

老年股骨转子间骨折患者术后骨折愈合的影响因素分析及预测模型构建

李 月, 宋青青, 倪国玉

(首都医科大学附属北京友谊医院骨科, 北京 100050)

[摘要] 目的 探究老年股骨转子间骨折患者术后骨折愈合的影响因素,并构建列线图预测模型。方法 选择2020年1月—2023年12月首都医科大学附属北京友谊医院收治的老年股骨转子间骨折患者248例为研究对象。根据术后3个月患者骨折愈合情况分为不良组($n=72$)和良好组($n=176$)。收集所有患者的一般资料,Harris髋关节功能评分(Harris hip score, HHS)评估髋关节功能状态,酶联免疫吸附实验(enzyme-linked immunosorbent assay, ELISA)检测I型前胶原N端前肽(procollagen type I N-terminal propeptide, PINP)、骨钙素水平。多因素Logistic回归分析确定老年股骨转子间骨折患者骨折愈合不良的影响因素;应用rms程序包构建老年股骨转子间骨折患者术后骨折愈合不良的预测模型;绘制受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线评估模型的预测效能;校准曲线评估模型预测概率与观察结果之间的一致性;决策曲线评估模型的净收益。结果 不良组年龄 ≥ 75 岁(59.72%)、骨折粉碎程度高(66.67%)、术后感染(59.72%)、合并骨质疏松患者(51.39%)占比高于良好组(36.93%、41.48%、32.95%、36.36%),HHS[(45.36 \pm 5.45)分]、PINP[(58.21 \pm 6.48) $\mu\text{g/L}$]、骨钙素[(10.85 \pm 2.67) $\mu\text{g/L}$]水平低于良好组[(52.12 \pm 7.04)分, (70.54 \pm 8.26) $\mu\text{g/L}$, (15.42 \pm 3.38) $\mu\text{g/L}$, $P<0.05$]。多因素Logistic回归分析结果显示,年龄 ≥ 75 岁(OR=1.785)、骨折粉碎程度高(OR=1.978)、发生术后感染(OR=2.112)是老年股骨转子间骨折患者术后骨折愈合不良的独立危险因素,PINP(OR=0.582)、骨钙素(OR=0.517)水平升高是老年股骨转子间骨折患者术后骨折愈合不良的独立保护因素($P<0.05$)。基于多因素分析结果构建的老年股骨转子间骨折患者术后骨折愈合不良的预测模型,绘制ROC曲线,曲线下面积为0.815,且具有良好的区分度和一致性。结论 年龄、骨折粉碎程度、术后感染及PINP、骨钙素水平是老年股骨转子间骨折患者术后骨折愈合不良的独立影响因素,基于此结果构建的预测模型具备较高的临床应用价值,能够指导医生制定个性化治疗方案和康复计划,改善患者的预后和生活质量。

[关键词] 股骨骨折;骨折愈合;影响因素分析 doi:10.3969/j.issn.1007-3205.2025.10.009

[中图分类号] R683.42 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1007-3205(2025)10-1177-06

Analysis of influencing factors and construction of a predictive model for postoperative fracture healing in elderly patients with intertrochanteric femur fractures

LI Yue, SONG Qing-qing, NI Guo-yu

(Department of Orthopedics, Beijing Friendship Hospital, Capital Medical University, Beijing 100050, China)

[Abstract] **Objective** To investigate the factors influencing postoperative fracture healing in elderly patients with intertrochanteric femoral fractures (IFF) and to construct a nomogram prediction model. **Methods** A total of 248 elderly patients with IFF admitted to Beijing Friendship Hospital, Capital Medical University from January 2020 to December 2023 were selected as the research subjects. Based on fracture healing status at 3 months postoperatively, patients were divided into the poor healing group ($n=72$) and the good healing group ($n=176$).

[收稿日期]2025-08-19

[基金项目]北京市科技计划课题(Z230300000413256)

[作者简介]李月(1986-),女,北京人,首都医科大学附属北京友谊医院护师,从事骨科疾病护理研究。

General data were collected for all patients. Hip joint function was assessed using the Harris hip score (HHS), and the levels of Procollagen type I N-terminal propeptide (PINP) and osteocalcin were measured by enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). Multivariate Logistic regression analysis was used to identify the influencing factors for poor fracture healing in elderly patients with IFF. The rms package was applied to construct a predictive model for poor postoperative fracture healing. A receiver operating characteristic (ROC) curve was plotted to evaluate the predictive performance of the model, a calibration curve was used to assess the consistency between the predicted probabilities and observed outcomes, and decision curve analysis was performed to evaluate the net benefit of the model. **Results** The proportion of patients aged ≥ 75 years (59.72%), high degree of comminution (66.67%), postoperative infection (59.72%), and comorbid osteoporosis (51.39%) in the poor healing group were higher than those in the good healing group (36.93%, 41.48%, 32.95%, 36.36%, respectively). The HHS [(45.36 ± 5.45) points], PINP level [$(58.21 \pm 6.48) \mu\text{g/L}$], and osteocalcin level [$(10.85 \pm 2.67) \mu\text{g/L}$] in the poor healing group were lower than those in the good healing group [(52.12 ± 7.04) points, $(70.54 \pm 8.26) \mu\text{g/L}$, $(15.42 \pm 3.38) \mu\text{g/L}$, respectively, $P < 0.05$]. Multivariate logistic regression analysis showed that age ≥ 75 years (OR=1.785), high degree of comminution (OR=1.978), and postoperative infection (OR=2.112) were independent risk factors for poor postoperative fracture healing. Elevated levels of PINP (OR=0.582) and osteocalcin (OR=0.517) were independent protective factors against poor postoperative fracture healing ($P < 0.05$). The predictive model for poor postoperative fracture healing, constructed based on the multivariate analysis results, had an area under the ROC curve (AUC) of 0.815 and demonstrated good discrimination and calibration. **Conclusion** Age, degree of fracture comminution, postoperative infection, and levels of PINP and osteocalcin are independent influencing factors for poor postoperative fracture healing in elderly patients with IFF. The predictive model constructed based on these results has high clinical application value, which can guide clinicians in developing personalized treatment plans and rehabilitation programs, thereby improving patient prognosis and quality of life.

[Key words] femoral fractures; fracture healing; influencing factor analysis

髋部骨折的发生率随着人口老龄化而增加。尽管治疗方法和治疗标准有所改进,但患者1年病死率仍保持在20%~30%^[1]。股骨转子间骨折是一种常见的髋部骨折,是一种严重损伤。高龄患者由于存在全身性疾病、肌肉力量下降等因素可有效形成骨折^[2]。手术治疗(动力髋螺钉等)能够有效减少卧床时间,降低并发症及死亡风险^[3]。然而,术后部分患者会出现骨折延迟愈合、不愈合或畸形愈合等问题,这不仅会延长康复时间,还会导致患者肢体功能恢复不佳,严重影响了患者的生活质量^[4]。列线图预测模型是一种诊断模型,通过各项风险因素的组合来预测疾病结果的概率,广泛应用于多种骨折的临床实践中^[5]。因此,本研究基于临床特征以及骨代谢指标水平探究老年股骨转子间骨折患者术后骨折愈合的影响因素,构建科学有效的预测模型,为治疗决策提供有力依据。报告如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 本研究前瞻性选择2020年1月至—2023年12月期间在首都医科大学附属北京友谊医院收治的248例老年股骨转子间骨折患者248例为研究对象。纳入标准:①年龄 ≥ 60 岁,且经影像学确诊为股骨转子间骨折;②接受手术治疗,且手术过程顺利;③一般资料及术后随访资料完整;④患者本人及家属知情同意并签署知情同意书。排除标准:①病理性骨折;②开放性、陈旧性骨折;③依从性不佳,无法配合完成各项检查;④合并恶性肿瘤;⑤合并免疫性疾病。

本研究经医院伦理委员会批准(批准文号:2018-92-132-01)。

1.2 研究方法

1.2.1 资料收集 通过医院电子病历系统及随访

数据库收集患者一般资料,包括骨折类型、骨折粉碎程度、术后感染、骨质疏松情况,以及受伤至手术时间、肿胀消退时间、下地负重时间等。

1.2.2 Harris 髋关节功能评分(Harris hip score, HHS)评估 使用 HHS^[6]通过疼痛等 4 个方面评估患者术前髋关节功能。其分数越高,表示髋关节功能越高。

1.2.3 骨代谢指标检测 采集所有患者术前 24 h 内空腹外周静脉血 5 mL,静置 30 min 后低温离心(德国/WIGGENS, BIOCEN 22R)取上清,分装保存至 -80 °C 冰箱中待检。酶联免疫吸附实验(enzyme-linked immunosorbent assay, ELISA) ELISA 检测骨钙素(科艾博生物, CB10653-Hu)、I 型前胶原 N 端前肽(procollagen type I N-terminal propeptide, PINP)(科艾博生物, CB10154-Hu)水平。

1.3 预后评估 对顺利完成手术的患者进行 3 个月的随访,随访方式包括电话和门诊 2 种,电话随访每周 1 次,叮嘱患者注意事项,避免用力过度,保持营养均衡等,同时及时记录患者反馈情况。3 个月后,通过对患者 X 线检查结果显现评估患者骨折愈合情况,若存在骨折线、颈干角增大、内置物断裂等任一情况记为骨折愈合不良^[7]。其中愈合不良患者 72 例,记为不良组,剩其余患者愈合良好,记为良好组($n=176$)。为确保预后评估质量,对参与随访以及 X 线评估的相关医护人员进行统一培训。同时,对 X 线片评估由 2 名医护人员共同评估,若评估结果不一致,则请教经验更为丰富的主任医师。

1.4 统计学方法 应用 SPSS 27.0 统计软件分析

数据。计量资料比较采用 t 检验;计数资料比较采用 χ^2 检验。多因素 Logistic 回归分析确定老年股骨转子间骨折患者术后骨折愈合不良的影响因素;应用 rms 程序包构建老年股骨转子间骨折患者术后骨折愈合不良的预测模型;受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线评估模型的预测效能;校准曲线评估模型预测概率与观察结果之间的一致性;决策曲线评估模型的净收益。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 良好组和不良组一般资料比较 不良组年龄 ≥ 75 岁、骨折粉碎程度高、术后感染、合并骨质疏松患者占比高于良好组,HHS、PINP、骨钙素水平低于良好组,差异有统计学意义($P<0.05$)。2 组性别、受伤至手术时间、住院时间等一般资料比较差异无统计学意义($P>0.05$),见表 1。

2.2 多因素 Logistic 回归分析老年股骨转子间骨折患者术后骨折愈合不良的影响因素 以表 1 中差异有统计学意义的年龄(<75 岁=0, ≥ 75 岁=1)、骨折粉碎程度(低=0,高=1)、术后感染(否=0,是=1)、骨质疏松(否=0,是=1)以及 HHS(连续变量)、PINP(连续变量)、骨钙素(连续变量取实测值)水平为自变量,以老年股骨转子间骨折患者术后骨折愈合(预后不良=0,愈合良好=1)为因变量进行分析。结果显示,年龄 ≥ 75 岁、骨折粉碎程度高、发生术后感染是老年股骨转子间骨折患者术后骨折愈合不良的独立危险因素,PINP、骨钙素升高是独立保护因素($P<0.05$)。见表 2。

表 1 良好组和不良组一般资料比较

Table 1 Comparison of general data between good healing group and poor healing group

组别	例数	性别(例数,%)		年龄(例数,%)		BMI(例数,%)		吸烟 (例数,%)	饮酒 (例数,%)
		男性	女性	<75岁	≥ 75 岁	<28	≥ 28		
良好组	176	112(63.64)	64(36.36)	111(63.07)	65(36.93)	142(82.68)	34(19.32)	94(53.41)	78(44.32)
不良组	72	48(66.67)	24(33.33)	29(40.28)	43(59.72)	53(73.61)	19(26.39)	43(59.72)	36(50.00)
χ^2/t 值		0.205		10.796		1.520		0.824	0.664
P 值		0.651		0.001		0.218		0.364	0.415
组别	例数	合并基础病(例数,%)			骨折类型(例数,%)		骨折粉碎程度(例数,%)		术后感染 (例数,%)
		高血压	糖尿病	高脂血症	稳定型	不稳定型	高	低	
良好组	176	63(35.80)	57(32.39)	46(26.14)	118(67.05)	58(32.95)	73(41.48)	103(58.52)	58(32.95)
不良组	72	34(47.22)	26(36.11)	25(34.72)	53(73.61)	19(26.39)	48(66.67)	24(33.33)	43(59.72)
χ^2/t 值		2.802	0.318	1.843	1.029		12.976		15.166
P 值		0.094	0.573	0.175	0.310		<0.001		<0.001
组别	例数	骨质疏松 (例数,%)	受伤至手术时间 ($\bar{x} \pm s, h$)	手术时间 ($\bar{x} \pm s, min$)	术中出血量 ($\bar{x} \pm s, mL$)	住院时间 ($\bar{x} \pm s, d$)			
良好组	176	64(36.36)	12.85 \pm 2.24	73.64 \pm 15.71	200.48 \pm 47.24	17.32 \pm 1.85			
不良组	72	37(51.39)	13.26 \pm 2.38	75.31 \pm 16.52	210.67 \pm 54.30	17.58 \pm 2.12			
χ^2/t 值		4.779	1.285	0.749	1.475	0.962			
P 值		0.029	0.200	0.455	0.141	0.337			

表 1 (续)

组别	例数	肿胀消退时间 ($\bar{x} \pm s$, 周)	下地负重时间 ($\bar{x} \pm s$, 周)	HHS ($\bar{x} \pm s$, 分)	PINP ($\bar{x} \pm s$, $\mu\text{g/L}$)	骨钙素 ($\bar{x} \pm s$, $\mu\text{g/L}$)
良好组	176	6.83 \pm 1.94	10.72 \pm 2.63	52.12 \pm 7.04	70.54 \pm 8.26	15.42 \pm 3.38
不良组	72	7.21 \pm 1.68	11.17 \pm 2.74	45.36 \pm 5.45	58.21 \pm 6.48	10.85 \pm 2.67
χ^2/t 值		1.454	1.208	5.139	11.317	10.236
P 值		0.147	0.228	<0.001	<0.001	<0.001

表 2 多因素 Logistic 回归分析骨折愈合不良的影响因素

Table 2 Multivariate Logistic regression analysis of influencing factors of poor fracture healing

变量	回归系数	标准误	Wald χ^2 值	P 值	OR 值	95%CI
年龄(≥ 75 岁)	0.579	0.237	5.977	0.014	1.785	1.122~2.840
骨折粉碎程度高(高)	0.682	0.242	7.944	0.005	1.978	1.231~3.178
术后感染(是)	0.748	0.227	10.806	0.001	2.112	1.352~3.298
骨质疏松(是)	0.387	0.275	1.983	0.159	1.473	0.859~2.525
HHS	-0.375	0.217	2.993	0.084	0.687	0.449~1.051
PINP	-0.541	0.238	5.172	0.023	0.582	0.365~0.928
骨钙素	-0.660	0.251	6.908	0.009	0.517	0.316~0.846

2.3 老年股骨转子间骨折患者术后骨折愈合不良的预测模型构建 基于表 2 结果,整合年龄、骨折粉碎程度、术后感染以及 PINP、骨钙素水平等影响因素,通过 rms 程序 R 预言构建老年股骨转子间骨折患者术后骨折愈合不良的预测模型。结果见图 1,各项影响因素得分相加得到总分后,将总分映射到风险轴上,即可预测骨折愈合不良的概率。

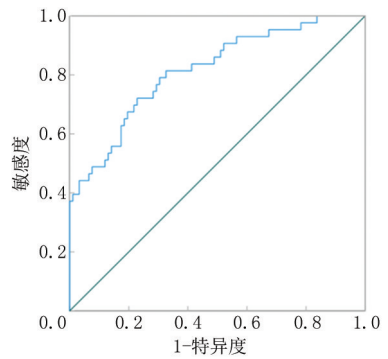


图 2 ROC 曲线

Figure 2 ROC curve

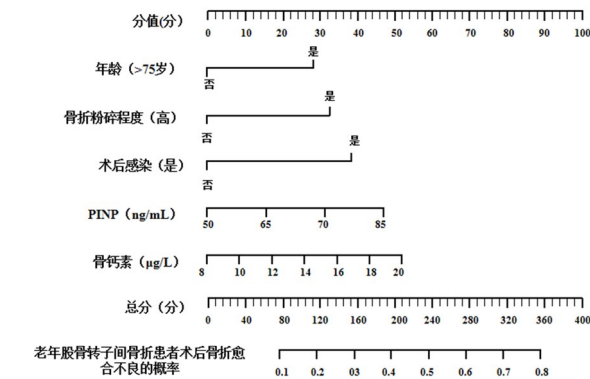


图 1 老年股骨转子间骨折患者术后骨折愈合不良的预测模型构建

Figure 1 Establishment of predictive model for postoperative poor fracture healing in elderly patients with intertrochanteric fracture

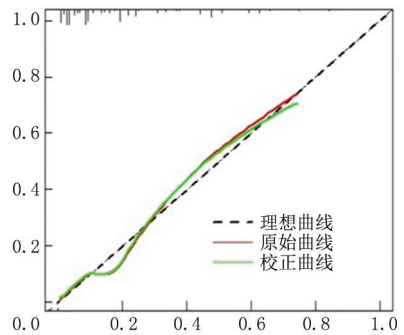


图 3 校准曲线

Figure 3 Calibration curve

2.4 列线图预测模型的评价 绘制该预测模型 ROC 曲线(图 2),该预测模型预测老年股骨转子间骨折患者术后骨折愈合不良的曲线下面积(area under the curve, AUC)为 0.815(95%CI:0.739~0.877),敏感度为 73.09%,特异度为 77.17%,约登指数为 0.493。校准曲线(图 3)显示,其预测概率曲线与实际概率曲线接近,表明该模型预测患者术后骨折愈合不良具有较高的一致性。决策曲线(图 4)结果显示,该模型具有较高的净收益和阈值概率。

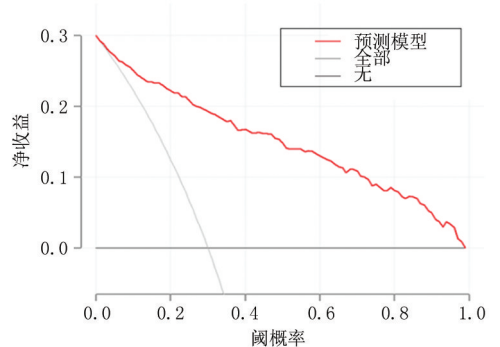


图 4 决策曲线

Figure 4 Decision curve

3 讨 论

3.1 老年股骨转子间骨折患者愈合不良的影响

股骨转子间骨折是老年人常见的骨折类型,在骨质疏松症患者中尤为常见^[8]。疼痛是股骨转子间骨折患者最突出的症状,导致患者难以站立和行走。肿胀也是常见症状之一,由于骨折导致局部血管破裂和软组织出血,髋部会迅速肿胀。这些症状导致患者活动受限,严重影响了生活质量^[9]。骨折患者长期卧床休息,不仅会增加深静脉血栓等并发症风险,还导致身体机能减退,身体和心理负担加重^[10]。患者术后骨折愈合不良会导致疼痛、虚弱、活动能力下降以及手术固定失败,这些会大大延长患者术后恢复时间,进而导致肌肉功能恶化,并发症发生风险增加^[11]。因此,及时评估老年股骨转子间骨折患者术后骨折愈合情况,有利于临床调整治疗方案,减少患者术后卧床时间,改善预后。

3.2 临床特征对老年股骨转子间骨折术后骨折愈合不良的影响

年龄是影响老年股骨转子间骨折术后骨折愈合的重要生理因素之一。随着年龄的正常增长,人体的各项生理机能逐渐衰退,这对骨折愈合过程产生多方面的不利影响。相关数据显示,70%的老年患者曾发生股骨转子间骨折,其中大部分接受过手术治疗^[12]。年龄的增加会导致骨质疏松的发生和发展,患者骨质量下降,骨强度降低,更易发生骨折^[13-14]。本研究结果显示,不良组患者年龄 ≥ 75 岁及骨质疏松患者占比高于良好组,年龄是患者愈合不良的独立影响因素。提示,年龄的增加导致骨质量和骨强度的降低,进而影响患者术后骨折愈合。另外,老年人的血管功能逐渐衰退,血管壁增厚,管腔狭窄,导致骨折部位血液供应减少,影响骨折愈合^[15]。骨折的严重程度与术后骨折愈合具有相关性,开放性骨折伴随着软组织破坏、污染等问题,导致局部炎症持续存在,严重阻碍了骨折愈合^[16]。本研究结果显示,不良组骨折粉碎程度高占比高于良好组,骨折粉碎程度是术后骨折愈合的独立影响因素。提示,骨折粉碎程度越高,骨折断端的情况越复杂,骨头破碎成多块后,其复位难度相较于简单骨折显著增大,导致患者术后愈合不良风险也越大。另外,骨折粉碎程度越高,髓腔估值对内固定物的把持力和稳定性降低,复位后内固定物容易松动,术后预后不良风险也随之增加^[17]。手术能够提高患者的生存率,改善机体功能恢复,但由于术后免疫功能下降,术后感染已成为影响预后的重要因素之一^[18]。本研究结果显示,不良组术后感染占比高

于良好组,术后感染是术后愈合不良的独立影响因素。提示,术后感染引起局部强烈炎症反应,干扰骨折部位成骨细胞的活性,进而影响术后骨折愈合。骨代谢在术后骨折预后中发挥重要作用。

3.3 骨代谢指标对老年股骨转子间骨折术后骨折愈合不良的影响

PINP能够反映成骨细胞的活性和成骨速度,其水平升高通常意味着成骨细胞合成胶原蛋白的活动增强,提示骨形成较为活跃,可用于骨折风险预测以及术后随访^[19]。骨钙素是骨组织中含量较为丰富的蛋白,在骨代谢中,能够调节骨的矿化,维持正常的骨结构^[20]。据报道^[21],髋部骨折患者PINP、骨钙素水平较低,治疗后,两者水平显著提高,且与治疗效果呈正相关。本研究结果显示,PINP、骨钙素是术后愈合不良的独立影响因素。提示,PINP、骨钙素水平的降低意味着骨形成活跃度及骨硬度下降,两者水平越低,术后骨折愈合不良风险越高。

3.4 基于临床特征及骨代谢指标的老年股骨转子间骨折术后愈合不良的列线图预测模型构建与价值探讨

列线图风险模型已被应用于骨折患者术后愈合状态评估^[22-24],本研究基于多因素 Logistic 回归分析结果构建的股骨转子间骨折患者术后骨折愈合的预测模型,其 AUC 高于 0.8,具有良好的准确度和区分度,在临床诊断中具有一定的价值。舒忠军等^[25]构建的骨质疏松性骨折术后再骨折的预测模型,其中,年龄、骨质疏松等是重要的影响因素,本研究结果与之一致。另外,本研究除了年龄、骨折粉碎程度等临床资料,还探究了骨代谢指标 PINP、骨钙素对术后愈合不良的影响,期望能够从骨代谢的微观角度,更加深入且全面地剖析它们与术后骨折愈合不良之间的内在联系,为临床更精准地预测、诊断以及干预术后骨折愈合问题提供新的依据和思路。

综上所述,年龄、骨折粉碎程度、术后感染以及 PINP、骨钙素水平是股骨转子间骨折患者术后骨折愈合不良的独立影响因素,基于此构建的列线图预测模型具有能够较为准确地预测患者术后骨折愈合的风险等级。但本研究存在一定的不足之处,如在影响因素分析中,虽然考虑了多种常见因素,仍可能遗漏一些潜在的影响因素,如围手术期治疗因素、心理因素等,这些因素可能在骨折愈合过程中发挥重要作用。未来研究中,将增加样本量,深入探究更多潜在的影响因素,从而更全面地揭示骨折愈合的机制。

[参考文献]

[1] Huff S, Henningsen J, Schneider A, et al. Differences between

- intertrochanteric and femoral neck fractures in resuscitative status and mortality rates[J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2022,108(5):103231.
- [2] Bedrettin A, Sahin F, Yucel MO. Treatment of intertrochanteric femur fracture with closed external fixation in high-risk geriatric patients: Can it be the most reliable method that reduces mortality to minimum compared to proximal femoral nail and hemiarthroplasty? [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2022,101(1):e28369.
- [3] Bozgeyik B, Büyükbeci O, Güner S, et al. Evaluation of the effect of proximal femur geometry on results of geriatric intertrochanteric fracture surgery [J]. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg*, 2022,28(12):1723-1730.
- [4] Sabbaghzadeh A, Bonakdar S, Gorji M, et al. Evaluation of the effect of preoperative hemoglobin level and proinflammatory factors on intertrochanteric fracture union [J]. *Wien Klin Wochenschr*, 2022,134(11/12):458-462.
- [5] Fang Q, Han J, Liu W, et al. Predictors of and predictive nomogram for cut-out of proximal femur nail anti-rotation device in intertrochanteric fractures[J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2023,143(7):3985-3995.
- [6] Ramadanov N, Voss M, Hable R, et al. Postoperative harris hip score versus harris hip score difference in hip replacement: What to report? [J]. *Orthop Surg*, 2025, 17(1):3-21.
- [7] 中国脆性骨折联盟, 中国老年医学学会骨与关节分会创伤骨科学术工作委员会, 白求恩骨科加速康复联盟, 等. 老年股骨转子间骨折诊疗指南[J]. *中华创伤骨科杂志*, 2020, 22(2): 93-99.
- [8] Liu D, Yu X, Chen L, et al. Ipsilateral femoral neck, intertrochanteric and acetabular fractures with posterior dislocation of the hip: A case report and literature review[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2023,102(47):e36275.
- [9] Li P, Chen H, Fu X, et al. Clinical effects and safety of auricular acupuncture as an adjunct therapy on postoperative pain among patients with hip fracture: A Meta-analysis[J]. *Pain Res Manag*, 2023,78(16):5077772.
- [10] Duan W, Liang H, Fan X, et al. Research progress on the treatment of geriatric intertrochanteric femur fractures with proximal femur bionic nails (PFBNs)[J]. *Orthop Surg*, 2024, 16(10):2303-2310.
- [11] Orji C, Ojo C, Onobun DE, et al. Fracture non-union in osteoporotic bones: Current practice and future directions[J]. *Cureus*, 2024,16(9):e69778.
- [12] Zou L, Pan XY, Xu XD, et al. Application of combined anesthesia with spontaneous breathing in the surgery of intertrochanteric fracture of femur in elderly patients[J]. *Jt Dis Relat Surg*, 2024,35(3):562-573.
- [13] Yang G, Jiang H, Xie D, et al. Association of obesity with osteoporotic fracture risk in individuals with bone metabolism-related conditions: A cross sectional analysis[J]. *Front Nutr*, 2024,11(5):1365587.
- [14] Meijide H, Gredilla I, Cachorro I, et al. The importance of structural barriers of osteoporotic hip fracture in the elderly [J]. *Osteoporos Int*, 2023,34(10):1817-1818.
- [15] Cho HM, Heo H, Jung MC. Iatrogenic injury to the descending branch of the lateral circumflex femoral artery during intertrochanteric fracture fixation: A case report of guide pin-related vascular complication [J]. *Acta Orthop Traumatol Turc*, 2025,59(4):237-240.
- [16] Cao Z, Li C, He J, et al. Early reconstruction delivered better outcomes for severe open fracture of lower extremities: A 15-year retrospective study[J]. *J Clin Med*, 2022,11(23):7174.
- [17] 杨明军, 袁永勋, 袁孔. 股骨转子间骨折内固定术后骨折愈合不良的危险因素分析[J]. *中国烧伤创疡杂志*, 2024, 36(1): 40-43.
- [18] Xi YL, Li B, Pu LQ, et al. Factors associated with the occurrence of postoperative infection of intertrochanteric fracture of the femur and its prediction model creation and validation[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2025,104(29):e43397.
- [19] Tao R, Qiao MQ, Wang B, et al. Laboratory-based biomarkers for risk prediction, auxiliary diagnosis and post-operative follow-up of osteoporotic fractures[J]. *Curr Osteoporos Rep*, 2025,23(1):19.
- [20] Determe W, Hauge SC, Demeuse J, et al. Osteocalcin: A bone protein with multiple endocrine functions [J]. *Clin Chim Acta*, 2025,56(1):120067.
- [21] 林永飞, 郭剑, 蔡东华, 等. 新伤续断汤对老年骨质疏松性股骨转子间骨折髋关节置换术后患者干预效果及对骨密度、骨代谢标志物的影响[J]. *中国老年学杂志*, 2024, 44(7):1620-1624.
- [22] Peng X, Hao X, Zhu T. A nomogram to predict postoperative infection for older hip fracture patients [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2023,143(2):847-855.
- [23] Pan L, Ning T, Wu H, et al. Prognostic nomogram for risk of mortality after hip fracture surgery in geriatrics[J]. *Injury*, 2022,53(4):1484-1489.
- [24] Zhang A, Lin Y, Kong M, et al. A nomogram for predicting the risk of new vertebral compression fracture after percutaneous kyphoplasty[J]. *Eur J Med Res*, 2023,28(1):280.
- [25] 舒忠军, 何忠平, 黄河. 骨质疏松性椎体骨折椎体成形术后邻近椎体再骨折预测模型的构建与验证[J]. *骨科临床与研究杂志*, 2025,10(3):144-151.

(本文编辑:赵丽洁)