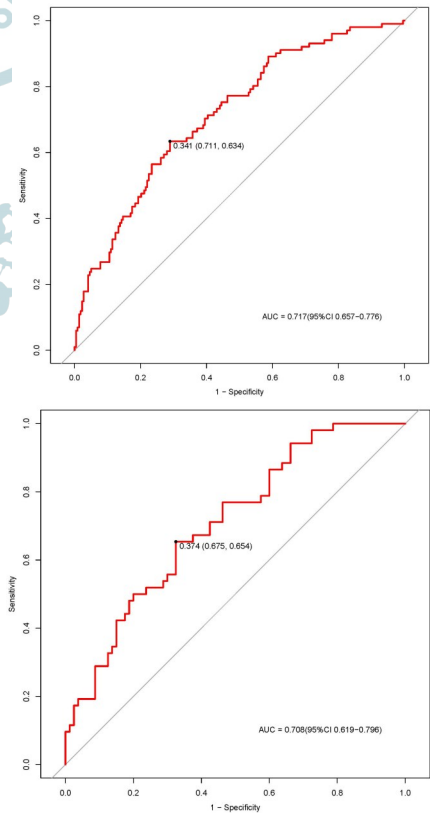
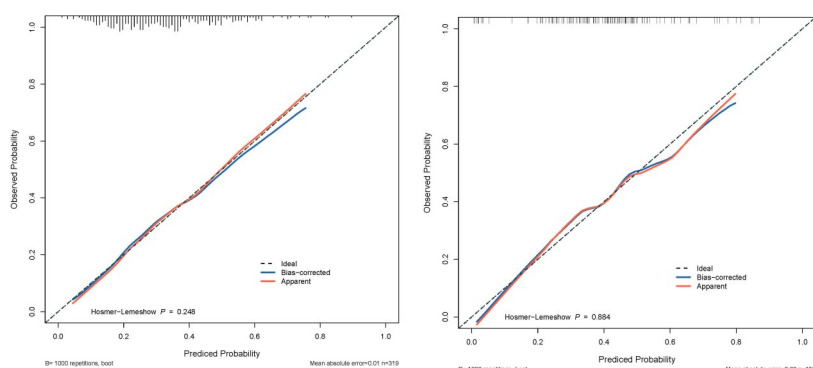
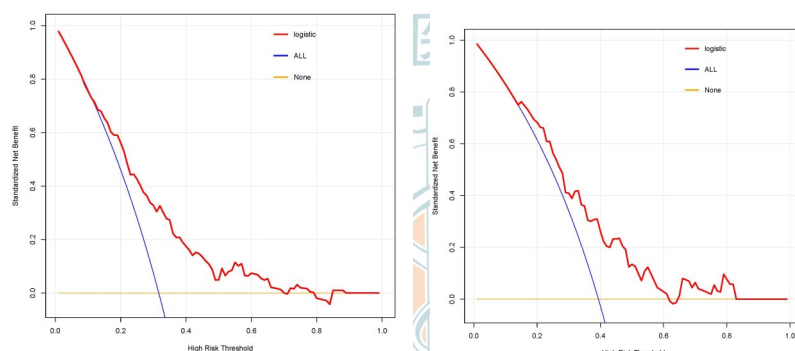


图2 模型预测老年股骨粗隆间骨折患者术后贫血风险的ROC 曲线



注: A 建模集, B 验证集

图3 模型预测老年股骨粗隆间骨折患者术后贫血风险的校准曲线



注: A 建模集, B 验证集

图4 模型预测老年股骨粗隆间骨折患者术后贫血风险的决策曲线

总分数垂直向下的对应值即为术后贫血风险。模型中以每个变量做垂线对应列线图总分轴上的相应点,即为该变量得分,各变量合计分值之和,做垂线对应列线图预测概率轴上的相应点可得到预测概率值,即为贫血风险的预测值。

五、预测模型的验证

该模型预测的 ROC 曲线下面积为 0.717(95% CI: 0.657, 0.776), 训练集模型截断值为 0.341, 灵敏度为 0.634, 特异性为 0.711, 建模集的约登指数为 0.345; 验证集的数据用于模型的内部验证, 预测老年股骨粗隆间骨折患者术后贫血的模型的 ROC 曲线下面积为 0.708(95% CI: 0.619, 0.796), 验证集模型的截断值为 0.374, 灵敏度为 0.654, 特异性为 0.675, 约登指数为 0.329, 预测准确性良好, 见图2。通过使用 Bootstrap 法, 行 1 000 次抽样验证列线图模型, 训练集和验证集的校准曲线显示, 校准预测曲线与理想曲线拟合良好, 表明该模型的预测准确率较高, 见图3。同时, DCA 显示, 训练集和验证集均有较高的正净增益, 表明该模型具有较好的临床应用价值。决策曲线分析表明, 建模集和验证集的临

界概率分别为 0%至 70%和 0%至 62%, 患者净获益高于无干预和所有干预的极端曲线, 表明该模型具有临床实用性, 见图4。

一、老年股骨粗隆间骨折术后贫血率发生较高

IFF 是临床常见的骨折性疾病, 随着年龄的増长, IFF 的患病率也呈明显上升趋势^[13]。IFF 的患者在接受手术后出现贫血可能会引发一系列潜在的危害影响健康^[14, 15]。贫血可能导致患者体力不足、乏力, 从而影响康复过程, 使康复变得更加困难, 甚至会导致死亡。此外, 贫血可能延缓伤口的愈合速度, 增加术后并发症的风险, 影响生活质量, 并加重心脏负担。另外还有研究表明^[9, 10], 贫血可能延长恢复所需时间, 影响心血管系统的功能, 以及免疫系统的抵抗力。因此, 及时识别术后贫血问题非常重要。本研究收集建模集老年股骨粗隆间骨折患者 451 例, 其中 152 例在术后期间发生了贫血, 占 33.7%。

二、老年股骨粗隆间骨折患者术后发生贫血的

影响因素分析

本研究显示,性别、住院天数、入院Hb、入院BNP、LVEF是老年股骨粗隆间患者术后贫血的影响因素($P<0.05$)。

本研究发现,女性患者在术后贫血比例的发生风险上明显高于男性($OR=0.498$, $95\% CI: 0.272, 0.912$),这一发现与既往研究^[16-18]的结果形成了一致,这一性别的差异机制可能与岳睿,李征等^[19, 20]研究中女性患者雌激素水平较高有关,这种高激素状态使得女性在围手术期处于高凝状态,导致进入骨髓腔的红细胞难以有效回到体循环中,从而引发隐性失血的增加。然而目前关于性别在术后贫血风险方面的研究缺乏明确的机制及结论。总体而言,尽管我们推测雌激素水平和高凝状态与女性患者的术后贫血风险密切相关,但仍需更多的研究来验证这些假设,以期临床提供更为清晰的指导。本研究表明老年股骨粗隆间骨折患者,住院天数长($OR=1.137$, $95\% CI: 1.063, 1.216$)与贫血相关,这与之前的研究结果:贫血患者大多住院时间延长具有一致性^[21, 22];同时,本研究发现入院时Hb越高($OR=1.024$, $95\% CI: 1.007, 1.041$)的患者,术后越容易贫血,可能原因是与忽略该类患者引起贫血相关措施有关;与本研究相关的还有入院BNP水平($OR=0.997$, $95\% CI: 0.993, 0.999$),其机制可能为,在心力衰竭患者中,当心肌受到损害时,心室壁压力和张力会显著增加,从而导致心室负荷的加重。这些变化促使体内产生并释放大量的BNP。机体内BNP地出现了代偿性的增高,以期减轻心脏的压力负荷^[23]。值得注意的是,贫血和心力衰竭之间存在相互影响的关系,两者可以互为因果^[24],因此,BNP水平作为评估贫血的重要指标,在贫血的诊断、治疗及预后判断上有显著临床价值。综上所述,BNP水平的变化不仅能为贫血的评估提供关键数据,还证明了贫血与心衰之间存在着密切的因果关系。此外,LVEF高($OR=1.050$, $95\% CI: 1.001, 1.102$)也为贫血的危险因素,这与Adams等^[25]发现:贫血与心力衰竭的射血分数有关,贫血患病率随着射血分数升高有增加趋势的结论相一致,贫血存在于心脏重塑更严重、左心室肥大、左心室肥厚和右心室负荷增加的患者中就证明了这一点,且与心脏舒张功能障碍相关的指标在贫血组中升高更明显,表明贫血组的左心室舒张功能更差^[26]。

三、构建的老年股骨粗隆间患者术后贫血预测模型的预测效能较好

本研究通过大规模数据分析,建立了老年股骨粗隆间骨折术后患者贫血风险预测模型。建模组的ROC曲线下面积为0.717,验证组的ROC曲线下面积为0.708,仅下降了0.009,说明贫血风险预测模型对老年股骨粗隆间骨折术后患者术后发生贫血有较好的识别能力,准确率较高。此外,在校准检验中, P 值分别为0.248和0.944,均大于0.05,说明老年股骨粗隆间骨折术后患者发生贫血的概率与实际发生率接近,即预测模型的校准效果较好。由于预测模型的数学公式复杂繁琐,研究人员在模型的基础上绘制了列线图,将其直观地呈现出来,方便临床应用,使模型具有一定的科学性和实用性。同时,研究人员对训练集和验证集绘制了临床决策曲线,以评估模型的潜在获益。决策曲线分析结果表明,建模集和验证集的临界概率分别在0%至70%和0%至62%的风险阈值范围内,列线图的评估结果表明,患者可从贫血中获益。

四、本文局限性

本研究属于回顾性的病例对照研究,其设计及实施过程中可能面临多种限制,首先回顾性研究依赖于已有的医疗护理记录,存在病史记录不完整、错误或缺失的情况,这将直接影响研究结果的可信度。此外,收集患者资料可能不够全面,这导致信息偏倚,从而进一步影响研究结论的客观性。其次,老年股骨粗隆间骨折术后贫血的发生与多种因素息息相关,然而在本研究所拟建模型可能未能充分考虑到生活方式、运动等重要消息。这种缺失也可能导致结果的偏差。再者,本研究中仅限于一所医院的患者,因而研究结果可能难以代表所在地区所有患者的情况可能存在地区性限制,因此在未来的研究中,需要进一步验证这一模型的推广与应用价值。最后,虽然本研究的样本量相对较大,但尚未进行外部验证,存在模型过拟合的风险,这些风险均提示我们在解读研究结果时需格外谨慎。因此,可以得出结论,尽管本研究提供了一定的参考价值,但仍存在信息偏倚、样本代表性不足及模型验证缺失等不足之处,未来的研究需要针对这些问题进行修正,以验证模型的推广应用价值。

综上所述,基于性别、住院天数、入院Hb、入院BNP、LVEF构建预测老年股骨粗隆间骨折术后贫血的列线图模型对于老年股骨粗隆间骨折术后贫血的预测价值较好,可辨识术后老年粗隆间骨折术后贫血高危患者。医师和护理人员可利用该模型对术后

贫血进行术后风险筛查,加强对老年股骨粗隆间骨折患者的贫血管理,实施有针对性的精准干预,减少术后贫血带来的不良后果、减少患者住院费用以及并发症,从而改善老年股骨粗隆间骨折患者的手术预后。

参 考 文 献

- 1 Chang SM, Hou ZY, Hu SJ, et al. Intertrochanteric femur fracture treatment in Asia: what we know and what the world can learn [J]. *Orthopedic Clinics of North America*, 2020, 51(2): 189-205.
- 2 赵清斌,肖伟,阿布都艾尼·热吾提,等.空心螺钉捆绑带结合半髌关节置换治疗高龄粗隆间骨折的近期疗效[J].*中华老年骨科与康复电子杂志*, 2020, 6(2): 88-93.
- 3 刘大伟,牛帅.老年粗隆间骨折后发生下肢深静脉血栓的多因素分析[J].*中华老年骨科与康复电子杂志*, 2020, 6(3): 128-135.
- 4 Bouyer B, Leroy F, Rudant J, et al. Burden of fractures in France: incidence and severity by age, gender, and site in 2016 [J]. *Int Orthop*, 2020, 44(5): 947-955.
- 5 Vochteloo AJH, Borger van der Burg BLS, Mertens BJA, et al. Outcome in hip fracture patients related to anemia at admission and allogeneic blood transfusion: an analysis of 1262 surgically treated patients [J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2011, 12: 262.
- 6 Smilowitz NR, Oberweis BS, Nukala S, et al. Association between anemia, bleeding, and transfusion with long-term mortality following noncardiac surgery [J]. *Am J Med*, 2016, 129(3): 315-23.e2.
- 7 周宗科,翁习生,孙天胜,等.中国骨科手术加速康复——围术期血液管理专家共识[J].*中华骨与关节外科杂志*, 2017, 10(1): 1-7.
- 8 Karkouti K, Wijeyesundera DN, Beattie WS. Risk associated with preoperative anemia in cardiac surgery: a multicenter cohort study [J]. *Circulation: An Official Journal of the American Heart Association*, 2008, 117(4): 478-484.
- 9 Musallam KM, Tamim HM, Richards T, et al. Preoperative anaemia and postoperative outcomes in non-cardiac surgery: a retrospective cohort study [J]. *Lancet*, 2011, 378(9800): 1396-1407.
- 10 Luo XP, He SQ, Li ZA, et al. Quantification and influencing factors of perioperative hidden blood loss during intramedullary fixation for intertrochanteric fractures in the elderly [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2020, 140(10): 1339-1348.
- 11 高婷. PDCA 护理管理对白血病患者经外周静脉置入中心静脉导管护理效果的影响——评《血液病诊断及疗效标准(第4版)》[J]. *中国医药*, 2021, 16(2): 后插1.
- 12 苏志超. 氨甲给药途径对老年股骨粗隆间骨折围手术期隐性失血的影响研究 [Z], 2023.
- 13 Mascoe JE, Herickhoff PK. Conservative treatment of a nondisplaced intertrochanteric femur fracture: a case report and review of the literature [J]. *Iowa Orthop J*, 2021, 41(2): 91-94.
- 14 张义,惠文强. 高龄股骨粗隆间骨折 PFNA 术后个体化康复临床观察 [J]. *中国处方药*, 2021, 19(7): 158-159.
- 15 Foss NB, Kristensen MT, Kehlet H. Anaemia impedes functional mobility after hip fracture surgery [J]. *Age Ageing*, 2008, 37(2): 173-178.
- 16 中国康复技术转化及发展促进会肌肉骨骼运动康复技术转化专业委员会,中国医疗保健国际交流促进会骨科分会关节学组,中国研究型医院学会关节外科学专业委员会,等.中国骨科手术围手术期贫血诊疗指南 [J]. *中华骨与关节外科杂志*, 2019, 12(11): 833-840.
- 17 李海东,王宇仁,杨越华,等.防治老年股骨转子间骨折隐性失血对术后功能恢复影响的随机对照研究 [J]. *中华创伤骨科杂志*, 2011, 13(2): 125-129.
- 18 Smeets SJM, Verbruggen JPAM, Poeze M. Effect of blood transfusion on survival after hip fracture surgery [J]. *Eur J Orthop Surg Traumatol*, 2018, 28(7): 1297-1303.
- 19 岳睿,李晓玉,杨明辉,等.老年髋部骨折患者围手术期输血和危险因素 [J]. *首都医科大学学报*, 2021, 42(4): 629-634.
- 20 李征,曹光磊,沈惠良.全膝关节置换术的隐性失血及影响因素分析 [J]. *中华创伤杂志*, 2010, 26(9): 831-834.
- 21 Sinclair RCF, Moppett IK, Gillies MA. Patient blood management and hip fracture [J]. *Anaesthesia*, 2021, 76(3): 417-418.
- 22 Abdullah HR, Sim YE, Hao Y, et al. Association between preoperative anaemia with length of hospital stay among patients undergoing primary total knee arthroplasty in Singapore: a single-centre retrospective study [J]. *BMJ Open*, 2017, 7(6): e016403.
- 23 Salah K, Stienen S, Pinto YM, et al. Prognosis and NT-proBNP in heart failure patients with preserved fraction versus reduced ejection [J]. *Heart*, 2019, 105(15): 1182-1189.
- 24 赵健,刘平,赵艳芳,等.老年慢性心力衰竭患者贫血与心功能关系的探讨 [J]. *中华老年心脑血管病杂志*, 2009, 11(11): 843-846.
- 25 Adams KFJ, Piña IL, Ghali JK, et al. Prospective evaluation of the association between hemoglobin concentration and quality of Life in patients with heart failure [J]. *Am Heart J*, 2009, 158(6): 965-971.
- 26 朱剑,边素艳,刘姗姗,等.老年射血分数保留的心力衰竭合并贫血患者心脏结构及功能分析 [J]. *中华老年多器官疾病杂志*, 2023, 22(1): 19-23.

(收稿日期:2024-01-25)

(本文编辑:吕红芝)

王贝贝,崔振义,王静,等.老年股骨粗隆间骨折患者术后贫血预测模型的构建与验证 [J/CD]. *中华老年骨科与康复电子杂志*, 2024, 10(6): 355-362.