

论著·临床研究

老年患者膝关节置换术后并发假体周围骨质溶解的危险因素及风险预测模型[▲]

付美清 杨俊 张羽 王灿斌 侯鹏程 黄康 刘顺 余专一

(江西省鹰潭市一八四医院关节运动医学科,江西省鹰潭市 335000)

【摘要】 目的 探讨老年患者膝关节置换术后1年并发假体周围骨质溶解的危险因素,并构建风险预测模型。方法 选取250例接受膝关节置换术的老年患者作为研究对象,分为建模组($n=175$)和验证组($n=75$)。术后随访1年,根据患者并发假体周围骨质溶解情况将建模组分为并发组和未并发组,采用单因素分析和多因素 Logistic 回归模型分析膝关节置换术后并发假体周围骨质溶解的危险因素,并基于危险因素采用列线图构建风险预测模型。采用 Hosmer-Lemeshow 检验验证 Logistic 回归模型的拟合优度,绘制受试者工作特征(ROC)曲线、校准曲线及决策曲线分别评价风险预测模型的区分度、校准度及临床适用性。结果 共有116例(46.40%)老年患者膝关节置换术后并发假体周围骨质溶解。并发组的膝关节美国特种外科医院(HSS)评分、术前巨噬细胞水平、固定方式、术后股骨后髁偏移距离(PCO)、术后胫骨后倾角(PTS)、术后关节线与未并发组比较,差异有统计学意义($P<0.05$)。多因素 Logistic 回归分析结果显示,膝关节 HSS 评分低、术前异常巨噬细胞水平、生物型固定方式、术后 $PCO\geq 2$ mm、术后 $PTS<5^\circ$ 、术后关节线 ≥ 4 mm 是老年患者膝关节置换术后并发假体周围骨质溶解的危险因素($P<0.05$)。Hosmer-Lemeshow 检验结果显示 Logistic 回归模型拟合优度较好($\chi^2=6.423, P=0.600$)。建模组与验证组中,风险预测模型的 ROC 曲线下面积分别为 0.891 和 0.885。校准曲线显示,预测概率与实际概率基本相符。决策曲线分析结果显示,内部和外部验证的净收益值较高。结论 老年患者膝关节置换术后1年并发假体周围骨质溶解率较高,膝关节 HSS 评分低、术前异常巨噬细胞水平、生物型固定方式、术后 $PCO\geq 2$ mm、术后 $PTS<5^\circ$ 、术后关节线 ≥ 4 mm 是老年患者膝关节置换术后并发假体周围骨质溶解的独立危险因素。基于上述因素构建的风险预测模型有助于临床医护人员对该类患者膝关节置换术后并发假体周围骨质溶解进行风险评估。

【关键词】 膝关节置换术;假体周围骨质溶解;危险因素;预测模型;老年人

【中图分类号】 R 687.3;R 681.2 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 0253-4304(2025)08-1129-08

DOI:10.11675/j.issn.0253-4304.2025.08.09

Risk factors and risk prediction model of elderly patients after knee arthroplasty and concomitant periprosthetic osteolysis

FU Meiqing, YANG Jun, ZHANG Yu, WANG Canbin, HOU Pengcheng, HUANG Kang, LIU Shun, YU Zhuanyi

(Department of Joint Sports Medicine, No.184 Hospital of Yingtan, Yingtan 335000, Jiangxi, China)

【Abstract】 Objective To explore the risk factors for elderly patients receiving knee arthroplasty for 1 year and concomitant periprosthetic osteolysis, and to construct a risk prediction model. **Methods** A total of 250 elderly patients receiving knee arthroplasty were selected as the research subjects, and they were divided into modeling group ($n=175$) or validation group ($n=75$). Patients were followed up for 1 year after surgery, and the modeling group was further assigned to

[▲]基金项目:鹰潭市科技计划项目(2023-9-23215)

第一作者简介:付美清,本科,副主任医师,研究方向为关节运动医学。

通信作者简介:杨俊,本科,副主任医师,研究方向为关节运动医学。

concomitant group or non-concomitant group according to concurrent status of patients with periprosthetic osteolysis. Univariate analysis and multivariate Logistic regression model were used to analyze the risk factors for concomitant periprosthetic osteolysis after knee arthroplasty, and a risk prediction model was constructed using Nomogram based on the risk factors. The Hosmer-Lemeshow test was employed to validate the goodness of fit of the Logistic regression model, and the receiver operating characteristic (ROC) curve, calibration curve and decision curve were drawn to evaluate the discrimination, calibration and clinical applicability of the risk prediction model, respectively. **Results** A total of 116 cases (46.40%) of elderly patients receiving knee arthroplasty and concomitant periprosthetic osteolysis postoperatively. Compared with the non-concomitant group, the concomitant group exhibited statistically significant differences in the Hospital for Special Surgery (HSS) knee score, preoperative macrophage levels, fixation method, postoperative posterior condylar offset (PCO), postoperative posterior tibial slope (PTS), and postoperative joint line ($P<0.05$). Multivariate Logistic regression analysis revealed that a low HSS knee score, preoperative abnormal macrophage levels, biological fixation method, postoperative PCO ≥ 2 mm, postoperative PTS $<5^\circ$, and postoperative joint line ≥ 4 mm were the risk factors for concomitant periprosthetic osteolysis in elderly patients after knee arthroplasty ($P<0.05$). Hosmer-Lemeshow test indicated favorable goodness of fit of Logistic regression model ($\chi^2=6.423$, $P=0.600$). The areas under the ROC curve of the risk prediction model for the modeling and validation groups were 0.891 and 0.885, respectively. The calibration curve demonstrated close agreement between predicted and actual probabilities. Decision curve analysis interpreted high net benefit values in both internal and external validation. **Conclusion** The rate of concomitant periprosthetic osteolysis in elderly patients undergoing knee arthroplasty is relatively high 1 year after surgery. A low HSS score for knee, abnormal macrophage levels, biological fixation method postoperative PCO ≥ 2 mm, postoperative PTS $<5^\circ$, postoperative joint line ≥ 4 mm are independent risk factors for concomitant periprosthetic osteolysis in elderly patients after knee arthroplasty. The risk prediction model constructed based on the aforementioned factors can help clinical medical and nursing personnel assess the risk of concomitant periprosthetic osteolysis in these patients after knee arthroplasty.

【Key words】 Knee arthroplasty, Periprosthetic osteolysis, Risk factors, Prediction model, The elderly

膝关节是骨关节炎最常见的发病部位,而骨关节炎主要以关节的退行性改变为主,通常表现为疼痛、僵硬、关节活动减少和肌肉无力,而疼痛是最突出的特点之一^[1-2]。有研究数据显示,膝关节炎的患病人群中,多数为老年人,60~75岁者占比 $\geq 50\%$,>75岁者占比达75%^[3]。临床上,需要根据病情对骨关节炎进行阶梯化治疗,病情轻者主要以抗炎止痛等保守治疗为主,严重者需手术治疗,处于终末期的患者需要进行人工关节置换手术处理以改善关节活动受限的情况,但术后可能出现并发症,其中以假体周围骨质溶解最常见^[4-6]。假体周围骨质溶解是指植入假体附近出现骨质异常吸收溶解,可引起假体松动,最终造成假体与骨骼整合失败,使假体丧失功能,导致关节功能障碍。目前,假体周围骨质溶解依旧是膝关节、颈椎、髋关节等部位术后的严重并发症之一。此外,现有研究主要是针对假体植入的疗效分析,对于影

响老年患者膝关节置换术后并发假体周围骨质溶解的危险因素的探讨较少。因此,本研究探讨老年患者膝关节置换术后1年并发假体周围骨质溶解的危险因素,并构建列线图预测模型,旨在为老年患者膝关节置换术后并发假体周围骨质溶解的预测及早期预防提供科学的参考依据。

1 资料与方法

1.1 临床资料 选取2021年1月至2023年6月本院收治的接受膝关节置换术的老年患者作为研究对象,并回顾性分析其临床资料。纳入标准:(1)确诊为骨关节炎^[7];(2)使用稳定型假体进行膝关节置换;(3)年龄 ≥ 60 岁。排除标准:(1)伴有骨肿瘤或其他恶性肿瘤;(2)合并严重脏器功能损伤;(3)随访1年期间发生骨折、感染等并发症;(4)随访期间失访。本

研究已通过本院医学伦理委员会审批。

1.2 样本量计算方法 样本量一般为自变量的5~10倍^[8]。由于本研究共纳入16个变量,并考虑10%的样本流失率,则本研究建模组样本量为88~176例。建模组和验证组样本量比值为7:3^[9],验证组样本量约为50例。本研究共纳入250例患者,按照就诊先后顺序,将2021年1月至2022年12月本院收治的175例接受膝关节置换术的老年患者作为建模组,2023年1—6月本院收治的75例接受膝关节置换术的老年患者作为验证组。

1.3 研究方法

1.3.1 质量控制:本研究中所有影像学测量数据均由同一名从事关节置换手术及影像学评估工作时间 ≥ 5 年的高年资骨科主治医师采用同一个矫形器进行3次测量后取平均值,膝关节活动度及功能评分均由两名具有3年以上关节置换术后评估经验的骨科医师共同完成。

1.3.2 骨质溶解判定标准:在膝关节置换术后1年对患者手术部位进行X线检查,如患者关节腔内出现过2 mm异常阴影缺损则提示骨质溶解。

1.3.3 资料收集方法:通过医院电子病历系统收集患者的性别、年龄、体重指数、病程、术后膝关节肿胀情况、手术部位、麻醉方式、手术时间、住院时间、拆除引流管时间、膝关节美国特种外科医院(Hospital for Special Surgery, HSS)评分、术前巨噬细胞水平、固定方式、术后股骨后髁偏移距离(posterior condylar offset, PCO)、术后胫骨后倾角(posterior tibial slope, PTS)、术后关节线等临床资料。患者于术后1、3、6、12个月返回我院门诊复诊,若患者未按时复诊,则由专职随访护士通过电话或微信提醒或咨询,并记录关键指标。

1.3.4 膝关节HSS评分:术后4 h(需确保已中止镇痛药物治疗达24 h)采用膝关节HSS评分^[10]评估患者的膝关节功能。该评分分为疼痛感受(0~30分)、行走功能(0~22分)、活动范围(0~18分)、肌力(0~10分)、屈膝畸形(0~10分)、膝关节稳定性(0~10分)6个维度,总分范围为0~100分,总分 ≥ 85 分为优,70~84分为良,60~69分为可, < 60 分为差。总分越高表示患者的膝关节功能恢复越好。

1.3.5 相关定义:(1)PCO是指股骨后髁最远点到股骨后部皮质平面最远的垂直距离,在影像学图片中进行测量。PCO增大会改变膝关节屈曲间隙,导致稳定性紊乱,使股骨应力分布异常,可能导致骨质溶解、退行性病变及骨缺损风险增加。(2)PTS是指胫骨近端解剖学轴线与胫骨平台内侧斜线夹角的余角。PTS过小可导致胫骨平台前侧负荷增加,加速假体磨损。(3)术后关节线为胫骨结节上缘与胫骨植入下缘之间的距离。术后关节线过大可能改变膝关节力学轴线,导致异常负荷分布,诱发骨溶解^[11]。

1.4 统计学分析 采用SPSS 23.0软件进行统计学分析。符合正态分布的计量资料以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示,组间比较采用两独立样本 t 检验;计数资料以 $[n(\%)]$ 表示,组间比较采用 χ^2 检验;使用多因素Logistic回归模型分析膝关节置换术后并发假体周围骨质溶解的影响因素。筛选出引起假体周围骨质溶解的高危因素作为建模的自变量。采用R语言4.2.1软件绘制列线图预测模型、受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线、校准曲线、决策曲线,采用Hosmer-Lemeshow检验评价Logistic回归模型的拟合优度。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料 建模组男性62例、女性113例,年龄60~82(71.27 \pm 11.38)岁;验证组男性25例、女性50例,年龄60~80(70.58 \pm 9.48)岁。两组患者一般资料差异无统计学意义($P > 0.05$)。共116例(46.40%)老年患者膝关节置换术后1年并发假体周围骨质溶解,建模组、验证组中,分别有78例(44.57%)、38例(50.67%)术后1年并发假体周围骨质溶解。将建模组患者按照术后1年并发假体周围骨质溶解情况分为并发组78例和非并发组97例。

2.2 老年患者膝关节置换术后并发假体周围骨质溶解影响因素的单因素分析 并发组的膝关节HSS评分、术前巨噬细胞水平、固定方式、术后PCO、术后PTS、术后关节线与未并发组比较,差异有统计学意义($P < 0.05$);两组患者性别、年龄、体重指数、病程、术后膝关节肿胀、手术部位、麻醉方式、手术时间、住院时间、拆除引流管时间的比较,差异无统计学意义($P > 0.05$),见表1。

表1 单因素分析结果

项目	并发组(n=78)	未并发组(n=97)	χ^2/t 值	P值
性别[n(%)]				
男性	28(35.90)	34(35.05)	0.014	0.908
女性	50(64.10)	63(64.95)		
年龄[n(%)]				
60~70岁	45(57.69)	43(44.33)	3.088	0.079
>70岁	33(42.31)	54(55.67)		
体重指数($\bar{x}\pm s$, kg/m ²)	23.25±0.42	23.37±0.50	1.693	0.092
病程($\bar{x}\pm s$, 年)	9.40±2.52	9.85±2.43	1.198	0.234
术后膝关节肿胀[n(%)]				
是	45(57.69)	42(43.30)	3.583	0.058
否	33(42.31)	55(56.70)		
手术部位[n(%)]				
左	41(52.56)	46(47.42)	0.457	0.499
右	37(47.44)	51(52.58)		
麻醉方式[n(%)]				
全身麻醉	42(53.85)	46(47.42)	0.714	0.398
硬膜外麻醉	36(46.15)	51(52.58)		
手术时间($\bar{x}\pm s$, min)	128.25±14.18	124.58±13.75	1.731	0.085
住院时间($\bar{x}\pm s$, d)	9.95±1.30	10.19±1.32	1.204	0.230
拆除引流管时间($\bar{x}\pm s$, h)	36.99±6.85	35.39±7.33	1.478	0.141
膝关节HSS评分($\bar{x}\pm s$, 分)	71.29±5.60	78.97±7.36	7.611	<0.001
术前巨噬细胞水平[n(%)]				
异常	49(62.82)	37(38.14)	10.534	0.001
正常	29(37.18)	60(61.86)		
固定方式[n(%)]				
生物型	54(69.23)	34(35.05)	20.204	<0.001
骨水泥型	24(30.77)	63(64.95)		
术后PCO[n(%)]				
≥2 mm	50(64.10)	37(38.14)	11.653	<0.001
<2 mm	28(35.90)	60(61.86)		
术后PTS[n(%)]				
<5°	51(65.38)	35(36.08)	14.853	<0.001
≥5°	27(34.62)	62(63.92)		
术后关节线[n(%)]				
≥4 mm	53(67.95)	35(36.08)	17.562	<0.001
<4 mm	25(32.05)	62(63.92)		

2.3 多因素 Logistic 回归分析 以老年患者膝关节置换术后1年是否并发假体周围骨质溶解作为因变量(是=1, 否=0), 以单因素分析中差异具有统计学意义的指标作为自变量(赋值情况见表2), 进行多因素 Logistic 回归分析。结果显示, 膝关节HSS评分低、术前异常巨噬细胞水平、生物型固定方式、术后PCO≥2 mm、术后PTS<5°、术后关节线≥4 mm是老年患者膝关节置换术后1年并发假体周围骨质溶解的独立危险因素($P<0.05$), 见表3。Hosmer-Lemeshow 检验显示, 该 Logistic 回归模型的拟合优度良好($\chi^2=6.423, P=0.600$)。

表2 自变量赋值表

变量	赋值说明
膝关节HSS评分	实测值
术前巨噬细胞水平	异常=1, 正常=0
固定方式	生物型=1, 骨水泥型=0
术后PCO	≥2 mm=1, <2 mm=0
术后PTS	<5°=1, ≥5°=0
术后关节线	≥4 mm=1, <4 mm=0

表3 多因素 Logistic 回归分析结果

变量	β 值	SE值	Wald χ^2 值	P值	OR值(95% CI)
常量	10.771	2.765	15.175	<0.001	0.001(-)
膝关节HSS评分	-0.187	0.038	24.301	<0.001	0.829(0.770,0.893)
术前巨噬细胞水平	1.147	0.436	6.917	0.009	3.150(1.340,7.409)
固定方式	1.422	0.431	10.859	0.001	4.143(1.779,9.650)
术后PCO	1.092	0.441	6.140	0.013	2.981(1.257,7.074)
术后PTS	0.973	0.429	5.153	0.023	2.645(1.142,6.126)
术后关节线	1.079	0.425	6.451	0.011	2.942(1.279,6.764)

2.4 老年患者膝关节置换术后并发假体周围骨质溶解风险预测模型的构建 根据多因素 Logistic 回归分析结果构建模型,采用R语言4.2.1软件的rms程序包绘制老年患者膝关节置换术后并发假体周围骨质溶解的列线图。列线图中膝关节HSS评分为50分对术后并发假体周围骨质溶解的贡献值最大,得分100分;术前异常巨噬细胞水平得分13.75分;生物型固定方

式得分17.50分;术后PCO ≥ 2 mm得分13.70分;术后PTS $< 5^\circ$ 得分12.50分;术后关节线 ≥ 4 mm得分13.75分,总分171.20。老年患者膝关节置换术后并发假体周围骨质溶解风险预测模型列线图的总分介于0~171.20分之间,并发假体周围骨质溶解概率介于0.01~0.99之间,见图1。

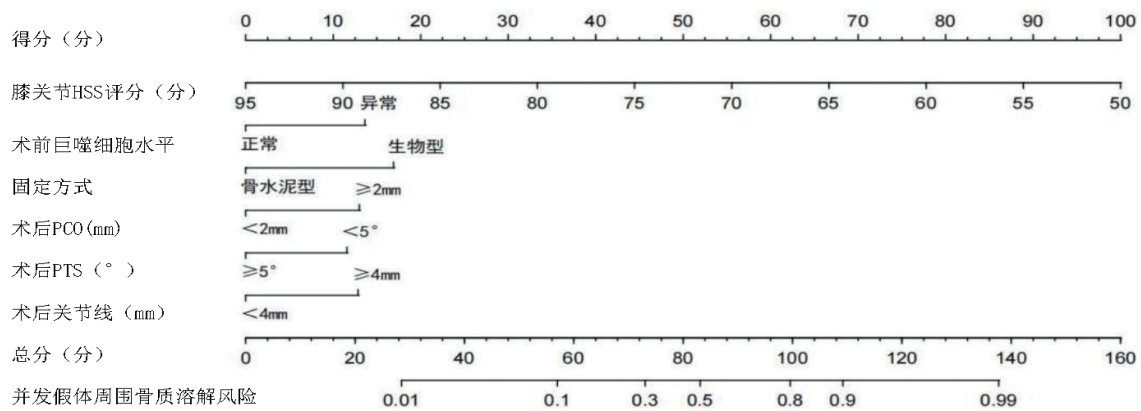
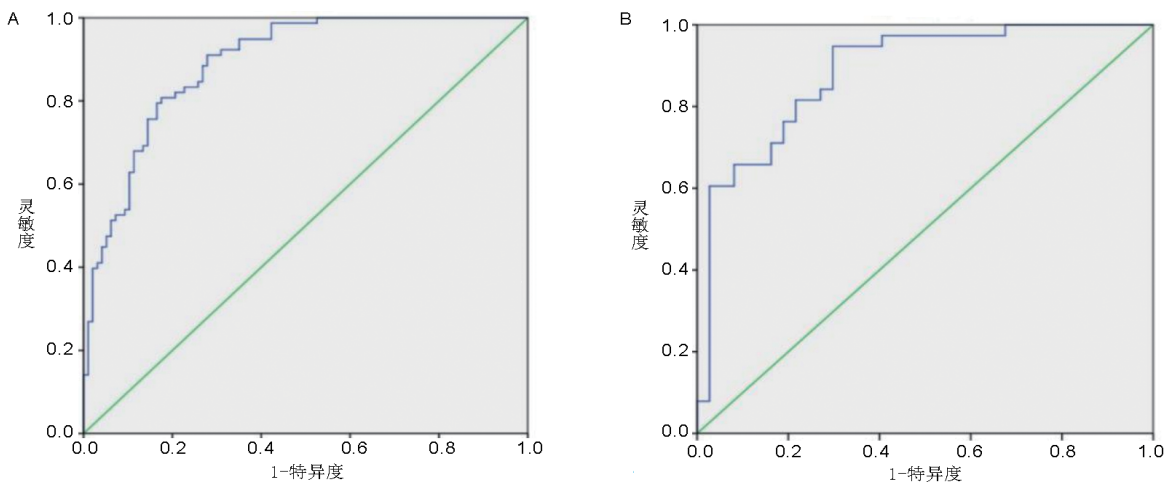


图1 老年患者膝关节置换术后并发假体周围骨质溶解风险预测模型的列线图

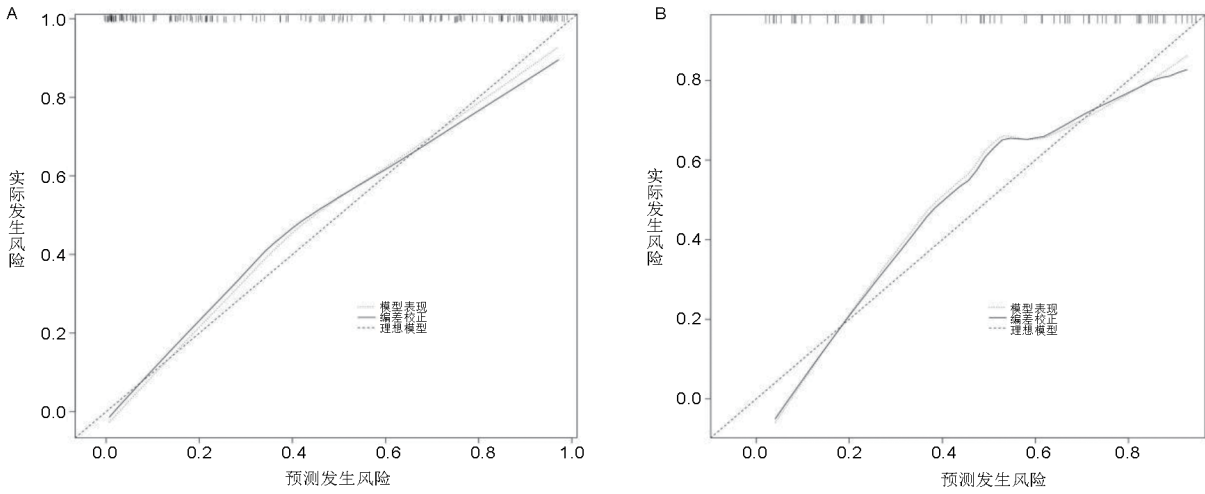
2.5 模型的验证及临床适用性评价 ROC曲线分析结果显示,建模组、验证组的曲线下面积(area under the curve, AUC)分别为0.891(95% CI:0.846,0.937)和0.885(95% CI:0.809,0.961),表明该模型区分度较好,见图2。校准曲线显示,建模组、验证组的预测概率与实际概率基本相符,说明该模型的校准度较好,

具有良好的预测精准度,见图3。决策曲线分析结果显示,模型预测老年患者膝关节置换术后并发假体周围骨质溶解风险的净收益值较高,其中建模组的收益风险阈值在0~0.98之间,验证组的收益风险阈值在0~0.92之间,表明该模型临床适用性良好,见图4。



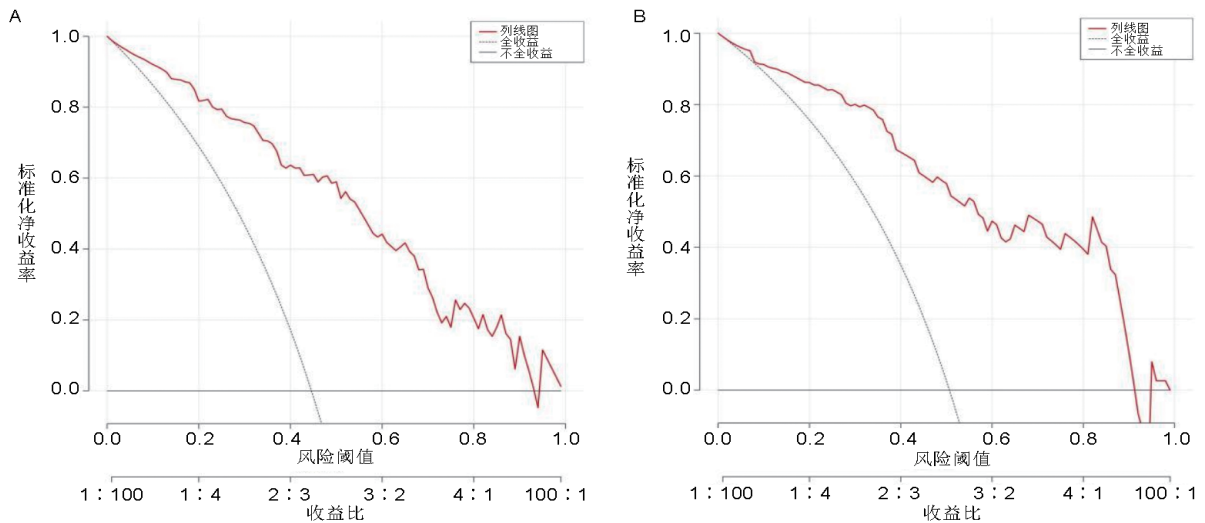
注:A为建模组(AUC=0.891);B为验证组(AUC=0.885)。

图2 ROC曲线图



注:A为建模组;B为验证组。

图3 校准曲线图



注:A为建模组;B为验证组。

图4 决策曲线图

3 讨论

3.1 老年患者膝关节置换术后并发假体周围骨质溶解的现状 目前,骨质溶解的具体发生机制尚未明确。既往研究认为,骨质溶解的机械原因可能是由于术后下肢未对准或者是假体植入位置错位^[12]。有研究报告,膝关节置换术后磨损碎屑等生物学因素可引起假体周围骨质溶解现象,有20%的患者最终会出现假体无菌性松动的结局,这一情况可严重影响远期疗效^[13-14]。本研究结果显示,共116例(46.40%)老年患者膝关节置换术后1年并发假体周围骨质溶解,建模组、验证组中分别有78例(44.57%)、38例(50.67%)术后1年并发假体周围骨质溶解,说明老年患者膝关节置换术后1年并发假体周围骨质溶解的发生率较高。其原因为老年人生理功能储备减少、各器官功能衰退,以致出现骨组织矿化、骨量降低等状况,因

而相较于中青年患者术后更易出现不良结局。骨质溶解主要表现为进行性溶解,膝关节置换术后通常未能够早期及时发现和诊断,导致错过最佳的治疗时间,所以探讨老年患者膝关节置换术后并发骨质溶解的危险因素,并制订个性化的预防措施,对降低老年患者膝关节置换术后骨质溶解的发生率及改善预后具有重要意义。

3.2 老年患者膝关节置换术后并发假体周围骨质溶解的危险因素 本研究结果显示,膝关节HSS评分低、术前异常巨噬细胞水平、生物型固定方式、术后PCO ≥ 2 mm、术后PTS $< 5^\circ$ 、术后关节线 ≥ 4 mm是老年患者膝关节置换术后并发假体周围骨质溶解的危险因素($P < 0.05$)。

3.2.1 巨噬细胞:巨噬细胞是一种表型可塑性细胞,巨噬细胞极化可以调控机体炎症反应,特异性靶向炎症部位,并产生更多的促炎性细胞因子,导致细胞

氧化损伤^[15-16]。有研究发现,活化的巨噬细胞可以促进假体周围骨质溶解^[17],与本研究结果相似。体内的单核-巨噬细胞中的前体可分化为破骨细胞,破骨细胞在炎症介质作用下分泌一些可溶性因子,与巨噬细胞释放的炎症介质共同参与假体周围骨质溶解及假体松动的过程。因此临床医护人员应重视巨噬细胞水平在膝关节置换术后并发症发生中的作用,将其纳入术前风险评估体系和术后管理流程中,有助于实现精准医疗和个体化干预,最终提升老年患者膝关节置换术后的长期疗效和生活质量。

3.2.2 固定方式:本研究结果显示,膝关节置换术患者所采取的固定方式是术后假体周围骨质溶解的影响因素,而且生物型比骨水泥型更容易出现术后假体周围骨质溶解现象。因此,在选择膝关节置换的固定方式时,应结合患者个体特征进行综合判断,尤其在老年患者中,生物型固定可能存在更高的骨质溶解风险。通过术前精准评估、术中合理操作及术后严密随访,有助于提高假体稳定性,延长假体使用寿命,改善患者远期预后。由于本研究为单中心研究,且缺少相关文献,后续需要开展更多高质量研究来深入探讨固定方式与假体周围骨质溶解之间的内在联系。

3.2.3 PCO:膝关节置换术的目的是改善关节活动度,使患者能够在长期功能恢复方面获益,而手术的成功需要把握假体植入的精确度,以及衡量患者预后恢复良好所需的下肢力线相关系数^[18]。假体植入与关节组成一个力学整体,应力发生重新分配,假体因弹性模量高于骨骼而承担大部分应力,使关节发生骨适应性重建,进而使骨应力被遮挡,造成假体周围骨量丢失,容易导致骨质溶解现象的发生。有研究发现,PCO增大会导致植入关节与组织结构形成的新生物力线系统出现紊乱,骨应力结构发生改变,通常会表现为骨质溶解现象^[19]。本研究结果也显示,术后PCO ≥ 2 mm是导致老年患者膝关节置换术后并发假体周围骨质溶解的危险因素。因此临床医护人员应高度重视术前解剖测量、术中精准植入与术后长期随访,通过精细化管理和个体化干预,尽可能减少PCO的异常变化,从而降低骨质溶解风险,延长假体使用寿命,提高患者术后生活质量。同时,也建议未来开展更多前瞻性研究进一步验证PCO变化与骨质

溶解之间的关系及其引起骨质溶解的临界值。

3.2.4 PTS:研究发现,PTS出现生物力学环境变化,引起关节内部衬垫磨损而生成更多磨损颗粒,导致体内破骨细胞前体细胞的过度激活而促进骨质溶解^[20-21]。本研究结果显示,术后PTS $< 5^\circ$ 是导致老年患者膝关节置换术后并发假体周围骨质溶解的危险因素,过小的PTS角度可以引起胫骨前半部分脱位,接触力位置偏移,引发假体无菌松动,增加发生骨质溶解的风险。故临床医护人员应重视术前解剖测量、术中精确操作与术后长期随访,通过精细化管理和个体化干预,尽可能保持PTS在理想范围,从而降低骨质溶解风险,延长假体使用寿命,提高患者术后生活质量。此外,未来的研究需要进一步探讨PTS引起骨质溶解的临界阈值及其与其他变量之间的相互作用,为临床提供更科学的依据。

3.2.5 关节线:本研究结果显示,术后关节线 ≥ 4 mm是导致老年患者膝关节置换术后并发假体周围骨质溶解的危险因素。及松洁等^[22]也发现关节线与关节稳定存在紧密联系,膝关节置换术后关节线 > 4 mm可以引起关节功能不良影响。关节线水平过高会出现关节力线系统重新分布,降低关节稳定性,通过关节活动加剧植入假体的磨损程度,增加磨损颗粒,提高骨质溶解的风险,甚至可能会出现骨缺损的现象^[23]。因此临床医护人员应高度重视术前解剖参数的测量、术中操作的精准性及术后长期随访管理,通过精细化管理和个体化干预,尽可能将关节线变化控制在合理范围,从而有效降低骨质溶解的发生风险,延长假体使用寿命,提高患者术后生活质量。未来还需进一步开展前瞻性、多中心研究,验证关节线变化与骨质溶解之间的因果关系及其最佳控制阈值,为临床提供更有力的循证支持。

3.2.6 膝关节HSS评分:本研究结果显示,膝关节HSS评分与膝关节置换术后假体周围骨质溶解的发生风险呈负相关,说明膝关节HSS评分越低,老年患者膝关节置换术后并发假体周围骨质溶解的风险越高,与以往研究结果^[24]相似。故临床上医护人员可以通过提高老年患者膝关节HSS评分以预防膝关节置换术后并发假体周围骨质溶解。

3.3 老年患者膝关节置换术后并发假体周围骨质溶解风险预测模型的预测效果及临床价值 本研究基于多因素 Logistic 回归分析结果,构建老年患者膝关

节置换术后并发假体周围骨质溶解的列线图风险预测模型。结果显示,该模型具有良好的区分度、校准度及较高的临床应用价值。

3.4 小结 老年患者膝关节置换术后1年并发假体周围骨质溶解率较高,膝关节HSS评分低、术前异常巨噬细胞水平、生物型固定方式、术后PCO \geq 2 mm、术后PTS $<$ 5 $^{\circ}$ 、术后关节线 \geq 4 mm是老年患者膝关节置换术后并发假体周围骨质溶解的危险因素。基于上述因素构建的列线图预测模型有助于临床医护人员对该类患者术后并发假体周围骨质溶解风险进行评估。本研究仍存在不足:仅以一家医院的患者作为研究对象,可能导致结果产生偏倚及外推性不强。未来需要进行多中心前瞻性研究,并进一步扩大样本量以评估该模型的准确性,以期为临床提供更有可靠的依据。

参 考 文 献

- [1] Bannuru RR, Osani MC, Vaysbrot EE, et al. OARSI guidelines for the non-surgical management of knee, hip, and polyarticular osteoarthritis [J]. *Osteoarthritis Cartilage*, 2019, 27(11): 1578-1589.
- [2] Sharma L. Osteoarthritis of the knee [J]. *N Engl J Med*, 2021, 384(1): 51-59.
- [3] Kloppenburg M, Berenbaum F. Osteoarthritis year in review 2019: epidemiology and therapy [J]. *Osteoarthritis Cartilage*, 2020, 28(3): 242-248.
- [4] Arden NK, Perry TA, Bannuru RR, et al. Non-surgical management of knee osteoarthritis: comparison of ESCO and OARSI 2019 guidelines [J]. *Nat Rev Rheumatol*, 2021, 17(1): 59-66.
- [5] Kolasinski SL, Neogi T, Hochberg MC, et al. 2019 American College of Rheumatology/Arthritis Foundation guideline for the management of osteoarthritis of the hand, hip, and knee [J]. *Arthritis Rheumatol*, 2020, 72(2): 220-233.
- [6] 尹二成,程旭光,张峰,等.全膝关节置换术与单髁置换术治疗膝关节骨性关节炎的疗效[J]. *临床骨科杂志*, 2020, 23(4): 519-521.
- [7] 中华医学会骨科学分会关节外科学组.骨关节炎诊疗指南(2018年版)[J]. *中华骨科杂志*, 2018, 38(12): 705-715.
- [8] 金丕焕.医用统计方法[M]. 2版.上海:复旦大学出版社,2003:322.
- [9] 田焯,张磊,刘志奎,等.全髌关节置换术患者术后输血的列线图风险预测模型的构建[J]. *长春中医药大学学报*, 2025, 41(3): 318-322.
- [10] Insall JN, Ranawat CS, Aglietti P, et al. A comparison of four models of total knee - replacement prostheses [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1976, 58(6): 754-765.
- [11] 崔笑德,聂军,田树升,等.老年膝关节置换患者术后并发假体周围骨质溶解的高危因素[J]. *中国老年学杂志*, 2024, 44(1): 44-47.
- [12] Gilbert TJ, Anoushiravani AA, Sayeed Z, et al. Osteolysis complicating total knee arthroplasty [J]. *JBJS reviews*, 2016, 4(7): e1.
- [13] Roato I, Caldo D, D'Amico L, et al. Osteoclastogenesis in peripheral blood mononuclear cell cultures of periprosthetic osteolysis patients and the phenotype of T cells localized in periprosthetic tissues [J]. *Biomaterials*, 2010, 31(29): 7519-7525.
- [14] Day JS, Baxter RM, Ramsey ML, et al. Characterization of wear debris in total elbow arthroplasty [J]. *J Shoulder Elbow Surg*, 2013, 22(7): 924-931.
- [15] Gao WJ, Liu JX, Liu MN, et al. Macrophage 3D migration: a potential therapeutic target for inflammation and deleterious progression in diseases [J]. *Pharmacol Res*, 2021, 167: 105563.
- [16] Liang TT, Zhang RT, Liu XB, et al. Recent advances in macrophage-mediated drug delivery systems [J]. *Int J Nanomedicine*, 2021, 16: 2703-2714.
- [17] 艾承冲,蒋佳,陈世益.髌关节假体周围骨质溶解的生物学机制[J]. *中华骨科杂志*, 2017, 37(7): 441-448.
- [18] 何宜蓁,耿霄,田华.机器人辅助髌膝关节置换术的应用现状及趋势分析[J]. *中华骨与关节外科杂志*, 2023, 16(4): 378-384.
- [19] 汪庚申,周瑾,王世中,等.自体骨植骨联合浓缩骨髓移植在全膝关节置换术中修复骨缺损[J]. *实用骨科杂志*, 2021, 27(3): 272-276.
- [20] Song SJ, Kyung BD, Il KK, et al. Changes in femoral posterior condylar offset, tibial posterior slope angle, and joint line height after cruciate-retaining total knee arthroplasty [J]. *Knee Surg Relat Res*, 2016, 28(1): 27-33.
- [21] 董佳乐,魏远好,张洪武.基于知识图谱的骨缺损治疗可视化分析[J]. *中国组织工程研究*, 2022, 26(18): 2906-2913.
- [22] 及松洁,田伟,姜旭,等.全膝关节置换术后关节线位置变化及其与膝关节临床功能的关系[J]. *山东医药*, 2015, 55(12): 10-13.
- [23] 周建生,丁海.全膝关节置换术后骨溶解的基础研究与临床诊治[J]. *医学研究生学报*, 2018, 31(9): 897-903.
- [24] 冯绍胜,占霞,潘希安,等.保留假体清创术治疗初次全膝关节置换术后急性感染的疗效[J]. *实用骨科杂志*, 2024, 30(9): 837-841.

(收稿日期:2025-04-08 修回日期:2025-06-12)