

[J]. Basic Clin Med, 2021, 41(10): 1486-1490. Chinese.

[11] KUSHIOKA J, HIRAO M, TSUBOI H, et al. Modified scarf osteotomy with medial capsule interposition for hallux Valgus in rheumatoid arthritis: a study of cases including severe first metatarsophalangeal joint destruction [J]. J Bone Joint Surg Am, 2018, 100(9): 765-776.

[12] NIKI H, AOKI H, INOKUCHI S, et al. Development and reliability of a standard rating system for outcome measurement of foot and ankle disorders I: development of standard rating system [J]. J Orthop Sci, 2005, 10(5): 457-465.

[13] 芮泽, 刘洋, 韩锦学, 等. 类风湿足 2~5 跖骨截骨术与跖趾松解术比较 [J]. 中国矫形外科杂志, 2022, 30(23): 2144-2148. RUI Z, LIU Y, HAN J X, et al. Weil osteotomy versus metatarsophalangeal release of 2~5 toes for rheumatoid forefoot deformities [J]. Orthop J China, 2022, 30(23): 2144-2148. Chinese.

[14] 丁晓琳, 芮泽, 张玲, 等. 类风湿足畸形保留 2~5 跖趾关节手术的临床疗效 [J]. 中国矫形外科杂志, 2020, 28(20): 1904-1906. DING X L, RUI Z, ZHANG L, et al. Clinical effect of surgery to preserve 2-5 metatarsophalangeal joint for rheumatoid foot deformity [J]. Orthop J China, 2020, 28(20): 1904-1906. Chinese.

[15] ZAID H H G, DI W, YANG R F, et al. Surgical management of monoarticular rheumatoid arthritis of the fifth metatarsophalangeal joint [J]. Orthop Surg, 2020, 12(6): 1597-1604.

[16] BOLLAND B J, SAUVÉ P S, TAYLOR G R. Rheumatoid forefoot reconstruction: first metatarsophalangeal joint fusion combined with Weil's metatarsal osteotomies of the lesser rays [J]. J Foot Ankle Surg, 2008, 47(2): 80-88.

(收稿日期: 2023-03-24 本文编辑: 李宜)

踝关节骨折术后创伤性关节炎发生的影响因素及风险预测模型的构建

李松, 杨滕尧, 彭茜

(广元市第一人民医院, 四川 广元 628000)

【摘要】 目的: 探讨影响踝关节骨折患者术后创伤性关节炎的危险因素, 并构建风险预测模型。方法: 选取 2020 年 5 月至 2022 年 5 月治疗的 550 例踝关节骨折患者为研究对象, 按照 7:3 分为建模组 (385 例) 和验证组 (165 例), 建模组根据术后是否发生创伤性关节炎将患者作为发生组 (112 例) 和未发生组 (273 例)。记录患者的年龄、身体质量指数 (body mass index, BMI)、性别、吸烟史、糖尿病史、致伤原因、骨折类型、手术时机、体力劳动、开放性损伤、骨质疏松、复位不良、术后负重时间、血管损伤、手术方式等信息; 采用单因素和多因素 Logistic 回归分析影响踝关节骨折患者术后发生创伤性关节炎的危险因素; 采用 R 软件建立构建列线图预测模型; 采用受试者工作特征 (receiver operating characteristic, ROC) 曲线、校准图验证模型的区分度以及一致性。结果: 建模组 112 例出现术后创伤性关节炎, 273 例未发生。单因素分析结果显示, 发生组和未发生组年龄、BMI、骨折类型、手术时机、体力劳动 > II 级、开放性损伤、骨质疏松、复位不良例数比较, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$); 多因素 Logistic 回归分析结果显示年龄 ($OR = 2.887$)、BMI ($OR = 4.042$)、骨折类型 ($OR = 4.244$)、手术时机 ($OR = 2.665$)、体力劳动 > II 级 ($OR = 5.099$)、骨质疏松 ($OR = 10.219$)、复位不良 ($OR = 3.112$) 均为影响踝关节骨折患者术后创伤性关节炎的独立危险因素 ($P < 0.05$)。基于以上危险因素建立预测踝关节骨折患者术后创伤性关节炎发生风险的列线图模型, 并进行内外部验证, 结果显示建模组和验证组校准曲线显示校正曲线和理想曲线拟合度均较好, 表明模型预测术后创伤性关节炎发生风险与实际发生风险基本一致; ROC 曲线下面积分析结果显示分别为 $0.867 [95\%CI(0.826, 0.908)]$ 、 $0.882 [95\%CI(0.827, 0.938)]$, 表明预测模型具有良好的预测能力。结论: 年龄、BMI、骨折类型、手术时机、体力劳动 > II 级、骨质疏松、复位不良均为影响踝关节骨折患者术后创伤性关节炎的危险因素, 基于以上危险因素构建的预测模型可有效评估踝关节骨折患者术后创伤性关节炎的发生风险。

【关键词】 踝关节骨折; 创伤性关节炎; 影响因素; 列线图; 预测模型

中图分类号: R687.3

DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.20221216

开放科学 (资源服务) 标识码 (OSID):



Influencing factors of traumatic arthritis after ankle fracture surgery and construction of risk prediction model

LI Song, YANG Cheng-yao, PENG Qian (Guangyuan City First People's Hospital, Guangyuan 628000, Sichuan, China)

ASBTRACT Objective To explore risk factors of post-operative traumatic arthritis in patients with ankle fracture, and to establish risk prediction model. **Methods** Totally 550 patients with ankle fracture treated from May 2020 to May 2022 were selected as research objects and divided into modeling group (385 patients) and verification group (165 patients) according to

通讯作者: 彭茜 E-mail: 306368428@qq.com

Corresponding author: PENG Qian E-mail: 306368428@qq.com

7:3. In modeling group, patients were classified as occurrence group (112 patients) and non-occurrence group (273 patients) according to whether traumatic arthritis occurred after operation. Age, body mass index (BMI), gender, smoking history, diabetes history, injury type, fracture type, operation time, manual labor, open injury, osteoporosis, poor reduction, postoperative weight-bearing time, vascular injury, and surgical method were recorded; risk factors of traumatic arthritis in ankle fracture patients were analyzed by single factor and multi factor logistic regression analyses; R software was used to build the prediction model of line graph; receiver operating characteristic (ROC) curve and calibration graph were applied to verify the discrimination and consistency of the model. **Results** One hundred and twelve of 385 patients with ankle fracture were developed to postoperative traumatic arthritis, and 275 did not. Univariate analysis showed that there were significant differences in age, BMI, fracture type, operation time, physical labor above II, open injury, osteoporosis and poor reduction between two groups ($P < 0.05$). Multivariate Logistic regression analysis showed that age ($OR=2.887$), BMI ($OR=4.042$), fracture type ($OR=4.244$), operation time ($OR=2.665$), physical labor above grade II ($OR=5.099$), osteoporosis ($OR=10.219$), and poor reduction ($OR=3.112$) were independent risk factors for traumatic arthritis after ankle fracture ($P < 0.05$). Based on the above risk factors, a nomogram model was established to predict the risk of postoperative traumatic arthritis in ankle fracture patients, and internal and external verification was conducted. The results showed calibration curve of modeling group and verification group showed a good fit between correction curve and ideal curve, indicating that the predicted risk of postoperative traumatic arthritis by the model was basically consistent with actual risk. Area under ROC curve analysis results showed 0.867 [95%CI(0.826, 0.908)] and 0.882 [95%CI(0.827, 0.938)], respectively, indicating that the prediction model had good prediction ability. **Conclusion** Age, BMI, fracture type, operation time, physical labor above grade II, osteoporosis and poor reduction are all risk factors for post-operative traumatic arthritis in patients with ankle fracture. The prediction model based on the above risk factors could effectively evaluate risk of post-operative traumatic arthritis in patients with ankle fracture.

KEYWORDS Ankle fracture; Traumatic arthritis; Influencing factors; Nomogram; Prediction model

踝关节是人体重要的承重关节之一,由内踝、外踝、胫骨、腓骨下端的关节面与距骨滑车构成^[1-2]。随着社会交通以及建筑行业的迅速发展,踝关节骨折已成为临床常见的意外损伤,并呈逐年上升趋势^[3-4]。手术可尽可能恢复踝关节正常的解剖结构及功能,但因为踝关节负重较大、两侧紧张等特点,术后创伤性关节炎发生率较高。创伤性关节炎是因为创伤而引起的关节软骨病变,一旦发生,会造成患者关节疼痛、僵硬等,严重时甚至出现关节积液及畸形,严重影响患者的日常行动能力^[5-6]。创伤性关节炎的发生与多种因素有关,但其发病机制尚不明确^[7]。本研究拟对影响踝关节骨折患者术后发生创伤性关节炎的危险因素进行分析,并建立相关发生风险列线图预测模型,以期降低术后创伤性关节炎的发生率及预防提供参考依据。

1 资料与方法

1.1 病例选择

纳入标准:(1)踝关节骨折参照《实用骨科学(第4版)》^[8],且均经CT、X线等影像学检查确诊。(2)满足手术指征并进行手术治疗。(3)首次发生骨折。排除标准:正在接受抗凝治疗的患者;严重肝、肾功能异常;合并其他恶性肿瘤者;先天性下肢畸形;有精神类疾病、认知障碍等;合并其他部位骨折。

1.2 创伤性关节炎判定标准

创伤性关节炎判定标准采用《新编临床骨科学》^[9]联合踝关节X线片进行评估:有明显外伤史,发病时间较慢,早期关节酸痛,运动后有明显僵硬

感,劳累后症状加重,且在活动时有关节的摩擦音;X线检查示关节间隙变窄,软骨下关节面硬化,且关节边缘有不等程度的骨刺形成。

1.3 临床资料

采用便利抽样法,选取2020年5月至2022年5月治疗的550例踝关节骨折患者为研究对象,采用Logistic自变量事件数法计算样本量,本研究共纳入15个样本量,至少需要150例,经本院50例小样本测得踝关节骨折患者创伤性关节炎的发生率为30%(15/50),因此,本研究最小样本量为503例,考虑到10%的失访率,本研究最终确定样本量为670例。将纳入患者按照7:3分为建模组和验证组。建模组男207例,女178例;年龄47~73(60.19±5.98)岁;身体质量指数(body mass index, BMI)19.42~29.26(24.04±2.15) kg·m⁻²;后踝骨折124例,其他骨折261例;有吸烟史146例;有糖尿病史162例;伤后≥7 d者177例,伤后<7 d者208例;体力劳动>II级180例;术后负重≤3个月137例,>3个月248例;开放性损伤89例;血管损伤25例;跌倒扭伤129例,坠落伤105例,车祸伤151例;骨质疏松145例;复位不良137例;拉力螺钉78例,克氏针与张力带100例,钢板+拉力螺钉85例,钢板螺钉122例。验证组165例,男91例,女74例;年龄47~73(60.19±5.98)岁;BMI为19.38~29.29(24.05±2.17) kg·m⁻²;后踝骨折58例,其他骨折107例;有吸烟史55例;糖尿病史61例;伤后≥7 d者67例,伤后<7 d者98例;体力劳动>II级69例;术后负

重≤3 个月 51 例,>3 个月 114 例;开放性损伤 42 例;血管损伤 12 例;跌倒扭伤 50 例,坠落伤 43 例,车祸伤 72 例;骨质疏松 52 例;复位不良 50 例;拉力螺钉 36 例,克氏针与张力带 43 例,钢板+拉力螺钉 30 例,钢板螺钉 56 例。本研究经医院医学伦理委员会批准同意(批号:GYYYLW2023020801)。

1.4 观察项目与方法

本研究共纳入 15 个危险因素,自行设计基线资料调查表包括年龄、BMI、性别、吸烟史(吸烟时间≥1 年)、糖尿病史(有、无)、致伤原因(跌倒扭伤、坠落伤、车祸伤)、骨折类型(后踝及其他)、手术时机(伤后<7 d、伤后≥7 d)、体力劳动(体力劳动体力劳动分级按照 GB3869-83 中华人民共和国国家标准体力劳动强度分级^[10],分为 I-IV 级,>II 级定义为 8 h 工作日平均每人耗能值≥5 560.1 千卡,净劳动时间≥320 min)、开放性损伤、骨质疏松、复位不良(通过 X 线观察复位情况,关节内台阶或间隙>2 mm)、术后负重时间(≤3 个月、>3 个月)、血管损伤、手术方式(拉力螺钉、克氏针与张力带、钢板+拉力螺钉、钢板螺钉)。

1.5 统计学处理

采用 SPSS 22.0 软件进行统计学分析。定性资料比较采用χ² 检验,多组间比较采用单因素方差分析。先将建模组数据进行单因素分析,有统计学意义的因素进行多因素 Logistic 逐步回归分析得到影响创伤性关节炎发生的独立因素;将独立危险因素引入 R 软件并建立风险预测模型。内部验证在验证组中进行,采用受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线评估列线图预测模型的区分度;采用 Hosmer-Lemeshow 检验、绘制校准曲线评价列线图预测模型的一致性。以 P<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

建模组和验证组基线资料比较,差异均无统计学意义,具有可比性(P>0.05)。见表 1。

2.1 建模组术后发生创伤性关节炎的单因素分析

建模组 112 例出现术后创伤性关节炎(发生组),273 例未发生(未发生组)。单因素分析结果显示,两组年龄、BMI、骨折类型、手术时机、体力劳动>II 级、开放性损伤、骨质疏松、复位不良例数比较,差

表 1 建模组和验证组基线资料比较

Tab.1 Comparison of baseline data between modeling group and validation group

单位:例(%)

组别	例数	年龄		性别		BMI		骨折类型		
		>60 岁	≤60 岁	男	女	<24 kg·m ⁻²	≥24 kg·m ⁻²	后踝	其他	
建模组	385	147(38.18)	238(61.82)	207(53.77)	178(46.23)	220(57.14)	165(42.86)	124(32.21)	261(67.79)	
验证组	165	55(33.33)	110(66.67)	91(55.15)	74(44.85)	89(53.94)	76(46.06)	58(35.15)	107(64.85)	
检验值		χ ² =1.168		χ ² =0.089		χ ² =0.481		χ ² =0.452		
P 值		0.280		0.765		0.488		0.501		
组别	例数	吸烟史		糖尿病史		手术时机		体力劳动>II 级		
		有	无	有	无	伤后≥7 d	伤后<7 d	是	否	
建模组	385	146(37.92)	239(62.08)	162(42.08)	223(57.92)	177(45.97)	208(54.03)	180(46.75)	205(53.25)	
验证组	165	55(33.33)	110(66.67)	61(36.97)	104(63.03)	67(40.61)	98(59.39)	69(41.82)	96(58.18)	
检验值		χ ² =1.049		χ ² =1.250		χ ² =1.348		χ ² =1.135		
P 值		0.306		0.264		0.246		0.287		
组别	例数	术后负重时间		开放性损伤		血管损伤		致伤原因		
		≤3 个月	>3 个月	是	否	有	无	跌倒扭伤	坠落伤	车祸伤
建模组	385	137(35.58)	248(64.42)	89(23.12)	296(76.88)	25(6.49)	360(93.51)	129(33.51)	105(27.27)	151(39.22)
验证组	165	51(30.91)	114(69.09)	42(25.45)	123(74.55)	12(7.27)	153(92.73)	50(30.30)	43(26.06)	72(43.64)
检验值		χ ² =1.122		χ ² =0.348		χ ² =0.112		F=0.983		
P 值		0.289		0.555		0.738		0.612		
组别	例数	骨质疏松		复位不良		手术方式				
		是	否	是	否	拉力螺钉	克氏针与张力带	钢板+拉力螺钉	钢板螺钉	
建模组	385	145(37.66)	240(62.34)	137(35.58)	248(64.42)	78(20.26)	100(25.97)	85(22.07)	122(31.70)	
验证组	165	52(31.52)	113(68.48)	50(30.30)	115(69.70)	36(21.82)	43(26.06)	30(18.18)	56(33.94)	
检验值		χ ² =1.899		χ ² =1.436		F=1.155				
P 值		0.168		0.231		0.764				

异有统计学意义($P<0.05$),两组性别、吸烟史、糖尿病史、术后负重时间、血管损伤、致伤原因、手术方式比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。见表 2。

2.2 多因素 Logistic 回归分析

将术后创伤性关节炎作为因变量(未发生=0,发生=1),以年龄、BMI、骨折类型等为自变量进行多因素 Logistic 回归分析,变量赋值方式见表 3。结果显示,年龄($OR=2.887$)、BMI($OR=4.042$)、骨折类型($OR=4.244$)、手术时机($OR=2.665$)、体力劳动 $>II$ 级($OR=5.099$)、骨质疏松($OR=10.219$)、复位不良($OR=3.112$)均是影响术后创伤性关节炎的独立危险因素($P<0.05$)。见表 4。

2.3 预测模型建立和评估

基于 Logistic 回归分析中筛选得到的独立危险因素构建列线图预测模型,见图 1。

Hosmer-Lemeshow 拟合优度检

验结果显示,建模组的 $\chi^2=7.466, P=0.487$,验证组的 $\chi^2=7.693, P=0.360$,表明建立的模型具有较高的一致性。预测踝关节骨折患者术后发生创伤性关节炎的校正曲线均接近于理想曲线,见图 2、图 3。ROC 曲

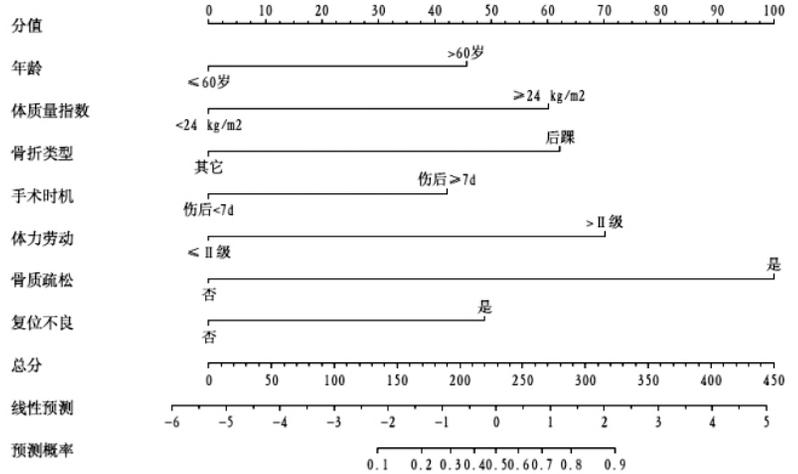


图 1 影响踝关节骨折患者术后发生创伤性关节炎的预测模型

Fig.1 Predictive models affecting postoperative traumatic arthritis in patients with ankle fracture

表 2 建模组术后发生创伤性关节炎的单因素分析

Tab.2 Univariate analysis of postoperative traumatic arthritis in modeling group

组别	例数	年龄		性别		BMI		骨折类型		
		>60 岁	≤60 岁	男	女	<24 kg·m ⁻²	≥24 kg·m ⁻²	后踝	其他	
发生组	112	62(55.36)	50(31.14)	63(56.25)	49(43.75)	48(42.86)	64(57.14)	61(54.46)	51(45.54)	
未发生组	273	85(44.64)	188(68.86)	144(52.75)	129(47.25)	172(63.00)	101(37.00)	63(23.08)	210(76.92)	
检验值		$\chi^2=19.740$		$\chi^2=0.392$		$\chi^2=13.162$		$\chi^2=35.833$		
P 值		0.000		0.531		0.000		0.000		
组别	例数	吸烟史		糖尿病史		手术时机		体力劳动>II 级		
		有	无	有	无	伤后≥7 d	伤后<7 d	是	否	
发生组	112	42(37.50)	70(62.50)	45(40.18)	67(59.82)	63(56.25)	49(43.75)	71(63.39)	41(36.61)	
未发生组	273	104(38.10)	169(61.90)	117(42.86)	156(57.14)	114(41.76)	159(58.24)	109(39.93)	164(60.07)	
检验值		$\chi^2=0.012$		$\chi^2=0.234$		$\chi^2=6.715$		$\chi^2=17.567$		
P 值		0.913		0.629		0.010		0.000		
组别	例数	术后负重时间		开放性损伤		血管损伤		致伤原因		
		≤3 个月	>3 个月	是	否	有	无	跌倒扭伤	坠落伤	车祸伤
发生组	112	46(41.07)	66(58.93)	36(32.14)	76(67.86)	11(9.82)	101(90.18)	39(34.82)	30(26.79)	43(38.39)
未发生组	273	91(33.33)	182(66.67)	53(19.41)	220(80.59)	14(5.13)	259(94.87)	90(32.97)	75(27.47)	108(39.56)
检验值		$\chi^2=2.075$		$\chi^2=7.240$		$\chi^2=2.881$		$F=0.123$		
P 值		0.150		0.007		0.090		0.940		
组别	例数	骨质疏松		复位不良		手术方式				
		是	否	是	否	拉力螺钉	克氏针与张力带	钢板+拉力螺钉	钢板螺钉	
发生组	112	72(64.29)	40(35.71)	61(54.46)	51(45.54)	23(20.54)	30(26.79)	28(25.00)	31(27.67)	
未发生组	273	73(26.74)	200(73.26)	76(27.84)	197(72.16)	55(20.15)	70(25.64)	57(20.88)	91(33.33)	
检验值		$\chi^2=47.685$		$\chi^2=24.562$		$F=1.458$				
P 值		0.000		0.000		0.692				

表 3 变量赋值方式
Tab.3 Variable assignment method

变量	赋值方式
年龄	>60 岁=1, ≤60 岁=0
身体质量指数	<24 kg·m ⁻² =0, ≥24 kg·m ⁻² =1
骨折类型	其他=0, 后踝=1
手术时机	伤后<7 d=0, 伤后≥7 d=1
体力劳动	≤Ⅱ级=0, >Ⅱ级=1
开放性损伤	否=0, 是=1
骨质疏松	否=0, 是=1
复位不良	否=0, 是=1

线结果显示, 建模组和验证组预测术后发生创伤性关节炎的曲线下面积分别为 0.867 [95%CI(0.826, 0.908)]、0.882 [95%CI(0.827, 0.938)], 表明该模型的预测价值较高。见图 4、图 5。

3 讨论

3.1 踝关节骨折术后创伤性关节炎发生现状

踝关节是人体最重要的活动、负重关节。近年来, 踝关节骨折的发生率逐年提高, 每年每 10 万人中就有 174 例发生^[11-12]。踝关节骨折常引起患者皮下瘀斑、踝部肿胀、踝部疼痛和行走困难, 多数患者在进行早期积极干预治疗后恢复良好, 但仍有部分患者在术后发生创伤性关节炎, 给患者的日常生活以及工作带来诸多不便^[13-14]。因此, 积极探索踝关节骨折患者术后创伤性关节炎发生的相关因素, 早期识别高危人群, 并制定针对性的方案, 对减少术后创伤性关节炎的发生显得尤为重要。

3.2 术后创伤性关节炎的危险性因素分析

本研究建模组 112 例出现术后创伤性关节炎, 占比 29.09%。本研究结果显示年龄、BMI、骨折类型、手术时机、体力劳动>Ⅱ级、骨质疏松、复位不良均为影响术后创伤性关节炎的危险因素。随着年龄的增加, 人体免疫力以及自我修复能力均下降, 患者体质

表 4 多因素 Logistic 回归分析影响踝关节骨折患者术后创伤性关节炎的危险因素

Tab.4 Multivariate Logistic regression analysis of risk factors of postoperative traumatic arthritis in patients with ankle fracture

因素	B 值	SE	Wald χ^2 值	P 值	OR 值	95%CI
年龄	1.060	0.306	11.995	0.001	2.887	1.584-5.260
身体质量指数	1.397	0.327	18.244	0.000	4.042	2.129-7.672
骨折类型	1.446	0.487	8.804	0.003	4.244	1.633-11.027
手术时机	0.980	0.345	8.066	0.005	2.665	1.355-5.243
体力劳动>Ⅱ级	1.629	0.344	22.481	0.000	5.099	2.600-9.998
骨质疏松	2.324	0.348	44.730	0.000	10.219	5.171-20.194
复位不良	1.135	0.522	4.725	0.030	3.112	1.118-8.661
常量	-5.323	0.539	97.418	0.000	0.005	

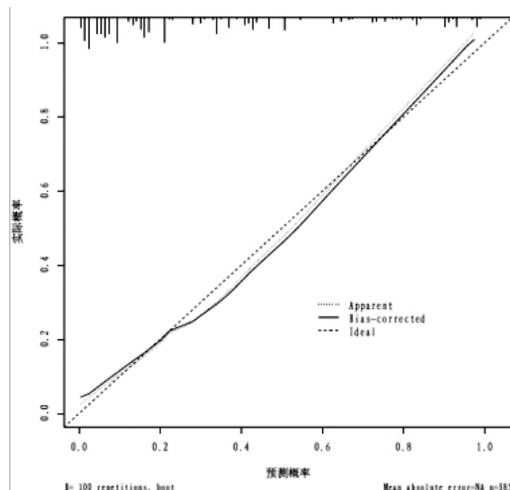


图 2 建模组校准曲线
Fig.2 Calibration curve of modeling group

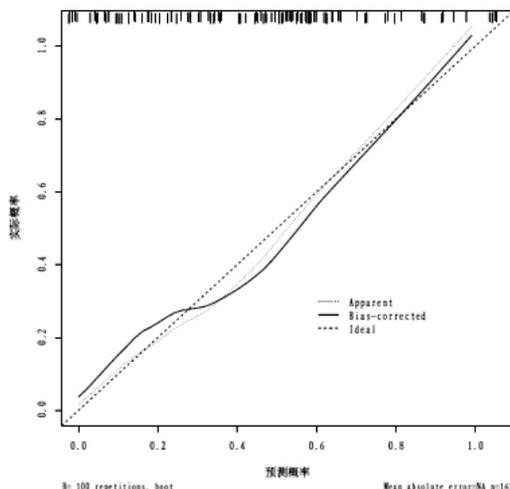


图 3 验证组校准曲线
Fig.3 Calibration curve of verification group

变差等, 致使骨折愈合速度减慢、踝关节功能恢复障碍。且多数高龄患者合并骨质疏松, 关节面容易发生塌陷, 会造成手术螺钉的固定力降低, 影响骨折固定

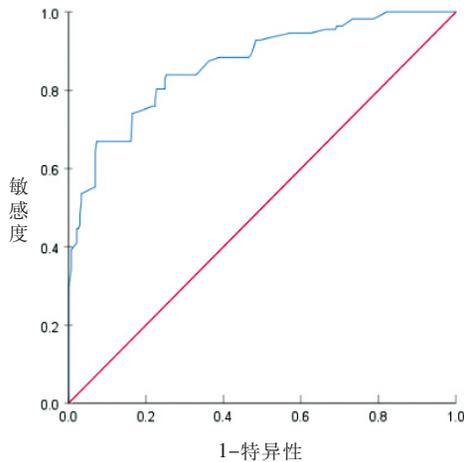


图 4 建模组 ROC 曲线

Fig.4 ROC curve of modeling group

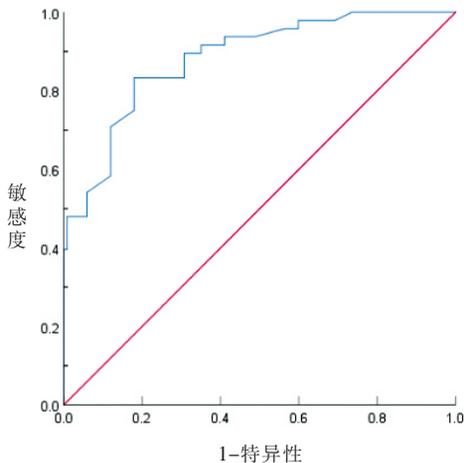


图 5 验证组 ROC 曲线

Fig.5 ROC curve of validation group

的可靠性^[15-17],使术后易发生感染、愈合不良等多种情况,导致术后创伤性关节炎发生风险增高。因此,建议术前详细了解患者骨密度情况,针对老年患者可制定不同的康复措施,合理进行锻炼,尽量避免因不适当的运动造成损伤。当 $BMI \geq 24 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$, 患者进行高强度的体力劳动会造成踝关节负重增加,使踝关节的负重力线不正,而关节面也会遭受磨损及破坏^[18],进一步导致创伤性关节炎的发生。因此,建议医护人员应及时告知患者,适当减轻体重,在术后短时间内避免高强度体力劳动,注意休息,可逐步缓慢增加劳动轻度,从而降低创伤性关节炎的发生。如果错过了最佳救治时间,术中解剖复位的难度增加,不仅影响患者的预后及功能恢复,也大幅增加了术后创伤性关节炎的发生风险。因此,针对踝关节骨折患者在体征及各指标正常的情况下应尽快安排手术,降低创伤性关节炎的发生率。后踝关节骨折的复位固定是三踝骨折中最困难的,复位不良也易造成创伤性关节炎的发生^[19-21]。因此,临床医师应尽可能地

固定复位后的后踝骨块,减少术后复位不良发生率,从而改善患者预后。

3.3 Nomogram 图模型的建立和应用及验证

列线图模型能通过将 Logistic 回归结果量化、图形化、可视化,实现对疾病发病风险的个体化预测,现已成功应用于多种疾病的临床诊断及预后评估。本研究基于其独立危险因素结果建立了多参数创伤性关节炎列线图预测模型,并对列线图预测模型进行了内部验证。经 ROC 曲线分析及 Hosmer-Lemeshow 拟合优度检验对列线图进行内部验证,结果均证明本研究建立的踝关节骨折患者发生创伤性关节炎预测模型具有良好的校准度、区分度和一致性。根据列线图模型评分能计算出踝关节骨折患者术后发生创伤性关节炎的风险概率,筛选出术后创伤性关节炎的风险患者,制定针对性的措施提高患者术后恢复,具有良好的临床适用性。

3.4 本研究不足与展望

本研究是基于单中心的回顾性资料建立的,尚未进行外部验证。因此,未来在应用于临床实践前,需在其他机构进行验证。此外,本研究纳入病例数较小,纳入因素也少,可能导致结果存在偏倚,有待进一步完善预测模型的精确度并证实结果。

综上所述,年龄、BMI、骨折类型、手术时机、体力劳动 > II 级、骨质疏松、复位不良均是影响踝关节骨折患者术后创伤性关节炎的危险因素,基于以上危险因素构建的预测模型有助于预测踝关节骨折患者术后创伤性关节炎发生风险。

参考文献

- [1] 刘宇. 影响踝关节骨折术后患者踝关节功能恢复的相关因素分析[J]. 现代医学与健康研究电子杂志, 2021, 5(22): 101-103.
LIU Y. Analysis of related factors affecting the recovery of ankle function in patients with ankle fracture after operation[J]. Mod Med Health Res Electron J, 2021, 5(22): 101-103. Chinese.
- [2] 李亚星, 任毅, 唐霞, 等. 特殊命名的踝关节骨折及其诊疗要点[J]. 中华骨科杂志, 2019, 39(21): 1344-1356.
LI Y X, REN Y, TANG X, et al. The special named ankle fractures; the diagnosis and treatment[J]. Chin J Orthop, 2019, 39(21): 1344-1356. Chinese.
- [3] 张姗姗, 刘航宇, 崔立敏. 踝关节骨折术后切口感染危险因素 Meta 分析[J]. 中国感染控制杂志, 2022, 21(9): 916-925.
ZHANG S S, LIU H Y, CUI L M. Meta-analysis on risk factors for incisional infection after ankle fracture surgery[J]. Chin J Infect Contr, 2022, 21(9): 916-925. Chinese.
- [4] 黄秋波, 王帅. CT 三维重建技术对踝关节骨折分型诊断及术后疗效的评估价值[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2022, 20(10): 162-164.
HUANG Q B, WANG S. Value of CT three-dimensional reconstruction technology in the diagnosis of ankle fracture classification and evaluation of postoperative curative effect[J]. Chin J CT MRI, 2022, 20(10): 162-164. Chinese.

- [5] JIN X, LI D, YANG L, et al. Analysis of risk factors and surgical strategy of knee traumatic arthritis after internal plate fixation in the treatment of tibial plateau fracture[J]. *Comput Math Methods Med*, 2022, 2022: 9146227.
- [6] 李飞, 宋娇. 踝关节骨折术后并发创伤性关节炎的影响因素分析[J]. *临床医学*, 2019, 39(6): 21-23.
LI F, SONG J. Logistic regression analysis of influencing factors of traumatic arthritis after ankle fracture surgery[J]. *Clin Med*, 2019, 39(6): 21-23. Chinese.
- [7] 程辉, 王飞, 从凯, 等. 髌臼骨折术后继发创伤性关节炎的相关危险因素[J]. *临床与病理杂志*, 2021, 41(8): 1958-1963.
CHENG H, WANG F, CONG K, et al. Influencing factors of traumatic arthritis after acetabular fracture surgery[J]. *J Clin Pathol Res*, 2021, 41(8): 1958-1963. Chinese.
- [8] 胥少汀, 葛宝丰, 徐印坎. 实用骨科学[M]. 第 4 版. 北京: 人民军医出版社, 2012: 650-665.
XU S T, GE B F, XU Y K. *Practical Orthopedics*[M]. 4th ed. Beijing: People's Military Medical Press, 2012: 650-665. Chinese.
- [9] 陶天遵. 新编临床骨科学[M]. 北京: 北京科学技术出版社, 2002: 1499-1450.
TAO T Z. *New Clinical Orthopaedics and Traumatology*[M]. Beijing: Beijing Science & Technology Press, 2002: 1499-1450. Chinese.
- [10] 余永中, 李天麟. 中华人民共和国国家标准体力劳动强度分级[J]. *劳动保护科学技术*, 1997(6): 15-16.
YU Y Z, LI T L. People's Republic of China (PRC) national standard physical labor intensity classification[J]. *Sci Technol Labour Prot*, 1997(6): 15-16. Chinese.
- [11] MARX C, SCHASER K D, RAMMELT S. Early corrections after failed ankle fracture fixation[J]. *Z Orthop Unfall*, 2021, 159(3): 323-331.
- [12] 李振东, 施忠民. 容易忽视的踝关节骨折[J]. *中国骨伤*, 2020, 33(7): 593-595.
LI Z D, SHI Z M. An easily neglected ankle joint fractures [J]. *China J Orthop Traumatol*, 2020, 33(7): 593-595. Chinese.
- [13] 姜万嵩, 韩庚奋, 刘成, 等. 踝关节骨折后创伤性骨性关节炎患者外周血 IL-1 β 和 MMP-13 水平及其与关节功能的相关性研究[J]. *现代检验医学杂志*, 2022, 37(5): 171-175.
JIANG W S, HAN G F, LIU C, et al. Study on the levels of IL-1 β and MMP-13 in peripheral blood of patients with traumatic osteoarthritis after ankle fracture and their relationship with joint function[J]. *J Mod Lab Med*, 2022, 37(5): 171-175. Chinese.
- [14] 瞿晓东, 周敬杰, 翟宏伟, 等. 运动针法与整骨疗法治疗创伤性膝关节炎的疗效观察[J]. *中国骨伤*, 2019, 32(6): 493-497.
QU X D, ZHOU J J, ZHAI H W, et al. Therapeutic effect of exercise acupuncture and osteopathy on traumatic knee arthritis [J]. *China J Orthop Traumatol*, 2019, 32(6): 493-497. Chinese.
- [15] 王丽冰. 胫骨创伤性骨折患者术后创伤性关节炎发生情况及其影响因素[J]. *临床医学工程*, 2021, 28(9): 1289-1290.
WANG L B. Occurrence and influencing factors of postoperative traumatic arthritis in patients with tibial traumatic fracture [J]. *Clin Med Eng*, 2021, 28(9): 1289-1290. Chinese.
- [16] 张成宝, 崔晓伟, 苏甲. 髌臼骨折患者术后发生创伤性关节炎的因素分析[J]. *医药论坛杂志*, 2021, 42(22): 92-95.
ZHANG C B, CUI X W, SU J. Analysis of factors of traumatic arthritis in patients with acetabular fracture after operation [J]. *J Med Forum*, 2021, 42(22): 92-95. Chinese.
- [17] 靳小龙, 金成浩, 蔡迎. 髌臼骨折术后继发创伤性关节炎的影响因素分析及处理[J]. *医学理论与实践*, 2020, 33(4): 598-600.
JIN X L, JIN C H, CAI Y. Analysis and treatment of influencing factors of traumatic arthritis after acetabular fracture operation [J]. *J Med Theory Pract*, 2020, 33(4): 598-600. Chinese.
- [18] CARDOSO D V, PACCAUD J, DUBOIS-FERRIÈRE V, et al. The effect of BMI on long-term outcomes after operatively treated ankle fractures: a study with up to 16 years of follow-up [J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2022, 23(1): 317.
- [19] 谢文勇, 刘以俊, 芦浩, 等. 三踝骨折术后创伤性关节炎和功能预后的危险因素分析[J]. *中华骨与关节外科杂志*, 2021, 14(7): 606-610.
XIE W Y, LIU Y J, LU H, et al. Risk factors for traumatic arthritis and functional outcomes of trimalleolar fractures [J]. *Chin J Bone Jt Surg*, 2021, 14(7): 606-610. Chinese.
- [20] VERHAGE S M, KRIJNEN P, SCHIPPER I B, et al. Persistent postoperative step-off of the posterior malleolus leads to higher incidence of post-traumatic osteoarthritis in trimalleolar fractures [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2019, 139(3): 323-329.
- [21] XIE W Y, LU H, ZHAN S Z, et al. Outcomes of posterior malleolar fractures with intra-articular impacted fragment [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2023, 143(1): 141-147.

(收稿日期: 2023-05-12 本文编辑: 李宜)