

## 髋关节翻修后低蛋白血症的危险因素及列线图预测模型建立

陈俊峰<sup>1</sup>, 谢荣臻<sup>2</sup>, 洪尉师<sup>3</sup>, 孙钰<sup>3</sup><https://doi.org/10.12307/2024.646>

投稿日期: 2023-06-25

采用日期: 2023-08-30

修回日期: 2023-10-22

在线日期: 2023-11-08

中图分类号:

R459.9; R318; R687.4

文章编号:

2095-4344(2024)30-04837-05

文献标识码: A

## 文章快速阅读: 髋关节翻修患者围术期低蛋白血症的危险因素

探究髋关节翻修术后低蛋白血症发生可能的原因及预警因素并建立相关预测模型显得尤为重要。

纳入 161 例符合标准的髋关节翻修患者, 分为低蛋白血症组 (76 例) 和正常组 (85 例)。

分别采用独立样本 t 检验、卡方检验以及二元 logistic 回归分析得到独立危险因素, 再利用 R 软件以此构建列线图预测模型。

根据体质量指数、手术时间、术前红细胞和术前 C-反应蛋白这 4 个独立危险因素构建的列线图预测模型具有良好的区分度和准确性, 并可能为患者带来更好的临床净收益。

## 文题释义:

**髋关节翻修:** 是在经过初次人工髋关节置换术后, 因假体松动、假体周围骨折、假体周围感染等原因导致需要对既往安装的人工关节假体进行重新翻修、更换的一种手术方式, 其手术难度远大于初次关节置换。

**列线图:** 又称诺莫图, 它是建立在多因素回归分析的基础上, 将多个预测指标进行整合, 然后采用带有刻度的线段, 按照一定的比例绘制在同一平面上, 从而用以表达预测模型中各个变量之间的相互关系。列线图将复杂的回归方程转变为可视化的图形, 使预测模型的结果更具有可读性, 方便对患者进行评估。

## 摘要

**背景:** 髋关节翻修术创伤大, 患者术后低蛋白血症发生率高, 影响患者术后快速康复。

**目的:** 探讨髋关节翻修患者围术期发生低蛋白血症的危险因素, 为临床上早期甄别术后高风险低蛋白血症患者提供指导意义。

**方法:** 按照纳入及排除标准共纳入行髋关节翻修术患者 161 例, 根据术后是否出现低蛋白血症分为 2 组, 低蛋白血症组 76 例, 正常组 85 例, 术后低蛋白血症发生率为 47.2%。收集两组患者年龄、性别、体质量指数、骨质疏松、手术时间、术前红细胞、术前血红蛋白、术前白细胞、术前血小板、术前纤维蛋白原、术前 C-反应蛋白、术前血沉、术前血钙、术前白蛋白、术后引流管放置情况、美国麻醉师协会评分、术后发生低蛋白血症情况等资料, 利用 SPSS 软件进行多因素二元 Logistic 回归分析探讨导致髋关节翻修患者术后低蛋白血症的独立危险因素; 通过 R 软件构建列线图预测模型, 并绘制出受试者工作特征曲线、校准曲线以及决策曲线分析来评价模型。

**结果与结论:** ①单因素分析结果显示, 两组体质量指数、术前红细胞、术前血红蛋白、术前血小板、术前纤维蛋白原、术前 C-反应蛋白以及手术时间方面差异有显著性意义 ( $P < 0.05$ ); ②多因素二元 Logistic 回归分析结果显示, 体质量指数 ( $OR=0.859, P=0.021$ )、手术时间 ( $OR=1.010, P=0.002$ )、术前红细胞 ( $OR=0.424, P=0.036$ ) 以及术前 C-反应蛋白 ( $OR=1.043, P=0.032$ ) 水平是影响髋关节翻修患者术后低蛋白血症的独立危险因素; ③提示根据体质量指数、手术时间、术前红细胞和术前 C-反应蛋白这 4 个独立危险因素, 列线图可以有效预测髋关节翻修患者术后发生低蛋白血症的风险; 该列线图预测模型具有良好的区分度和准确性, 并可能为患者带来更好的临床净收益。

**关键词:** 髋关节翻修术; 低蛋白血症; 危险因素; 列线图; 预测模型

## Risk factors and establishment of a nomogram prediction model for hypoproteinemia after hip revision

Chen Junfeng<sup>1</sup>, Xie Rongzhen<sup>2</sup>, Hong Weishi<sup>3</sup>, Sun Yu<sup>3</sup>

<sup>1</sup>School of Medicine, Yangzhou University, Yangzhou 225000, Jiangsu Province, China; <sup>2</sup>School of Medicine and Technology, Zunyi Medical University, Zunyi 563000, Guizhou Province, China; <sup>3</sup>Department of Orthopedics, Northern Jiangsu People's Hospital Affiliated to Yangzhou University, Yangzhou 225000, Jiangsu Province, China

Chen Junfeng, Chief physician, School of Medicine, Yangzhou University, Yangzhou 225000, Jiangsu Province, China

**Corresponding author:** Sun Yu, MD, Associate chief physician, Department of Orthopedics, Northern Jiangsu People's Hospital Affiliated to Yangzhou University, Yangzhou 225000, Jiangsu Province, China

## Abstract

**BACKGROUND:** The high rate of postoperative hypoproteinemia in patients undergoing hip revision is associated with severe trauma, which affects the rapid recovery of patients.

**OBJECTIVE:** To investigate the risk factors of perioperative hypoproteinemia in patients with hip revision, and to provide guidance for early screening of high-risk patients with postoperative hypoproteinemia.

<sup>1</sup>扬州大学医学院, 江苏省扬州市 225000; <sup>2</sup>遵义医科大学医学与科技学院, 贵州省遵义市 563000; <sup>3</sup>扬州大学附属苏北人民医院骨科, 江苏省扬州市 225000

第一作者: 陈俊峰, 男, 1976 年生, 湖北省天门市人, 汉族, 2000 年华中科技大学同济医学院毕业, 主任医师, 主要从事关节及运动医学方面的研究。

通讯作者: 孙钰, 博士, 副主任医师, 扬州大学附属苏北人民医院骨科, 江苏省扬州市 225000

<https://orcid.org/0009-0006-1133-1130> (陈俊峰)

引用本文: 陈俊峰, 谢荣臻, 洪尉师, 孙钰. 髋关节翻修后低蛋白血症的危险因素及列线图预测模型建立 [J]. 中国组织工程研究, 2024, 28(30):4837-4841.



**METHODS:** According to the inclusion and exclusion criteria, 161 patients who underwent hip revision were divided into hypoproteinemia group (76 cases) and normal group (85 cases). The rate of hypoproteinemia was 47.2%. Data such as age, gender, body mass index, osteoporosis, operation time, preoperative erythrocytes, preoperative hemoglobin, preoperative leukocytes, preoperative platelets, preoperative fibrinogen, preoperative C-reaction protein, preoperative sedimentation rate, preoperative blood calcium, preoperative albumin, postoperative drainage tube placement, American Society of Anesthesiologists score, and postoperative hypoproteinemia were collected. SPSS software was used to analyze the independent risk factors of hypoproteinemia after hip revision using multivariate binary logistic regression analysis. R software was used to construct the nomogram prediction model. Receiver operating characteristic curve and calibration curve and decision curve were drawn to evaluate the model.

**RESULTS AND CONCLUSION:** (1) Univariate analysis results showed that body mass index, preoperative erythrocytes, preoperative hemoglobin, preoperative platelets, preoperative fibrinogen, preoperative C-reaction protein, and operation time were significantly different between the two groups ( $P < 0.05$ ). (2) Multivariate binary Logistic regression analysis results showed that body mass index ( $OR=0.859, P=0.021$ ), operation time ( $OR=1.010, P=0.002$ ), preoperative erythrocytes ( $OR=0.424, P=0.036$ ), and preoperative C-reaction protein ( $OR=1.043, P=0.032$ ) levels were independent risk factors for postoperative hypoproteinemia in patients with hip revision. (3) Based on four independent risk factors: body mass index, operation time, preoperative erythrocytes and preoperative C-reaction protein, the nomogram can effectively predict the risk of hypoproteinemia after hip revision. This nomogram prediction model has good differentiation and accuracy, and may lead to better clinical net benefits for patients.

**Key words:** hip revision; hypoproteinemia; risk factor; nomogram; prediction model

**How to cite this article:** CHEN JF, XIE RZ, HONG WS, SUN Y. Risk factors and establishment of a nomogram prediction model for hypoproteinemia after hip revision. *Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu*. 2024;28(30):4837-4841.

## 0 引言 Introduction

自 Philip Wilesti 于 1938 年首次提出全髋关节置换术以来, 苦不堪言的髋关节疾病患者终于得见一丝曙光。与内固定相比, 全髋关节置换能促进术后早期下床活动, 从而在术后获得更好的功能预后<sup>[1]</sup>。目前全髋关节置换已成为许多患有终末期髋关节疾病老年患者的首要选择<sup>[2-3]</sup>。在为患者解决痛苦的同时, 全髋关节置换可能导致的并发症亦不容忽视<sup>[4]</sup>。

据报道, 低蛋白血症的发生率在初次行人工全髋关节置换患者中为 15%–30%<sup>[5-7]</sup>, 而该情况在髋关节翻修患者中更是大多超过了 50%<sup>[8]</sup>。众多研究发现, 低蛋白血症与患者术后发生切口感染、脓毒症、肺部感染、心肌梗死等其他不良事件的风险息息相关<sup>[9-12]</sup>, 这不仅给患者带来了巨大的痛苦也给国内相对紧张的医疗资源以及个人经济负担带来了巨大挑战<sup>[13-14]</sup>。因此探究其发生可能的原因及预警因素, 从而早期实施干预, 进而避免上述并发症的发生就显得尤为重要。而作者查阅文献发现目前尚缺乏相关预测模型来指导临床医师, 因此, 此次研究旨在通过回顾性分析确定可能导致髋关节翻修患者术后出现低蛋白血症的独立危险因素并建立相关列线图预测模型, 希望为改善这一临床现状提供一定的指导意义。

## 1 对象和方法 Subjects and methods

**1.1 设计** 回顾性分析, 通过独立样本  $t$  检验及卡方检验初步筛选因素, 然后通过二元 logistic 回归确定独立危险因素, 最终用 R 软件绘制可视化列线图预测模型。

**1.2 时间及地点** 试验于 2012 年 8 月至 2023 年 6 月在扬州大学附属苏北人民医院关节外科完成。

**1.3 材料** 植入物介绍见表 1。

**1.4 对象** 遵循纳入与排除标准, 此次研究共纳入 2012 年 8 月至 2021 年 12 月于苏北人民医院关节外科行髋关节翻修术的患者 161 例, 其中男 68 例、女 93 例, 年龄 46–89 岁。根据髋关节翻修术后 7 d 内白蛋白水平是否低于 30 g/L 而将患者分为 2 组, 其中低蛋白血症组 76 例, 占比 47.2%; 正常组 85 例, 占比 52.8%。

**纳入标准:** ①综合病史及检查结果等, 具有手术指征且

表 1 | 植入物的材料学特征

Table 1 | Material characteristics of implants

指标	人工关节假体
生产厂家	天津正天医疗器械有限公司
型号	SQKA- I
批准号	国械注准 20183130522
性能结构	优
材质	股骨头、髋臼外杯及髋臼螺钉为钛合金; 髋臼内衬为超高分子量聚乙烯; 球头和双动金属杯外杯为钴铬钼合金
适应证	股骨颈骨折; 股骨头坏死; 骨性关节炎等导致的需要行全髋 / 半髋关节置换术
生物相容性	优
产品标注的不良反应	假体组件移位或松动; 假体疲劳性断裂; 早期或晚期感染; 周围神经病变; 骨质溶解

无手术禁忌证者; ②年龄 > 18 岁; ③肝肾功能无异常; ④病历资料信息真实完整。

**排除标准:** ①术前低蛋白血症者; ②患有甲亢、甲减等代谢性疾病者; ③患有结核、肿瘤等消耗性疾病者; ④患有消化道疾病导致消化吸收功能障碍者。

此次研究根据《赫尔辛基宣言》进行, 并经扬州大学附属苏北人民医院伦理委员会批准 (批号: 2021ky298)。所有患者对治疗方案均知情同意。

**1.5 方法** 所有患者均由同一主刀医生完成髋关节翻修术, 麻醉方式采用全身麻醉或椎管内麻醉, 术中患者采取侧卧位, 选择后外侧入路, 逐层切开皮肤、筋膜、肌肉以及关节囊。截骨后取出股骨头并安装新的髋关节假体, 复位关节后冲洗手术野并关闭关节腔, 局部注射氨甲环酸止血, 逐层关闭切口, 伤口贴敷贴保护。术后采用抗生素及低分子肝素钠预防感染及下肢深静脉血栓<sup>[15]</sup>。患者术后住院期间饮食采用营养师专门配比, 以保证营养摄入。

**1.6 主要观察指标** 采集患者性别、年龄、体质量指数、骨质疏松情况、手术时间、术前红细胞、术前白细胞、术前血红蛋白、术前纤维蛋白原、术前血小板、术前 C-反应蛋白、术前血沉、术前血钙、术前白蛋白、术后引流管放置情况、美国麻醉师协会 (American Society of Anesthesiologists, ASA) 评分以及术后发生低蛋白血症情况等资料。术前血红蛋白水平评估标准为: 男性正常血红蛋白  $\geq 120$  g/L, 偏低血红蛋白 < 120 g/L; 女性正常血红蛋白  $\geq 110$  g/L, 偏低血红蛋白 <

110 g/L; 骨密度检查结果中 T 值 < -2.5 被定义为骨质疏松。  
1.7 统计学分析 使用 SPSS 26.0 软件对收集的数据进行统计学分析。首先对纳入样本进行正态性分布检验, 符合正态分布的计量资料用  $\bar{x} \pm s$  表示, 组间比较用独立样本 t 检验。而计数资料以例数表示, 组间的比较用  $\chi^2$  检验。随后将上述分析中有统计学意义的因素使用二元 logistic 回归分析, 找出影响髋关节翻修患者出现术后低蛋白血症的独立危险因素。最后将得到的独立危险因素作为自变量利用 R 软件 (4.1.1) 构建髋关节翻修术后低蛋白血症的列线图预测模型, 并绘制其受试者工作特征曲线、校准曲线和决策分析曲线<sup>[16]</sup>, 以此来评估列线图模型的区分度、准确度以及患者所能获得的临床净收益。其中  $P < 0.05$  被定义为有统计学意义。文章统计学方法已经扬州大学附属苏北人民医院生物统计学专家审核。

## 2 结果 Results

2.1 参与者数量分析 此次研究共纳入髋关节翻修患者 161 例, 其中低蛋白血症组 76 例, 正常组 85 例。

2.2 试验流程图 见图 1。

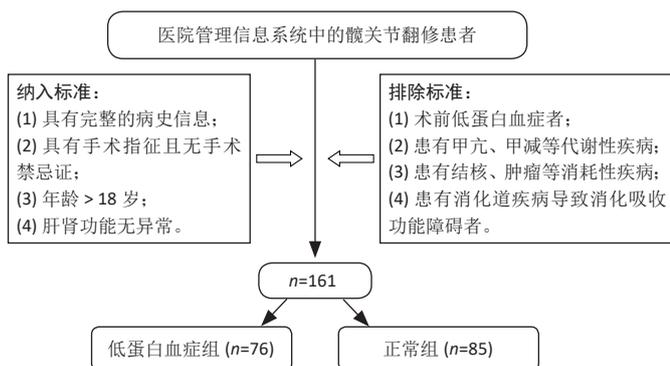


图 1 | 试验流程图

Figure 1 | Trial flow chart

2.3 因素筛选结果 分别通过独立样本 t 检验以及卡方检验对计量资料和计数资料进行分析得到: 低蛋白血症组与正常组在年龄、性别、ASA 评分、术后引流管放置情况、术前血沉、术前白细胞以及是否伴有骨质疏松方面差异无显著性意义 ( $P > 0.05$ ), 而在体质量指数、手术时间、术前红细胞、术前血小板、术前纤维蛋白原、术前 C- 反应蛋白以及术前血红蛋白方面差异有显著性意义 ( $P < 0.05$ ), 计量资料及计数资料的对比分别见于表 2, 3。

表 2 | 两组患者不同计量资料间独立样本 t 检验分析结果 (x̄±s)  
Table 2 | Analysis results of independent sample t-test between two groups of different measurement data

影响因素	正常组 (n=85)	低蛋白血症组 (n=76)	t 值	P 值
年龄 (岁)	68.58±8.26	68.76±10.61	-0.124	0.902
体质量指数 (kg/m <sup>2</sup> )	24.06±3.02	22.50±2.91	3.336	0.001
手术时间 (min)	156.65±54.47	182.42±65.09	-2.734	0.007
术前红细胞 (×10 <sup>12</sup> L <sup>-1</sup> )	4.36±0.64	3.98±0.59	3.956	< 0.001
术前血小板 (×10 <sup>9</sup> L <sup>-1</sup> )	186.94±55.98	209.59±73.85	-2.206	0.029
术前纤维蛋白原 (g/L)	3.62±0.80	4.03±1.18	-2.580	0.011
术前 C- 反应蛋白 (mg/L)	5.05±7.82	14.99±22.80	-3.615	< 0.001
术前血沉 (mm/h)	27.29±23.09	35.13±29.69	-1.854	0.066
术前白细胞 (×10 <sup>9</sup> L <sup>-1</sup> )	6.13±1.57	6.24±1.50	-0.460	0.646

表 3 | 两组患者不同计数资料间卡方检验分析结果 (n/%)  
Table 3 | Chi-square test analysis results between two groups of different count data

影响因素	正常组 (n=85)	低蛋白血症组 (n=76)	$\chi^2$ 值	P 值
性别			0.981	0.322
女	46/54	47/62		
男	39/46	29/38		
引流管			0.299	0.585
无	28/33	22/29		
有	57/67	54/71		
美国麻醉师协会评分			1.789	0.181
< 3 分	61/72	47/62		
≥ 3 分	24/28	29/38		
骨质疏松			0.496	0.481
正常	29/34	22/29		
骨质疏松	56/66	54/71		
术前血红蛋白			7.822	0.005
正常	13/15	26/34		
较低	72/85	50/66		

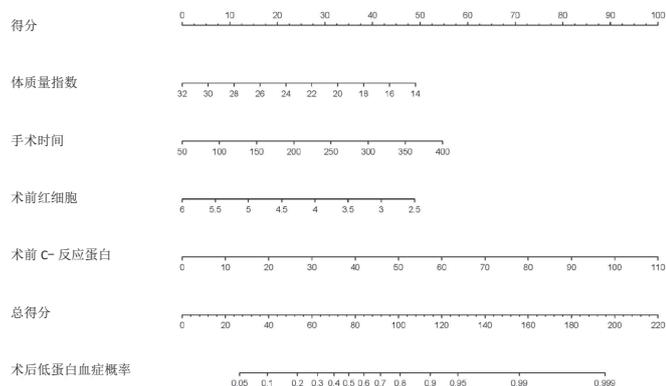
表注: 男性正常血红蛋白 ≥ 120 g/L, 偏低血红蛋白 < 120 g/L; 女性正常血红蛋白 ≥ 110 g/L, 偏低血红蛋白 < 110 g/L; 骨密度检查结果中 T 值 < -2.5 被定义为骨质疏松。

2.4 二元 logistic 回归分析结果 将上述具有统计学意义的 7 个变量作为自变量, 是否发生术后低蛋白血症这一结局为因变量, 进行二元 logistic 回归分析。结果显示, 体质量指数、手术时间、术前红细胞以及术前 C- 反应蛋白与术后低蛋白血症的发生密切相关, 有统计学意义 ( $P < 0.05$ ), 见表 4。

表 4 | 二元 logistic 回归分析结果  
Table 4 | Binary logistic regression analysis results

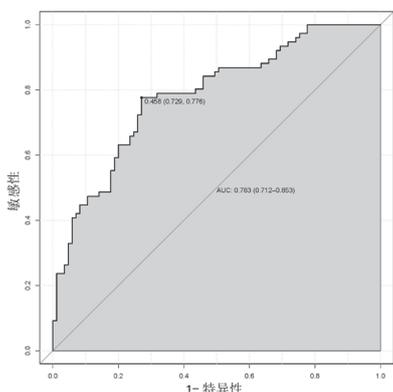
自变量	B	OR	P 值	95%CI 值
体质量指数	-0.152	0.859	0.021	0.756-0.977
手术时间	0.010	1.010	0.002	1.003-1.016
术前血红蛋白	0.002	1.002	0.997	0.323-3.115
术前红细胞	-0.858	0.424	0.036	0.190-0.945
术前纤维蛋白原	0.289	1.335	0.189	0.867-2.056
术前 C- 反应蛋白	0.043	1.043	0.032	1.004-1.085
术前血小板	0.002	1.002	0.543	0.996-1.008

2.5 预测模型构建与验证 依照二元 logistic 回归分析结果构建出影响髋关节翻修患者术后出现低蛋白血症的列线图预测模型 (图 2)。该模型涉及 4 个因素: 体质量指数、手术时间, 术前红细胞和术前 C- 反应蛋白。将列线图中的 4 个指标所在顶部虚线轴上对应的每一个点数得分相加得到其总得分, 其在底部轴上对应的是患者髋关节翻修术后出现低蛋白血症的概率。运用 R 语言软件绘制列线图模型预测髋关节翻修术后低蛋白血症的受试者工作特征曲线 (图 3), 计算其曲线下面积为 0.783, 说明该预测模型具有较好的区分度。制作列线图模型的校准曲线, 如图所示校准曲线与斜率为 1 的标准线相拟合 (图 4), 说明该模型预测所得风险与实际风险具有较好的一致性, 即该预测模型的准确度良好。最后绘制该列线图的临床决策分析曲线 (图 5), 通过与采取所有干预措施及未采取任何措施来进行对比, 从而评估该预测模型的“性价比”, 最终从图中可以看到该列线图可以使得患者获得更佳的净收益。

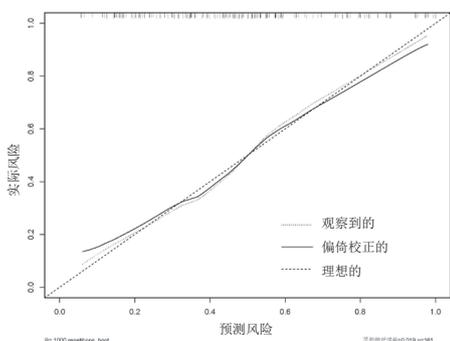


图注: 该模型涉及4个因素: 体质量指数、手术时间、术前红细胞和术前C-反应蛋白。将列线图中的4个指标所在顶部虚线轴上对应的每一个点得分相加得到总得分, 在底部轴上对应的是患者髋关节翻修术后出现低蛋白血症的概率。

图2 | 预测髋关节翻修术后低蛋白血症的列线图  
Figure 2 | Nomogram predicting hypoproteinemia after hip revision



图注: 曲线下面积(AUC)=0.783, 表明该模型具有较好的区分度。  
图3 | 列线图预测模型的受试者工作特征曲线  
Figure 3 | Receiver operating characteristic curve of nomogram prediction model



图注: 观察到的校准曲线与斜率为1的理想曲线相拟合, 平均绝对误差=0.019, 说明预测风险与实际风险接近, 具有较好的校准度。

图4 | 列线图预测模型的校准曲线  
Figure 4 | Calibration curves of the nomogram prediction model

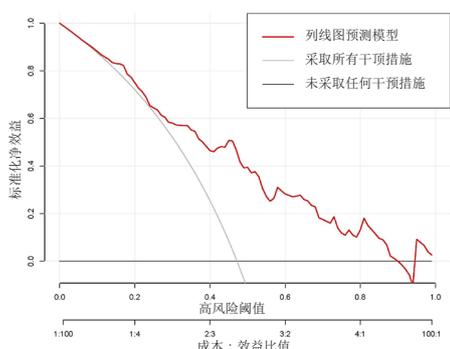


图5 | 列线图预测髋关节翻修术后低蛋白血症的临床决策曲线  
Figure 5 | Clinical decision curves for predicting hypoproteinemia after hip revision of the nomogram prediction model

### 3 讨论 Discussion

人血清白蛋白作为血浆中最丰富的循环蛋白, 具有维持血浆胶体渗透压、转运体内物质等重要生理功能。低蛋白血症导致毛细血管过滤压降低, 由于组织液外渗导致组织水肿, 进而导致伤口愈合延迟<sup>[17-19]</sup>。低蛋白血症出现的原因大多与负氮平衡有关, 且并不是单独影响。有研究表明, 骨折或创伤后短期低蛋白血症的发生常常与人血清白蛋白的合成减少、分解速度加快、直接丢失、血管内皮多糖蛋白的降解等方面有关<sup>[17]</sup>。此外, 白蛋白代谢周期较长, 半衰期持续 15-19 d。因此针对创伤及手术等导致的短期内白蛋白快速丢失及消耗, 机体往往不能进行快速调整及适应。白蛋白水平的降低表现为营养不良或肌力下降, 使患者对手术的耐受性降低<sup>[20-21]</sup>。因此, 提前识别高危患者并及早干预以减少低蛋白血症的发生就显得非常必要。在此次研究中, 纳入 161 例行髋关节翻修患者的临床数据, 运用统计软件分析, 结果显示, 体质量指数 ( $OR=0.859, P=0.021$ )、手术时间 ( $OR=1.010, P=0.002$ )、术前红细胞 ( $OR=0.424, P=0.036$ ) 以及术前 C-反应蛋白 ( $OR=1.043, P=0.032$ ) 水平是影响髋关节翻修患者术后发生低蛋白血症的独立危险因素, 然后基于这 4 项独立危险因素创建预测术后低蛋白血症风险的列线图模型, 以期对临床工作提供一定的指导。

体质量指数作为国际上衡量人体肥胖程度以及是否健康的重要标准, 是由身高体质量计算得来的: 体质量指数 = 体质量 (kg) / 身高 (m)<sup>2</sup>, 其对预测髋关节翻修患者术后是否发生低蛋白血症亦有着重要意义。从列线图中可以看到每降低 4 点体质量指数, 将会在最终导致发生低蛋白血症这一结局中增加约 11 点权重。低体质量指数患者常伴随着胃肠道消化及吸收能力的下降, 使得机体对合成白蛋白所需原料吸收减少从而导致肝脏代谢和产生的白蛋白下降<sup>[22]</sup>; 另一方面, 低体质量指数患者对手术麻醉及应激反应更为严重, 体质量指数更高相对于手术更耐受<sup>[23-24]</sup>。因此, 临床上针对体质量指数较低患者, 更应该警惕。通过术前合理增加蛋白食物的摄入以及术后营养的及时补充将有利于减少术后低蛋白血症的发生。

与此同时, 既往报道显示, 更长的手术时间同样会增加低蛋白血症风险, 而这与此次研究结果一致<sup>[25]</sup>。这主要是因为手术时间延长往往意味着手术出现更大的损伤, 术中出血量亦随之增多, 这一过程伴随着白蛋白的消耗和丢失。尽管术中存在补液情况, 但也无法掩盖这一过程。体现在列线图上, 手术时间每增加 100 min, 相应权重将增加约 16 点, 这提示外科医生需要在术前个体化的对患者制定相关的处理方案, 尽可能地缩短手术时间, 以避免术后低蛋白血症带来的不良结局。

术前红细胞浓度通常作为反映患者贫血情况的指标, 在既往文献中并未见报道过其与低蛋白血症的关联性。在此次研究中发现, 术前红细胞浓度每降低  $0.5 \times 10^9 L^{-1}$ , 其导致发生最终结局的权重就约增加 7 分, 考虑可能因为红细胞和

白蛋白水平作为营养的有效结局指标在一定程度上均反映了患者的营养状况<sup>[26-27]</sup>。部分患者存在着一些基础情况在导致其贫血的同时亦可引起低蛋白血症的发生。因此为了更好地避免患者围术期低蛋白血症的发生就不能仅关注其白蛋白水平,相关反映营养状态的其他标志物亦需注意。

先前研究表明,引起低白蛋白血症的另一重要原因是炎症<sup>[28-29]</sup>。C-反应蛋白作为临床上最为常见的炎症指标,其浓度每增加10 mg/L,导致发生最终结局的权重就增加约9分。炎症因子的释放使得血管内皮损伤,血管通透性随之增大,导致大量血浆白蛋白漏出至血管外<sup>[30]</sup>。该过程于术后两三天达到高峰,最终使得白蛋白水平降低约1/3<sup>[31]</sup>。除此以外,炎症因子的持续存在亦会抑制白蛋白的合成,从而进一步降低血清白蛋白水平。因此临床上针对该情况应及时采取抗炎措施,避免炎症导致的血清白蛋白水平持续降低。

当然此次研究亦存在不足之处:首先,该研究为回顾性研究,因此纳入的数据容易产生回忆偏倚和选择偏倚,需要前瞻性试验来进一步验证;其次,该研究为单中心临床研究,为了纳入更多的样本数据而不得已放宽了研究周期,因此可能在手术技术、硬件设施和手术用药等方面存在一定偏倚。且受限于样本量较少而限制了更多研究因素的纳入,期待未来能在多中心大样本数据库的支持下进一步完善该研究结果。

**结论:**最终作者认为,体质指数、手术时间、术前红细胞以及术前C-反应蛋白是影响髋关节翻修患者术后发生低蛋白血症这一并发症的独立危险因素,以此构建的列线图预测模型具有较好的区分度、准确度以及临床效能。使用该预测模型可以提前筛选出术后低蛋白血症高危患者,积极采取干预措施,如围术期加强营养摄入、尽量减少手术时间以及及时的抗炎治疗等,从而降低患者术后低蛋白血症的发生率。

**作者贡献:**陈俊峰负责该试验的设计与论文书写;洪尉师负责数据的收集;谢荣臻负责数据的处理与分析;孙钰负责文章的审核及修改。

**利益冲突:**文章的全部作者声明,在课题研究和文章撰写过程中不存在利益冲突。

**开放获取声明:**这是一篇开放获取文章,根据《知识共享许可协议》“署名-非商业性使用-相同方式共享4.0”条款,在合理引用的情况下,允许他人以非商业性目的基于原文内容编辑、调整和扩展,同时允许任何用户阅读、下载、拷贝、传递、打印、检索、超级链接该文献,并为之建立索引,用作软件的输入数据或其它任何合法用途。

**版权转让:**文章出版前全体作者与编辑部签署了文章版权转让协议。

**出版规范:**该文章撰写遵守了《观察性临床研究报告指南》(STROBE指南)。文章出版前已经过专业反剽窃文献检测系统进行3次文字和图表查重,文章经小同行外审专家双盲审稿,同行评议认为文章符合期刊发表宗旨。

#### 4 参考文献 References

- HONG WS, ZHANG YX, LIN Q, et al. Risk Factors Analysis and the Establishment of Nomogram Prediction Model of Hidden Blood Loss After Total Hip Arthroplasty for Femoral Neck Fracture in Elderly Women. *Clin Interv Aging*. 2022;17:707-715.
- SCOTT CEH, CLEMENT ND, DAVIS ET, et al. Modern total hip arthroplasty: peak of perfection or room for improvement? *Bone Joint J*. 2022;104-b(2):189-192.
- LEWIS DP, WÄEVEER D, THORNINGER R, et al. Hemiarthroplasty vs Total Hip Arthroplasty for the Management of Displaced Neck of Femur Fractures: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Arthroplasty*. 2019;34(8):1837-1843.e1832.
- SANTANA DC, ANIS HK, MONT MA, et al. What is the Likelihood of Subsequent Arthroplasties after Primary TKA or THA? Data from the Osteoarthritis Initiative. *Clin Orthop Relat Res*. 2020;478(1):34-41.

- MOREY VM, SONG YD, WHANG JS, et al. Can Serum Albumin Level and Total Lymphocyte Count be Surrogates for Malnutrition to Predict Wound Complications After Total Knee Arthroplasty? *J Arthroplasty*. 2016;31(6):1317-1321.
- KAMATH AF, MCAULIFFE CL, KOSSEIM LM, et al. Malnutrition in Joint Arthroplasty: Prospective Study Indicates Risk of Unplanned ICU Admission. *Arch Bone Jt Surg*. 2016;4(2):128-131.
- NICHOLSON JA, DOWRICK AS, LIEW SM. Nutritional status and short-term outcome of hip arthroplasty. *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2012;20(3):331-335.
- YI PH, FRANK RM, VANN E, et al. Is potential malnutrition associated with septic failure and acute infection after revision total joint arthroplasty? *Clin Orthop Relat Res*. 2015;473(1):175-182.
- KISHAWI D, SCHWARZMAN G, MEJIA A, et al. Low Preoperative Albumin Levels Predict Adverse Outcomes After Total Joint Arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*. 2020;102(10):889-895.
- ALAMANDA VK, SPRINGER BD. Perioperative and Modifiable Risk Factors for Periprosthetic Joint Infections (PJI) and Recommended Guidelines. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2018;11(3):325-331.
- SCHWARTZ AM, WILSON JM, FARLEY KX, et al. Concomitant Malnutrition and Frailty Are Uncommon, but Significant Risk Factors for Mortality and Complication Following Primary Total Knee Arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2020;35(10):2878-2885.
- JABERI FM, PARVIZI J, HAYTMANEK CT, et al. Procrastination of wound drainage and malnutrition affect the outcome of joint arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 2008;466(6):1368-1371.
- IHLE C, WEIß C, BLUMENSTOCK G, et al. Interview based malnutrition assessment can predict adverse events within 6 months after primary and revision arthroplasty- a prospective observational study of 351 patients. *BMC Musculoskelet Disord*. 2018;19(1):83.
- 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 Arthroplasty*. 2016;31(1):15-21.
- 洪尉师, 张亚鑫, 林群, 等. 髋关节翻修术后输血的危险因素分析及列线图预测模型建立 [J]. *实用医学杂志*, 2022,38(13):1652-1656.
- 林群, 张亚鑫, 贾大洲, 等. 股骨头坏死行全髋关节置换术后输血的危险因素分析及列线图预测模型建立 [J]. *中华骨与关节外科杂志*, 2022,15(2):87-92.
- SOETERS PB, WOLFE RR, SHENKIN A. Hypoalbuminemia: Pathogenesis and Clinical Significance. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 2019;43(2):181-193.
- CARVALHO JR, VERDELHO MACHADO M. New Insights About Albumin and Liver Disease. *Ann Hepatol*. 2018;17(4):547-560.
- KIM S, MCCLAVE SA, MARTINDALE RG, et al. Hypoalbuminemia and Clinical Outcomes: What is the Mechanism behind the Relationship? *Am Surg*. 2017;83(11):1220-1227.
- WIEDERMANN CJ. Phases of fluid management and the roles of human albumin solution in perioperative and critically ill patients. *Curr Med Res Opin*. 2020;36(12):1961-1973.
- WIEDERMANN CJ. Hypoalbuminemia as Surrogate and Culprit of Infections. *Int J Mol Sci*. 2021;22(9):4496.
- ZHANG Z, PEREIRA SL, LUO M, et al. Evaluation of Blood Biomarkers Associated with Risk of Malnutrition in Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients*. 2017;9(8):829.
- ELSAID RM, NAMROUTI AS, SAMARA AM, et al. Assessment of pain and postoperative nausea and vomiting and their association in the early postoperative period: an observational study from Palestine. *BMC Surg*. 2021;21(1):177.
- CORONA LP, DE OLIVEIRA DUARTE YA, LEBRÃO ML. Markers of nutritional status and mortality in older adults: The role of anemia and hypoalbuminemia. *Geriatr Gerontol Int*. 2018;18(1):177-182.
- ZHAO DW, ZHAO FC, ZHANG XY, et al. Association between postoperative hypoalbuminemia and postoperative pulmonary imaging abnormalities patients undergoing craniotomy for brain tumors: a retrospective cohort study. *Sci Rep*. 2022;12(1):64.
- FRANCH-ARCAS G. The meaning of hypoalbuminaemia in clinical practice. *Clin Nutr*. 2001;20(3):265-269.
- AUGUSTUS E, HAYNES E, GUELL C, et al. The Impact of Nutrition-Based Interventions on Nutritional Status and Metabolic Health in Small Island Developing States: A Systematic Review and Narrative Synthesis. *Nutrients*. 2022;14(17):3529.
- LAPIĆ I, PADOAN A, BOZZATO D, et al. Erythrocyte Sedimentation Rate and C-Reactive Protein in Acute Inflammation. *Am J Clin Pathol*. 2020;153(1):14-29.
- ECKART A, STRUJA T, KUTZ A, et al. Relationship of Nutritional Status, Inflammation, and Serum Albumin Levels During Acute Illness: A Prospective Study. *Am J Med*. 2020;133(6):713-722.e717.
- JACOB M, BRUEGGER D, REHM M, et al. Contrasting effects of colloid and crystalloid resuscitation fluids on cardiac vascular permeability. *Anesthesiology*. 2006;104(6):1223-1231.
- NORBERG Å, ROOYACKERS O, SEGERSVÄRD R, et al. Albumin Kinetics in Patients Undergoing Major Abdominal Surgery. *PLoS One*. 2015;10(8):e0136371.

(责任编辑: ZLJ, GD, ZN, QY)