

机器人辅助近端防旋髓内钉内固定治疗老年股骨粗隆间骨折预后不良的预测研究及策略分析

郭佳, 张敏

(宝鸡市中心医院骨科 陕西 宝鸡 721008)

摘要 **目的:** 探讨老年股骨粗隆间骨折 (IFOF) 患者行机器人辅助股骨近端防旋髓内钉 (PFNA) 内固定治疗预后不良的影响因素及应对策略。**方法:** 选取 2022 年 5 月—2024 年 5 月宝鸡市中心医院行机器人辅助 PFNA 内固定手术的老年 IFOF 患者 136 例。根据术后 12 个月 Harris 髋关节功能量表评分结果, 分为预后良好组 (≥ 80 分) 与预后不良组 (<80 分)。采用单因素、多因素 Logistic 回归分析预后不良危险因素, 建立风险预测模型, 分析模型价值并验证。**结果:** 年龄偏高、术前美国麻醉医师协会 (ASA) 分级 $> \text{II}$ 级、骨折 $\text{III} \sim \text{IV}$ 型、术后引流量偏高、术后负重时间过长为老年 IFOF 患者预后不良的独立危险因素 ($P < 0.05$), 风险预测模型曲线 AUC 值为 0.978 (95%CI: 0.953~1.000), 当取 Cut-off 值时, 模型敏感度、特异度分别为 0.927、0.963。Bootstrap 内部验证显示该模型预测效能较为稳定, 决策分析显示该模型有正向净收益率。**结论:** 年龄偏高、术前 ASA 分级 $> \text{II}$ 级、骨折 $\text{III} \sim \text{IV}$ 型、术后引流量偏高、术后负重时间过长为老年 IFOF 患者行机器人辅助 PFNA 内固定手术治疗预后不良的独立危险因素, 基于预后不良危险因素建立的风险列线图模型预测效能较好且稳定, 可用于指导临床决策。

关键词 老年患者; 股骨粗隆间骨折; 机器人辅助手术; 股骨近端防旋髓内钉内固定; 预后不良

中图分类号 R687.3 **文献标识码** A **文章编号** 2096-7721 (2024) 05-0789-07

Risk factors and strategies to robot-assisted proximal femoral nail antirotation internal fixation for poor prognosis of intertrochanteric fracture of femur in the elderly

GUO Jia, ZHANG Min

(Department of Orthopedics, Baoji Central Hospital, Baoji 721008, China)

Abstract **Objective:** To investigate the influencing factors to robot-assisted proximal femoral nail antirotation (PFNA) internal fixation for poor prognosis of intertrochanteric fracture of femur (IFOF) in the elderly and provide corresponding strategies. **Methods:** 136 aged IFOF patients who underwent robot-assisted PFNA internal fixation in Baoji Central Hospital from May 2022 to May 2024 were selected. According to the results of Harris hip score (HHS) at 12 months after surgery, they were divided into the good prognosis group ($\text{HHS} \geq 80$) and the poor prognosis group ($\text{HHS} < 80$). The risk factors for poor prognosis were analyzed using univariate and multivariate Logistic regression, and a risk prediction model was established to analyze its value and validate it. **Results:** Higher age, preoperative American Society of Anesthesiologists classification (ASA) $> \text{grade II}$, $\text{III} \sim \text{IV}$ types of fracture, high postoperative drainage, and prolonged postoperative weight-bearing time were the independent risk factors to poor prognosis in elderly patients with IFOF ($P < 0.05$), and the AUC value of the risk prediction model was 0.978 (95% CI: 0.953–1.000). When the Cut-off value was taken, the sensitivity and specificity of the model were 0.927 and 0.963,

收稿日期: 2024-05-30 录用日期: 2024-07-23

Received Date: 2024-05-30 Accepted Date: 2024-07-23

基金项目: 陕西省重点研发计划项目 (2021SF-353)

Foundation Item: Key R & D Plan Project of Shaanxi Province (2021SF-353)

通讯作者: 张敏, Email: 13772635407@163.com

Corresponding Author: ZHANG Min, Email: 13772635407@163.com

引用格式: 郭佳, 张敏. 机器人辅助近端防旋髓内钉内固定治疗老年股骨粗隆间骨折预后不良的预测研究及策略分析 [J]. 机器人外科学杂志 (中英文), 2024, 5 (5): 789-795.

Citation: GUO J, ZHANG M. Risk factors and strategies to robot-assisted proximal femoral nail antirotation internal fixation for poor prognosis of intertrochanteric fracture of femur in the elderly [J]. Chinese Journal of Robotic Surgery, 2024, 5(5): 789-795.

respectively. Bootstrap internal validation showed that the predicting efficacy of the model was relatively stable, and decision analysis showed that the model had a positive net yield. **Conclusion:** High age, preoperative ASA classification>grade II, III–IV types of fracture, high postoperative drainage, and prolonged postoperative weight-bearing time are independent risk factors to poor prognosis of elderly patients with IFOF who underwent robot-assisted PFNA internal fixation, and the risk nomogram model based on the risk factors to poor prognosis has a better predictive efficacy and stability, which can be used to guide clinical decision-making.

Key words Elderly Patient; Intertrochanteric Fracture of Femur; Robot-assisted Surgery; Proximal Femoral Nail Antirotation Internal Fixation; Poor Prognosis

股骨粗隆间骨折 (Intertrochanteric Fracture of Femur, IFOF) 是老年群体中常见骨折类型之一, 其发病率随着年龄增长而显著上升^[1]。由于老年人常伴有骨质疏松, 骨折后易导致髋部功能受限, 严重影响生活质量^[2-4]。随着医疗技术的进步, 股骨近端防旋髓内钉 (Proximal Femoral Nail Antirotation, PFNA) 是一种微创、有效的治疗方法, 已被广泛应用于 IFOF 临床治疗中。但是 PFNA 内固定治疗也存在一定局限性, 在处理复杂骨折类型、术后康复训练指导等方面仍有待完善^[5-7]。因此, 如何优化 PFNA 内固定治疗效果, 减少预后不良发生, 一直是骨科领域的研究热点。近年来, 机器人辅助手术因精度高、操作稳定、可重复性好等优点, 在骨科领域广泛应用, 有效提高了手术的成功率和安全性^[8-9]。对于老年 IFOF 患者, 机器人辅助 PFNA 内固定治疗不仅可以保证手术精度, 减少手术创伤, 还能通过智能化手术规划与术后康复指导, 为患者提供更加个性化的治疗方案。然而, 仍有部分患者术后预后不良, 出现骨折愈合延迟、内固定失效、髋部功能恢复不佳等问题^[10], 这可能与年龄、术前身体状况、骨折类型、手术操作、术后康复等多种因素有关。因此探讨老年 IFOF 患者机器人辅助 PFNA 内固定治疗预后不良的影响因素并进行早期预测具有重要意义。当前鲜有研究构建机器人辅助 PFNA 内固定治疗预后不良风险预测模型^[11]。基于此, 本研究旨在探讨老年 IFOF 患者机器人辅助 PFNA 内固定治疗预后不良的影响因素, 构建风险预测模型, 并分析应对策略, 以期为临床医生提供有效的预测工具, 指导临床决策, 提高手术效果, 改善患者生活质量。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2022 年 5 月—2024 年 5 月

宝鸡市中心医院骨科收治并完成随访的老年 IFOF 患者 136 例。纳入标准: ①年龄 60~90 岁; ②经影像学检查确诊为 IFOF^[12]; ③受伤至入院接受治疗时间 ≤ 48 h; ④耐受度较好, 接受机器人辅助 PFNA 内固定手术治疗; ⑤临床资料完整无缺失。排除标准: ①合并恶性肿瘤; ②伴实质脏器严重功能障碍; ③合并代谢性骨病; ④病理性骨折; ⑤近两个月内接受过其他手术治疗; ⑥未遵医嘱接受规范性康复训练。本研究获得医院伦理委员会批准。所有患者均签署知情同意书。

1.2 手术方法 所有患者均接受机器人辅助 PFNA 内固定手术治疗。给予患者全身麻醉, 取仰卧位, 行闭合牵引复位。光学示踪器置于同侧髂前上棘处, C 型臂 X 光机拍摄股骨粗隆正位片与侧位片, 导入机器人主控系统, 待术前规划完成, 机械臂自动运行至定位点, 做 2~3 cm 切口, 将机械臂套筒抵至粗隆顶骨皮质, 机器人导航辅助下进行微调整, 导针沿着套筒方向钻入髓腔。导针位置透视满意后行扩髓, 旋入 PFNA 主钉, 连接瞄准器, C 型臂监控下 3.5 mm 导针钉入至股骨髓。取恰当长度螺旋刀片打入, 安装远端锁钉、尾帽。留置引流管, 冲洗术口, 缝合切口。术后常规负压引流, 常规抗凝、抗感染治疗。定期随访, 同时给予患者功能锻炼指导与建议。术后初期 (术后 1~2 周) 功能锻炼以患肢肌肉收缩活动为主, 如患肢足部跖屈、背伸运动、踝关节踝泵运动、膝关节屈伸运动等, 促进血液循环, 减少肿胀; 术后 2 周左右拆线, 术后中期 (术后 2~4 周) 逐渐被动活动髋关节, 并增加运动量与强度, 但屈曲不宜超过 90°; 术后 8 周复查 X 线片, 根据骨折愈合情况逐渐开始部分负重; 术后 12 周再次复查 X 线片, 见骨折愈合牢固后可自由负重。

1.3 研究方法 采用病例调查的方式，收集所有患者基础资料，如年龄、性别、BMI、骨折原因、骨折 Evans 分型^[13]、基础疾病、吸烟饮酒史、受伤至手术时间、术前美国麻醉医师协会（American Society of Anesthesiologists, ASA）分级、贫血史、低蛋白血症、手术时间、术中出血量、术后引流量、术后负重时间（指患者术后根据骨折部位情况，可在骨折部位开始增加压力或重量的时间点，该时间由医生或康复团队决定）、术后有无并发症（主要包括术后感染、骨折畸形愈合、骨折延迟愈合、固定物移位等）。

采用 Harris 髋关节功能量表（Harris Hip Score, HHS）评价患者术后 12 个月髋关节功能水平，分为优（≥90 分）、良（80~89 分）、中（70~79 分）、差（<70 分）。根据患者预后情况分为预后良好组（优、良）与预后不良组（中、差）。

1.4 统计学方法 应用 SPSS 22.0 分析数据。计数资料以例数（百分比） $[n(\%)]$ 表示，行 χ^2 检验，符合正态性的计量资料以均数 ± 标准差

$(\bar{x} \pm s)$ 表示，行 t 检验，有序等级资料行秩和检验。采用多因素 Logistic 回归模型分析危险因素。利用 Rstudio 中 rms 包、rmda 程序包构建列线图模型并行内部验证，建立 ROC 曲线分析列线图模型预测效能。检验水准 $\alpha = 0.05$ 。

2 结果

2.1 预后结果 术后 12 个月随访结果显示，136 例行机器人辅助 PFNA 内固定的老年 IFOF 患者中，HHS 评级为优 68 例、良 41 例、中 22 例、差 5 例。预后良好 109 例，预后不良 27 例，预后不良发生率为 19.85%。

2.2 临床资料 两组患者性别、BMI、骨折原因、高血压、糖尿病、冠心病、吸烟、饮酒、受伤至手术时间、贫血史、低蛋白血症、手术时间及术后并发症情况比较，差异无统计学意义（ $P > 0.05$ ）；两组患者年龄、骨折 Evans 分型、术前 ASA 分级、术中出血量、术后引流量、术后负重时间比较，差异有统计学意义（ $P < 0.05$ ），见表 1。

表 1 两组患者临床资料比较 $[\bar{x} \pm s, n(\%)]$

Table 1 Comparison of clinical data between the two groups of patients $[\bar{x} \pm s, n(\%)]$

项目	预后不良组（ $n=27$ ）	预后良好组（ $n=109$ ）	χ^2/Z 值	P 值
性别（男/女）	10（37.04）/17（62.96）	35（32.11）/74（67.89）	0.237	0.626
年龄（岁）	68.59 ± 4.29	65.84 ± 3.97	3.172	0.002
BMI（kg/m ² ）	23.19 ± 1.67	22.87 ± 1.43	1.031	0.304
骨折原因（摔伤/交通事故）	19（70.37）/8（29.63）	88（80.73）/21（19.27）	1.385	0.239
骨折 Evans 分型（≤Ⅱ型/Ⅲ~Ⅳ型）	8（29.63）/19（70.37）	61（55.96）/48（44.04）	6.004	0.014
高血压（有/无）	14（51.85）/13（48.15）	46（42.20）/63（57.80）	0.817	0.366
糖尿病（有/无）	4（14.81）/23（85.19）	9（8.26）/100（91.74）	1.077	0.299
冠心病（有/无）	5（18.52）/22（81.48）	11（10.09）/98（89.91）	1.480	0.224
吸烟（有/无）	7（25.93）/20（74.07）	21（19.27）/88（80.73）	0.587	0.444
饮酒（有/无）	6（22.22）/21（77.78）	18（16.51）/91（83.49）	0.485	0.486
受伤至手术时间（h）	29.87 ± 2.89	29.24 ± 3.06	0.965	0.336
术前 ASA 分级（≤Ⅱ型/Ⅲ~Ⅳ型）	7（25.93）/20（74.07）	60（55.05）/49（44.95）	7.342	0.007
贫血史（有/无）	3（11.11）/24（88.89）	11（10.09）/98（89.91）	0.024	0.876
低蛋白血症（有/无）	2（7.41）/25（92.59）	10（9.17）/99（90.83）	0.084	0.772
手术时间（min）	67.33 ± 6.34	64.82 ± 7.16	1.670	0.097
术中出血量（mL）	193.74 ± 38.56	172.84 ± 41.52	2.373	0.019
术后引流量（mL）	141.52 ± 10.87	123.94 ± 10.06	7.994	0.000
术后负重时间（d）	3.22 ± 0.53	2.42 ± 0.44	8.191	0.000
术后并发症（有/无）	13（48.15）/14（51.85）	39（35.78）/70（64.22）	1.402	0.236

2.3 多因素分析 将表1差异性分析中有统计学意义的指标“年龄、骨折 Evans 分型、术前 ASA 分级、术中出血量、术后引流量、术后负重时间”作为自变量，将老年 IFOF 患者行机器人辅助 PFNA 内固定治疗的预后情况作为因变量，并对变量进行赋值（见表2）。纳入二元 Logistic 回归模型进行分析，结果显示年龄偏高、骨折Ⅲ~Ⅳ型、术前 ASA>Ⅱ型、术后引流量较大、术后负重时间较长为老年 IFOF 患者行机器人辅助 PFNA 内固定治疗预后不良的危险因素

（ $P<0.05$ ），见表3。

2.4 构建列线图预测模型 依据老年 IFOF 患者行机器人辅助 PFNA 内固定治疗的预后不良影响因素“年龄、骨折 Evans 分型、术前 ASA 分级、术后引流量、术后负重时间”，建立预后不良风险列线图预测模型（如图1）。

2.5 列线图预测模型效能分析及验证 建立 ROC 曲线分析各项因子及列线图模型对老年 IFOF 患者行机器人辅助 PFNA 内固定治疗预后不良的预测效能。结果发现，年龄、骨折

表 2 变量赋值
Table 2 Variable assignment

变量	名称	具体赋值情况
Y	老年 IFOF 患者术后预后情况	0= 预后良好，1= 预后不良
X ₁	年龄	计量资料，按实际值纳入
X ₂	骨折 Evans 分型	0= “≤Ⅱ型”，1= “Ⅲ~Ⅳ型”
X ₃	术前 ASA 分级	0= “≤Ⅱ型”，1= “>Ⅱ型”
X ₄	术中出血量	计量资料，按实测值纳入
X ₅	术后引流量	计量资料，按实测值纳入
X ₆	术后负重时间	计量资料，按实测值纳入

表 3 老年 IFOF 患者机器人辅助 PFNA 内固定治疗预后不良因素分析

Table 3 Analysis of adverse prognostic factors of robot-assisted PFNA internal fixation in elderly patients with IFOF

变量	B 值	SE 值	Wald 值	P 值	OR (95% CI) 值
年龄	0.291	0.126	5.387	0.020	1.338 (1.046~1.712)
骨折 Evans 分型	2.996	1.673	5.706	0.017	20.005 (2.049~144.155)
术前 ASA 分级	2.515	1.531	5.272	0.022	12.367 (1.673~75.538)
术中出血量	0.023	0.012	3.467	0.063	1.023 (0.999~1.049)
术后引流量	0.223	0.076	8.609	0.003	1.250 (1.077~1.451)
术后负重时间	2.622	1.093	10.984	0.001	13.763 (4.393~118.496)

表 4 ROC 分析结果
Table 4 ROC analysis results

项目	AUC 值	SE 值	P 值	95% CI 值	Cut-off 值	约登指数	敏感度	特异度
年龄	0.681	0.051	0.004	0.580~0.782	64.5	0.339	0.889	0.450
骨折 Evans 分型	0.632	0.059	0.035	0.517~0.747	1.5	0.264	0.704	0.560
术前 ASA 分级	0.646	0.057	0.019	0.533~0.758	1.5	0.291	0.741	0.550
术后引流量	0.878	0.037	0.000	0.805~0.950	133.5	0.678	0.852	0.826
术后负重时间	0.855	0.044	0.000	0.799~0.970	3.25	0.658	0.667	0.991
列线图模型	0.978	0.013	0.000	0.953~1.000	0.787	0.89	0.927	0.963

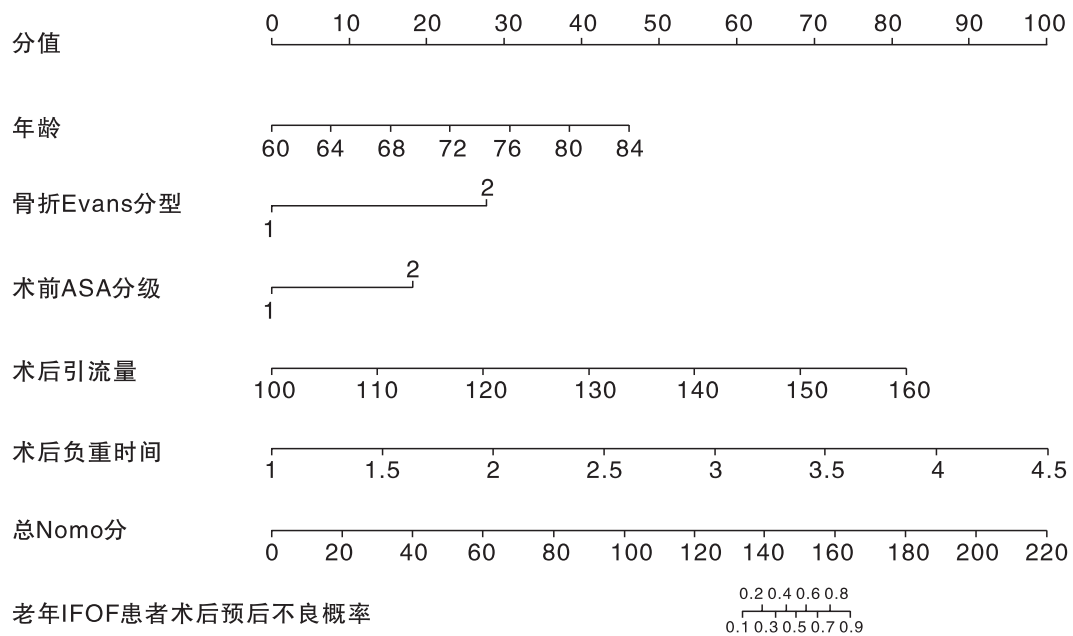


图1 老年 IFOF 患者机器人辅助 PFNA 内固定治疗预后不良风险列线图

Figure 1 Nomogram for poor prognosis of robot-assisted PFNA internal fixation in elderly patients with IFOF

Evans 分型、术前 ASA 分级、术后引流量、术后负重时间及列线图模型的曲线 AUC 值分别为 0.681、0.632、0.646、0.878、0.855、0.978。经成对 Z 检验显示，列线图模型的 AUC 值均高于各单项因子 AUC ($P<0.05$)。取 Cut-off 值时，列线图模型的敏感度、特异度分别为 0.927、0.963，如图 2。进一步经 Bootstrap ($B=1000$) 内部验证，预测曲线与 Ideal 线重合度较高，提示该模型预测效能稳定(如图 3)。决策分析发现，该模型阈值概率为 0.01~0.96，

可获得较好正向净收益率(如图 4)。

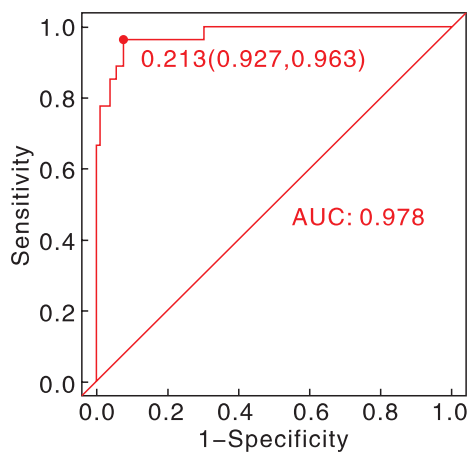


图2 列线图模型预测预后不良的 ROC 曲线

Figure 2 ROC curve of nomogram model for poor prognosis prediction

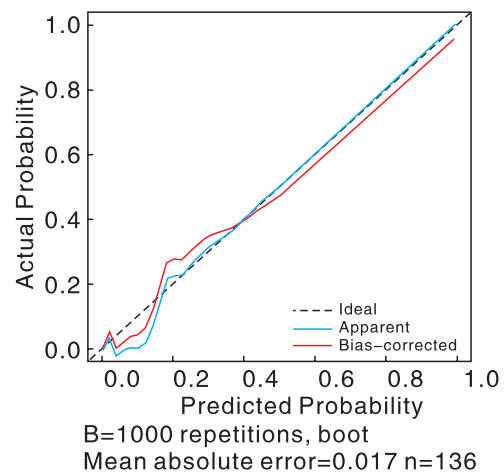


图3 列线图模型的校准曲线

Figure 3 Calibration curve of nomogram model

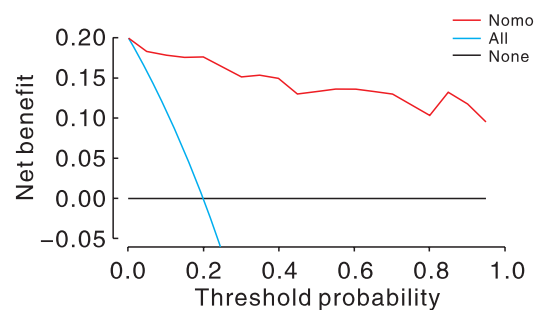


图4 列线图模型的决策曲线

Figure 4 Decision curve of nomogram model

3 讨论

本研究多因素 Logisitic 回归分析显示, 年龄偏高、术前 ASA 分级 > II 级、骨折 III ~ IV 型、术后引流量偏高、术后负重时间过长为老年 IFOF 患者预后不良的独立危险因素。①随着年龄的增长, 老年患者骨骼、肌肉、神经系统、免疫系统等方面各项机能均逐渐衰退, 这种衰退可能导致术后恢复速度变慢, 增加并发症的风险, 从而影响预后^[14-15]。②ASA 分级系统用于评估患者术前的整体健康状况和麻醉风险。ASA 分级 > II 级通常表示患者存在轻度到重度的系统性疾病, 这些疾病可能影响患者手术耐受性和术后恢复^[16]。③骨折的类型和严重程度直接影响手术的难度和效果。骨折 III ~ IV 型通常代表更为复杂和严重的骨折情况, 涉及更广泛的骨骼破坏、关节面不平整或骨折线移位等^[17-18]。这种严重的骨折类型可能导致手术修复更加复杂, 需要更长时间的固定和恢复, 从而增加了手术风险和术后并发症发生的可能性。④术后引流量偏高通常是指术后通过引流管排出的液体量超过正常范围。尽管机器人辅助手术能够提高手术精准度, 减少人为误差, 但手术本身仍会对周围组织造成一定的创伤, 导致术后出血和引流量增加; 同时也可能与患者自身因素有关, 老年患者多伴有基础疾病, 凝血功能减弱, 并且术前贫血纠正、血压控制等不够充分, 可能导致术后引流量增加^[19]。此外, 术后引流管管理不当或者术后康复锻炼过早、过强, 均可能对伤口及周围组织产生刺激, 使引流量增加^[20]。在老年股骨粗隆间骨折患者中, 术后引流量偏高可能直接反映手术创口的愈合情况、感染情况以及出血状况等, 这些因素都与患者的预后密切相关^[21]。⑤术后负重时间过长可能增加骨折端移位或内固定物失效的风险, 从而影响骨折的愈合和患者的恢复^[22-23]。提示在术后康复指导中需要强调合理的负重时间和方式, 避免患者过早或过度负重导致的不良后果。

但是, 苏启旭等人^[24]回顾性分析 PFNA 治

疗老年股骨粗隆间骨折的效果及影响因素时发现, BMI 超重、骨质疏松、术前 ASA 分级高、小粗隆骨折为 PFNA 治疗的独立危险因素。赵继阳等人^[25]同样采用回顾性研究进行分析, 发现年龄、手术时间为 PFNA 治疗老年股骨粗隆间骨折的独立危险因素, 而骨折分型、ASA 分级非独立危险因素。本研究结果与上述学者研究结果存在一定差异, 分析其原因如下。其一, 本研究采用机器人辅助 PFNA 内固定手术, 而机器人辅助手术可能通过提高手术精准度、减少术中创伤及术后并发症, 从而影响预后。相比之下, 其他研究可能未采用机器人辅助手术, 或样本选择、随访时间、评估标准等存在差异。其二, 手术技术及术后管理策略可能存在差异。机器人辅助手术在术中操作、复位质量及内固定稳定性方面具有优势, 可能降低了骨折复位不佳、内固定物松动等传统手术中的风险因素。其三, 本研究观察患者术后远期 (术后 12 个月) 预后情况, 而上述学者主要观察术后中短期 (术后 3 个月、术后 6 个月) 疗效, 随访时间存在差异。

本研究 ROC 分析显示, 依据独立危险因素构建的风险预测模型 AUC 值为 0.978, 表明该模型在区分预后良好与预后不良患者方面具有极高的准确性。这种高度的准确性可以帮助医生在术前评估患者的预后风险, 从而制定更为合适的治疗计划。当取 Cut-off 值时, 模型的敏感度和特异度分别达到了 0.927 和 0.963。这表明该模型不仅能够有效地识别出大多数预后不良情况, 而且能够较为准确地判断出预后良好患者。这种双重的高性能确保了模型在临床应用中的广泛适用性和可靠性^[26-27]。通过 Bootstrap 内部验证 ($B=1000$), 预测曲线与理想线基本重合, 显示了该模型预测效能的稳定性。即使在不同的样本集或数据分布下, 该模型也能够保持预测准确性, 这为模型广泛应用奠定了基础。决策分析显示, 该模型阈值概率为 0.01~0.98, 意味着适用群体具有广泛性, 并且具有正向净收益率。总之, 该风险预测模型在老年 IFOF 患

者预后不良的预测方面具有高度的准确性、稳定性和实用性，可以为临床决策提供有力支持。

综上所述，年龄、术前 ASA 分级、骨折分型、术后引流量、术后负重时间为老年 IFOF 患者行机器人辅助 PFNA 内固定手术治疗预后不良的影响因素。基于这些因素构建的列线图模型不仅预测效能良好，而且通过 Bootstrap 内部验证显示预测稳定性较高，因此该模型具备在临床实践中评估老年 IFOF 患者预后并指导临床决策的实际应用价值。然而，本研究仍存在一定局限性，如样本量相对较小、随访时间相对较短。未来研究可进一步扩大样本量、延长随访时间，以验证和优化该预测模型，为老年 IFOF 患者的治疗提供更为精确和个性化的决策支持。

利益冲突声明：本文不存在任何利益冲突。

作者贡献声明：郭佳、张敏共同负责设计论文框架，起草论文，实施研究过程，数据收集，统计学分析，绘制图表，论文修改，拟定写作思路，指导撰写文章并最后定稿。

参考文献

- [1] Ghasemi F, Esmailnejad-Ganji S M, Manafi Rasi A, et al. Evaluation of quality of life and associated factors in patients with intertrochanteric femoral fracture[J]. PLoS One, 2023, 18(11): e0293686.
- [2] Sivakumar A, Rickman M, Thewlis D. Gait biomechanics after proximal femoral nailing of intertrochanteric fractures[J]. J Orthop Res, 2023, 41(4): 862-874.
- [3] 张佳凤, 姚丹华, 王小文. 股骨粗隆间骨折患者报告结局现状及相关因素研究[J]. 中国卫生统计, 2021, 38(5): 755-758.
- [4] Faust L M, Lerchenberger M, Gleich J, et al. Predictive value of prognostic nutritional index for early postoperative mobility in elderly patients with pertrochanteric fracture treated with intramedullary nail osteosynthesis[J]. J Clin Med, 2023, 12(5): 1792.
- [5] Jegathesan T, Kwek E B K. Are intertrochanteric fractures evolving? Trends in the elderly population over a 10-year period[J]. Clin Orthop Surg, 2022, 14(1): 13-20.
- [6] Ramezani A, Babagoli M, Ghaseminejad-Raeini A, et al. Factors associated with postoperative quality of life in patients with intertrochanteric fracture[J]. Ann Med Surg (Lond), 2023, 86(2): 703-711.
- [7] 胡春祥, 黄建国, 黄永红, 等. 八珍汤联合股骨近端防旋髓内钉内固定对老年股骨粗隆间骨折患者膝关节功能及骨代谢的影响[J]. 中国老年学杂志, 2023, 43(2): 310-313.
- [8] 张朕, 刘华水, 段升军, 等. 机器人辅助 PFNA 与传统手术治疗股骨粗隆间骨折的疗效比较[J]. 中华老年骨科与康复电子杂志, 2020, 6(1): 25-30.
- [9] SHI J X, SHEN J X, ZHANG C C, et al. Robot-assisted versus traditional surgery in the treatment of intertrochanteric fractures: a meta-analysis[J]. J Robot Surg, 2024, 18(1): 221.
- [10] XU Z M, ZHANG X, WANG Y Q, et al. Comparison of bone-setting robots and conventional reduction in the treatment of intertrochanteric fracture: a retrospective study[J]. Orthop Surg, 2024, 16(2): 312-319.
- [11] LI X P, ZHANG P, ZHU S W, et al. All-cause mortality risk in aged femoral intertrochanteric fracture patients[J]. J Orthop Surg Res, 2021, 16(1): 727.
- [12] 郭金伟, 杨川, 杨博文, 等. 股骨粗隆间骨折 PFNA 术中改良克氏针固定的应用分析[J]. 重庆医学, 2022, 51(4): 650-653, 657.
- [13] Boyd H B, Griffin L L. Classification and treatment of trochanteric fractures[J]. Arch Surg (1920), 1949, 58(6): 853-866.
- [14] Adulkasem N, Phinyo P, Khorana J, et al. Prognostic factors of 1-year postoperative functional outcomes of older patients with intertrochanteric fractures in Thailand: a retrospective cohort study[J]. Int J Environ Res Public Health, 2021, 18(13): 6896.
- [15] ZHAO L, LI H R, ZHANG S H, et al. Serum HMGB1 levels and its clinical significance in elderly patients with intertrochanteric fractures after intramedullary fixation surgery[J]. Medicine (Baltimore), 2023, 102(8): e32873.
- [16] GU J, HE S, WANHG L. Analysis of one-year postoperative mortality and risk factors of elderly patients with intertrochanteric fractures after PFNA[J]. Niger J Clin Pract, 2022, 25(9): 1557-1562.
- [17] 胡靖, 王林, 陈义, 等. 防旋股骨近端髓内钉治疗老年股骨粗隆间骨折的效果及对髋关节功能、生活质量和日常生活能力的影响[J]. 中国老年学杂志, 2022, 42(12): 2918-2920.
- [18] 陆锡平, 王科, 闫文千. 高压氧联合旋刀片式股骨近端髓内钉内固定治疗对股骨粗隆间骨折患者血液流变学指标、骨折愈合及关节功能的影响[J]. 中华航海医学与高气压医学杂志, 2021, 28(1): 30-33.
- [19] 丁庆丰, 王晟昊, 吴贵忠, 等. 两种髓内钉固定骨质疏松股骨粗隆间骨折的比较[J]. 中国矫形外科杂志, 2022, 30(2): 97-101.
- [20] 武英楷, 王瑞强, 宁尚攀, 等. 股骨近端防旋髓内钉固定股骨粗隆间骨折失败的因素[J]. 中国矫形外科杂志, 2022, 30(22): 2050-2054.
- [21] 刘明军, 万先亮, 李洪波, 等. 骨科创伤机器人辅助 PFNA 内固定治疗老年股骨粗隆间骨折的效果[J]. 实用老年医学, 2023, 37(5): 491-494, 499.
- [22] Tüzün H Y, Bilekli A B, Erşen Ö. The factors that affect blood loss in intertrochanteric fractures treated with proximal femoral nail in the elderly[J]. Eur J Trauma Emerg Surg, 2022, 48(3): 1879-1884.
- [23] 马冰心, 刘金山, 金红光, 等. 股骨粗隆间骨折固定术后感染危险因素及对 TGF- β /BMPs 信号通路和骨代谢指标影响[J]. 中华医院感染学杂志, 2021, 31(23): 3581-3585.
- [24] 苏启旭, 巴黎, 王松, 等. PFNA 治疗老年股骨粗隆间骨折的效果及影响因素[J]. 中国老年学杂志, 2020, 40(6): 1234-1236.
- [25] 赵继阳, 陈卫衡, 郭盛君, 等. PFNA 治疗老年股骨粗隆间骨折术后功能康复影响因素分析[J]. 中国医药导报, 2023, 20(15): 82-85.
- [26] 洪石, 吴征杰, 李灿辉. 机器人辅助下股骨近端防旋髓内钉内固定治疗股骨粗隆间骨折 8 例[J]. 实用医学杂志, 2019, 35(2): 335-336.
- [27] 马志华, 付宏伟, 陈晓华. 闭合复位髓内钉固定治疗同侧股骨干合并股骨粗隆间骨折的临床疗效与不愈合危险因素分析[J]. 中国临床解剖学杂志, 2022, 40(2): 211-215.

编辑：张笑嫣