

随机森林算法对膝骨性关节炎关节镜术后老年病人急性疼痛的风险预测

陈 霏, 孙 龙, 吴清华

(安徽省宣城市中心医院 骨科, 242000)

[摘要] **目的:** 探究随机森林算法在老年膝骨性关节炎膝关节镜治疗后早期急性疼痛风险中的预测价值。 **方法:** 前瞻性选取拟行膝关节镜治疗的老年膝骨性关节炎病人 200 例作为研究对象。术前 1 d 收集病人一般资料, 术后 3 d 统计病人病情资料, 通过单因素、多因素分析老年膝骨性关节炎病人术后早期急性疼痛的保护和危险因素。采用随机森林算法对各变量重要性进行排序, 建立术后早期急性疼痛的预测模型。 **结果:** 老年膝骨性关节炎病人术后早期急性疼痛发生率为 61.42% (121/197); 2 组在术前关节软骨损伤程度、术后股四头肌功能练习、术后 PCIA、加用镇痛药物、年龄、术前活动时疼痛程度、术前膝关节功能 (KSS) 评分、恐惧视觉模拟评分法 (FAVS)、疼痛灾难化量表 (PCS)、综合医院焦虑抑郁量表 (HADS) 总分方面比较, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05 \sim P < 0.01$); 术后股四头肌功能练习 ($OR = 0.357, P < 0.01$)、术后 PCIA ($OR = 0.261, P < 0.01$)、加用镇痛药物 ($OR = 0.430, P < 0.01$) 是老年膝骨性关节炎病人术后早期急性疼痛的保护因素, 术前关节软骨损伤程度 ($OR = 5.607, P < 0.01$)、年龄 ($OR = 4.555, P < 0.01$)、FAVS ($OR = 5.214, P < 0.01$)、PCS ($OR = 4.138, P < 0.01$)、HADS 总分 ($OR = 6.798, P < 0.01$) 是其危险因素; 基于 logistic 回归分析构建随机森林模型预测老年膝骨性关节炎病人术后早期急性疼痛发生风险 AUC 为 0.892, 灵敏度为 77.27%, 特异度为 88.89%。 **结论:** 术后股四头肌功能练习、术后 PCIA、加用镇痛药物、术前关节软骨损伤程度、年龄、FAVS、PCS、HADS 总分是老年膝骨性关节炎病人术后早期急性疼痛的影响因素, 构建预测模型进行预测和重要性分析, 有利于指导临床精准实施防控措施。

[关键词] 膝关节镜; 老年; 膝骨性关节炎; 急性疼痛

[中图分类号] R 684 [文献标志码] A DOI:10.13898/j.cnki.issn.1000-2200.2024.09.022

Study on the random forest algorithm for predicting the risk of acute pain in elderly patients with knee osteoarthritis after arthroscopy

CHEN Fei, SUN Long, WU Qinghua

(Department of Orthopedics, Xuancheng Central Hospital, Xuancheng Anhui 242000, China)

[Abstract] **Objective:** To explore the predictive value of random forest algorithm in the early acute pain risk of elderly patients with knee osteoarthritis after knee arthroscopy. **Methods:** The elderly patients with knee osteoarthritis scheduled by knee arthroscopy were prospectively analyzed, and 200 patients who met the inclusion and exclusion criteria were selected as the research subjects. The general information of patients was collected before 1 day of surgery, and the condition of patients was statistically analyzed after 3 days of surgery. The protective and risk factors of early postoperative acute pain in elderly patients with knee osteoarthritis were analyzed through univariate and multivariate analysis. The importance of each variable was ranked using the random forest algorithm to establish a predictive model for early postoperative acute pain. **Results:** The incidence rate of acute pain in elderly patients with knee osteoarthritis after surgery was 61.42% (121/197). The differences of the degree of preoperative articular cartilage injury, postoperative

[收稿日期] 2023-08-24 [修回日期] 2024-07-30

[基金项目] 安徽省卫生厅医药科研计划项目 (12925KJ2017354)

[作者简介] 陈 霏 (1988-), 女, 主管护师。

[15] 傅娜. 早期应用吞咽治疗仪治疗脑卒中吞咽障碍的疗效观察与护理[J]. 护士进修杂志, 2020, 35(9): 842.

[16] TUMEMOTO G, FURUYA H. Management of dysphagia in patients with Parkinson's disease and related disorders[J]. Intern Med, 2020, 59(1): 7.

[17] HOMAS T, GOODMAN R, JACOB A, et al. Implementation of

cue-based feeding to improve preterm infant feeding outcomes and promote parents' involvement [J]. J Obstet Gynecol Neonatal Nurs, 2021, 50(3): 328.

(本文编辑 刘畅)

quadriceps function exercises, postoperative PCIA, addition of analgesic drugs, age, preoperative pain level during activity, preoperative knee function (KSS) score, fearful visual analog scale (FAVS), pain catastrophizing scale (PCS), and total score of the hospital anxiety and depression scale (HADS) were statistically significant between two groups ($P < 0.05$ to $P < 0.01$). The postoperative quadriceps function exercise ($OR = 0.357, P < 0.01$), postoperative PCIA ($OR = 0.261, P < 0.01$) and addition of analgesic drugs ($OR = 0.430, P < 0.01$) were the protective factors for early postoperative acute pain in elderly patients with knee osteoarthritis. The preoperative joint cartilage injury severity ($OR = 5.607, P < 0.01$), age ($OR = 4.555, P < 0.01$), FAVS ($OR = 5.214, P < 0.01$), PCS ($OR = 4.138, P < 0.01$) and total HADS score ($OR = 6.798, P < 0.01$) were the risk factors for acute pain. Based on logistic regression analysis, a random forest model was constructed to predict the risk of early postoperative acute pain in elderly patients with knee osteoarthritis. The area under the ROC curve was 0.892, the sensitivity was 77.27%, and the specificity was 88.89%. **Conclusions:** The postoperative quadriceps function exercises, postoperative PCIA, addition of analgesic drugs, degree of preoperative articular cartilage injury, age, FAVS, PCS, and HADS total score are the influencing factors of early postoperative acute pain in elderly patients with knee osteoarthritis. Constructing a predictive model for prediction and importance analysis is beneficial for guiding the precise implementation of prevention and control measures in clinical practice.

[**Key words**] knee arthroscopy; elderly; knee osteoarthritis; acute pain

膝骨性关节炎是一种以退行性病理变化为基础的疾患,多发于中老年人群,表现出不同程度的膝关节肿胀、疼痛、畸形及活动受限等,对病人正常工作和生活带来严重不良影响^[1]。近年来,膝关节镜清理术得到广泛开展,能有效减轻膝关节症状,改善膝关节功能,但该术后具有创伤性,术后病人会经历不同程度的急性疼痛,影响其康复进程,也是造成术后慢性疼痛的主要原因。术后早期急性疼痛是手术后即刻发生的急性疼痛,通常持续不超过7 d,但若不加以管控,会对术后早期康复训练及康复进程造成不良影响^[2]。以往研究^[3]证实,良好的镇痛有助于病人术后早期下床活动和规律性功能锻炼,从而加速康复进程^[3]。近年来临床医务人员关注更多的是疼痛控制,但是对术后急性疼痛的影响因素,尤其是身心因素关注不足,无法对早期急性疼痛的发生进行预测。鉴于此,本研究以老年膝骨性关节炎病人为研究对象,深入分析膝关节镜清理术后早期急性疼痛发生的保护和危险因素,以期为早期识别高危人群,及时采取针对性干预措施提供科学依据,进一步为避免发展成为慢性疼痛奠定基础。

1 资料与方法

1.1 样本量确定

根据横断面研究样本量计算公式,对所需样本量进行估算。计算公式: $n = \mu\alpha^2 pq / \delta^2$;其中 p 为预期膝骨性关节炎术后急性疼痛发生率, $q = 1 - p$ 。本研究取 $\alpha = 0.05$, $\mu\alpha = 1.96$;容许误差 δ 为 $0.15p$,计算需膝骨性关节炎病人 190 例。考虑到抽样过程中的误差,增加 5% 的样本量, $n = 1.05 \times 190 = 199.5$ 。故最后拟调查样本量为 200 例。

1.2 研究对象

选取 2019 年 1 月至 2022 年 10 月我院收治的拟行膝关节镜治疗的老年膝骨性关节炎病人进行前瞻性研究。本研究经医院伦理委员会审批通过[审批号:(2018)伦审第(0102)号]。

纳入标准:符合 2018 年版《骨关节炎诊疗指南》^[4]中关于膝骨性关节炎的诊断标准,经体格检查、影像学报告确诊为膝骨性关节炎;年龄 ≥ 60 岁;对保守治疗无效者;术前有膝关节功能障碍伴慢性疼痛;均行膝关节镜清理术;麻醉 ASA 分级 I ~ II 级;意识清楚,交流沟通无障碍;病人及家属知情同意,签订同意书。

排除标准:合并严重心肝肾等疾病;存在精神系统或神经系统疾病;合并老年疾病史,如痴呆、帕金森等;膝关节手术史;有膝关节骨肿瘤、感染性关节炎、创伤性关节炎及类风湿性关节炎等其他关节疾病。

1.3 疼痛评估

根据赵洁等^[5-6]研究,采用数字评定量表(NRS)作为“简易疼痛评估尺”对研究对象术后 3 d 内疼痛程度进行评估,总分 0 ~ 10 分,以 4 分为界,作为术后有无早期急性疼痛的分割点, ≥ 4 分即表示存在早期急性疼痛。

1.4 研究内容

结合专家意见,查询大量资料和文献^[7],本研究从人口学、心理学及临床医学 3 个方面对老年膝骨性关节炎病人术后早期急性疼痛的影响进行分析。(1)人口学资料。术前 1 d 通过问卷调查获取,包括性别、年龄、文化程度、宗教信仰、对疼痛认知程度(7 个条目,得分 0 ~ 7 分,0 ~ 2 分为低等,3 ~ 5 分

为中等,6~7分为高等)。(2)临床医学资料。术后3d通过医院电子病历系统获取相关信息,内容涵盖病程、有无基础疾病、有无静息痛、疼痛部位、疼痛性质、术前疼痛持续时间、术前活动时疼痛程度、术前是否使用镇痛药、术前关节软骨损伤程度、术后有无术后股四头肌功能练习、术前膝关节功能(KSS)评分、手术时间、术中止血带压力、术后有无使用静脉自控镇痛(PCIA)、术后是否应用镇痛药物、术后3d盐袋压迫时间等。(3)心理学资料。①疼痛信念与感知量表(PBPI)^[8]。共16个条目,每个条目分别计分-2、-1、1、2分,总分-32~32分,得分越高,提示研究对象疼痛信念越强烈,该量表在本研究中具有良好信效度,Cronbach's α 系数为0.910。②恐惧视觉模拟评分法(FAVS)^[9]。用以术前对病人恐惧程度的评价,评分范围0~10分,评分越高,研究对象恐惧心理越严重,量表Cronbach's α 系数为0.865,应用于本研究信效度良好。③疼痛灾难化量表(PCS)^[10]。量表涉及夸大、无助、反复思考3个维度,共13个条目,评分范围0~52分,得分 ≥ 38 分提示有疼痛灾难化倾向,量表Cronbach's α 系数为0.814。④综合医院焦虑抑郁量表(HADS)^[11]。共14个条目,总分0~42分,7个条目评价焦虑,7个条目评价抑郁, ≥ 9 分为2个分量表的临界值,当评分 ≥ 9 分时,确定为有焦虑/抑郁,Cronbach's α 系数分别为0.835、0.809。

1.5 资料收集

人口学资料、心理学资料均于术前1d由问卷

和量表对病人进行调查得知,临床医学资料于术后3d由医院电子病历系统获取。本次研究共发放问卷200份,收回填写完整且有效问卷共197份,最终确定有效样本量为197。

1.6 统计学方法

采用 t 检验、 χ^2 检验、Fisher's确切概率法、Ridit分析(u 检验)、多因素logistic回归分析和随机森林算法。

2 结果

2.1 术后疗效及早期急性疼痛状况

197例老年膝骨性关节炎病人中术后出现早期急性疼痛者有121例,占全部病人的61.42%(121/197),未出现术后早期急性疼痛者有76例,占全部病人的38.58%(76/197)。

2.2 术后早期急性疼痛的影响因素分析

2.2.1 单因素分析 以7:3比例构建模型建立组与外部验证组,其中外部验证组资料来源于我院符合选例标准的非模型建立组病人,共84例。分别将模型建立组、外部验证组内急性疼痛与无急性疼痛病人的临床资料进行比较,模型建立组、外部验证组内急性疼痛与无急性疼痛病人在术前关节软骨损伤程度、术后股四头肌功能练习、术后PCIA、加用镇痛药物、年龄、术前活动时疼痛程度、术前KSS评分、FAVS、PCS、HADS总分方面比较,差异均有统计学意义($P < 0.05 \sim P < 0.01$) (见表1)。

表1 老年膝骨性关节炎病人基线特征分布与比较[n ;百分率(%)]

资料	模型建立组		χ^2	P	外部验证组		χ^2	P
	急性疼痛组 ($n=121$)	无急性疼痛组 ($n=76$)			急性疼痛组 ($n=52$)	无急性疼痛组 ($n=32$)		
性别								
男	48(39.67)	32(42.11)	0.12	>0.05	21(40.38)	13(40.63)	0.00	>0.05
女	73(60.33)	44(57.89)			31(59.62)	19(59.38)		
文化程度								
初中及以下	76(62.81)	46(60.53)	0.44*	>0.05	33(63.46)	19(59.38)	0.52*	>0.05
高中/中专	27(22.31)	15(19.74)			12(23.08)	6(18.75)		
大专及以上	18(14.88)	15(19.74)			8(15.38)	7(21.88)		
宗教信仰								
有	53(43.80)	35(46.05)	0.10	>0.05	23(44.23)	15(46.88)	0.06	>0.05
无	68(56.20)	41(53.95)			29(55.77)	17(53.13)		
对疼痛认知程度								
低等	68(56.20)	41(53.95)	0.50*	>0.05	29(55.77)	17(53.13)	0.49*	>0.05
中等	37(30.58)	21(27.63)			16(30.77)	9(28.13)		
高等	16(13.22)	14(18.42)			7(13.46)	6(18.75)		

续表 1

资料	模型建立组		χ^2	<i>P</i>	外部验证组		χ^2	<i>P</i>
	急性疼痛组 (<i>n</i> = 121)	无急性疼痛组 (<i>n</i> = 76)			急性疼痛组 (<i>n</i> = 52)	无急性疼痛组 (<i>n</i> = 32)		
术前关节软骨损伤程度								
Ⅱ级	8(6.61)	9(11.84)			3(5.77)	4(12.50)		
Ⅲ级	48(39.67)	40(52.63)	2.30*	<0.05	21(40.38)	17(53.13)	2.10*	<0.05
Ⅳ级	65(53.72)	27(35.53)			28(53.85)	11(34.38)		
基础疾病								
有	89(73.55)	58(76.32)	0.19	>0.05	38(73.08)	24(75.00)	0.04	>0.05
无	32(26.45)	18(23.68)			14(26.92)	8(25.00)		
静息痛								
有	53(43.80)	34(44.74)	0.02	>0.05	23(44.23)	14(43.75)	0.00	>0.05
无	68(56.20)	42(55.26)			29(55.77)	18(56.25)		
疼痛部位								
膝前	46(38.02)	31(40.79)			20(38.46)	13(40.63)		
膝关节外侧	40(33.06)	26(34.21)	0.72	>0.05	17(32.69)	11(34.38)	0.63	>0.05
膝关节内侧	12(9.92)	5(6.58)			5(9.62)	2(6.25)		
腘窝	23(19.01)	14(18.42)			10(19.23)	6(18.75)		
疼痛性质								
胀痛	52(42.98)	31(40.79)			22(42.31)	13(40.63)		
酸麻痛	8(6.61)	5(6.58)			3(5.77)	2(6.25)		
针刺痛	30(24.79)	21(27.63)	0.40	>0.05	13(25.00)	9(28.13)	0.45	>0.05
挤压痛	8(6.61)	6(7.89)			4(7.69)	3(9.38)		
僵硬痛	23(19.01)	13(17.11)			10(19.23)	5(15.63)		
术前使用镇痛药								
是	99(81.82)	64(84.21)	0.19	>0.05	43(82.69)	27(84.38)	0.04	>0.05
否	22(18.18)	12(15.79)			9(17.31)	5(15.63)		
术后股四头肌功能练习								
有	77(63.64)	59(77.63)	4.28	<0.05	29(55.77)	25(78.13)	4.31	<0.05
无	44(36.36)	17(22.37)			23(44.23)	7(21.88)		
术中止血带压力/kPa								
35	76(62.81)	49(64.47)			33(63.46)	21(65.63)		
45	21(17.36)	12(15.79)	0.90*	>0.05	9(17.31)	5(15.63)	0.05*	>0.05
55	24(19.83)	15(19.74)			10(19.23)	6(18.75)		
术后 PCIA								
有	100(82.64)	72(94.74)	6.16	<0.05	38(73.08)	30(93.75)	5.49	<0.05
无	21(17.36)	4(5.26)			14(26.92)	2(6.25)		
加用镇痛药物								
是	95(78.51)	69(90.79)	5.05	<0.05	37(71.15)	29(90.63)	4.46	<0.05
否	26(21.49)	7(9.21)			15(28.85)	3(9.38)		
年龄/岁	71.32 ± 4.76	68.47 ± 3.24	4.59 [△]	<0.01	70.36 ± 5.18	66.59 ± 3.85	3.55 [△]	<0.01
病程/月	10.69 ± 2.63	10.57 ± 2.90	0.30 [△]	>0.05	10.85 ± 3.12	10.71 ± 2.96	0.20 [△]	>0.05
术前疼痛持续时间/年	10.12 ± 2.58	9.76 ± 1.87	1.05 [△]	>0.05	9.85 ± 2.12	10.03 ± 2.11	1.01 [△]	>0.05
术前活动时疼痛程度/分	6.75 ± 0.86	6.10 ± 0.71	5.51 [△]	<0.01	6.83 ± 0.56	6.05 ± 0.74	5.475 [△]	<0.01
术前 KSS 评分/分	49.76 ± 12.62	61.12 ± 15.10	5.70 [△]	<0.01	50.36 ± 10.57	62.32 ± 14.10	4.43 [△]	<0.01
手术时间/min	62.35 ± 10.78	61.96 ± 8.69	0.27 [△]	>0.05	63.24 ± 11.68	62.15 ± 10.27	0.43 [△]	>0.05
术后 3 d 盐袋压迫时间/h	28.13 ± 10.20	26.98 ± 12.38	0.71 [△]	>0.05	27.12 ± 12.28	25.98 ± 10.10	0.44 [△]	>0.05
PBPI/分	4.35 ± 1.98	4.30 ± 1.85	0.18 [△]	>0.05	4.40 ± 1.96	4.38 ± 1.57	0.05 [△]	>0.05
FAVS/分	6.12 ± 2.10	5.30 ± 1.65	2.89 [△]	<0.01	6.24 ± 1.65	5.21 ± 1.21	3.06 [△]	<0.01
PCS/分	43.38 ± 5.69	38.65 ± 4.25	6.23 [△]	<0.01	45.20 ± 4.62	39.10 ± 3.89	6.23 [△]	<0.01
HADS 总分/分	26.58 ± 4.10	19.68 ± 3.96	11.65 [△]	<0.01	25.32 ± 3.54	20.15 ± 4.11	6.11 [△]	<0.01

* 示 u_c 值; Δ 示 t 值

2.2.2 多因素 logistic 回归分析 以单因素分析中差异有统计学意义的因素术前关节软骨损伤程度、术后股四头肌功能练习、术后 PCIA、加用镇痛药物、年龄、术前活动时疼痛程度、术前 KSS 评分、FAVS、PCS 和 HADS 总分为自变量,赋值见表 2,早期急性疼痛为因变量(有 = 1,无 = 0)进行多因素 logistic 回归分析。结果显示:术后股四头肌功能练习、术后 PCIA、加用镇痛药物均是老年膝骨性关节炎病人术后早期急性疼痛的保护因素($P < 0.01$),术前关节软骨损伤程度、年龄、FAVS、PCS、HADS 总分是其危险因素($P < 0.01$)(见表 3)。

表 2 自变量赋值

变量	赋值
术后股四头肌功能练习	无 = 0; 有 = 1
术前关节软骨损伤程度	Ⅱ级 = 1; Ⅲ级 = 2; Ⅳ级 = 3
术后 PCIA	无 = 0; 有 = 1
加用镇痛药物	否 = 0; 是 = 1
年龄	输入实际值
术前活动时疼痛程度	输入实际值
术前 KSS 评分	输入实际值
FAVS	输入实际值
PCS	输入实际值
HADS 总分	输入实际值

表 3 基于 logistic 回归的老年膝骨性关节炎术后早期急性疼痛的影响因素分析

因素	B	SE	OR	95% CI	Wald χ^2	P
加用镇痛药物	-0.843	0.233	0.430	0.213 ~ 0.869	13.10	<0.01
年龄	1.516	0.386	4.555	1.674 ~ 12.39	15.43	<0.01
术前活动时疼痛程度	-0.178	0.286	0.837	0.326 ~ 2.147	0.39	>0.05
术前 KSS 评分	-0.200	0.401	0.819	0.283 ~ 2.368	0.25	>0.05
FAVS	1.651	0.514	5.214	1.638 ~ 16.594	10.32	<0.01
PCS	1.420	0.262	4.138	1.289 ~ 13.287	29.39	<0.01
HADS 总分	1.917	0.361	6.798	2.367 ~ 19.521	28.19	<0.01

2.3 基于 logistic 回归分析构建随机森林模型

2.3.1 模型建立 在训练集上进行模型训练,训练集采用随机森林算法,依据 logistic 回归分析中的因素(术后股四头肌功能练习、术前关节软骨损伤程度、术后 PCIA、加用镇痛药物、年龄、FAVS、PCS、HADS 总分、术前活动时疼痛程度、术前活动时疼痛程度)构建随机森林模型。运用对照法,固定随机树数量(ntree)不变,对特征选取量(mtry)进行调整,且每次随机选择一定数目的特征,交叉验证 100

次获取泛化误差均值,观察该模型误差率随 mtry 变化(见图 1),拐点出现在 5,随后误差率趋于平稳。故而,选取 mtry = 5,依次对 ntree 进行调整,完成 200 次随机试验,观察随 ntree 变化测试集平均泛化误差变化趋势(见图 2),由图得知,从 1 下降至 50 时,平均泛化误差率降低迅速,50 下降至 100 时其降低减缓,100 至 300 时降低平坦,300 后趋于稳定。因此 ntree = 300 时得到最优模型。

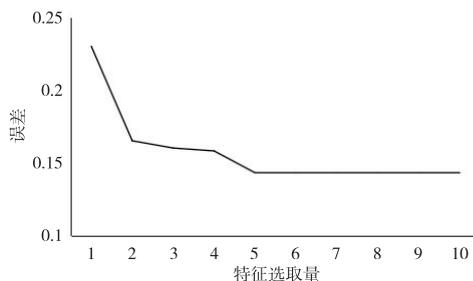


图 1 特征选取量变化对平均泛化误差的影响

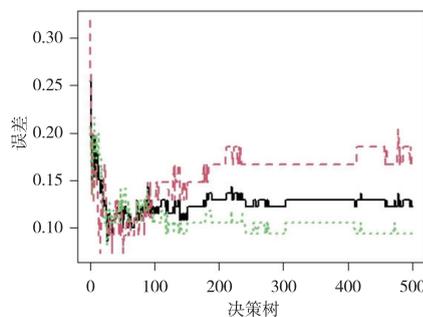


图 2 随机树数量变化对平均泛化误差的影响

2.3.2 结果分析 ntree = 300, mtry = 5, 基于该参数对测试集数据分类,显示分类准确率为 85.36%。较其他模型,随机森林模型的另一优点为基于各特征属性,根据决策树分类中的贡献率可获取各特征重要性(见图 3)。由重要性分析得出,影响老年膝骨性关节炎术后发生早期急性疼痛变量的重要性由高到低的前 5 位依次为术后 PCIA、加用镇痛药物、术后股四头肌功能练习、术前 KSS 评分、术前关节软骨损伤程度。

2.3.3 模型验证 将训练好的模型应用于验证集进行验证,采用随机森林算法在训练集建立老年膝骨性关节炎术后早期急性疼痛风险预测模型对测试集进行预测,AUC 为 0.892,灵敏度为 77.27%,特异度为 88.89%(见图 4)。

3 讨论

膝关节镜清理术是治疗老年膝骨性关节炎的常用术式,能改善膝骨性关节炎病人膝关节功能,减轻临床症状,但仍有部分病人术后出现急性疼痛,影响

康复进程。本研究调查得知,老年膝骨性关节炎病人术后早期急性疼痛发生率为 61.42%,略高于杨晨^[12]研究报道的 57%,考虑可能与研究对象年龄、手术方式等多种因素有关。

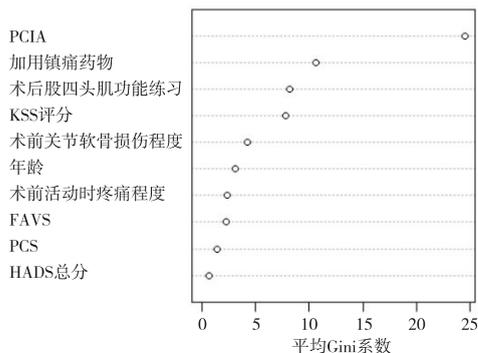


图3 特征因素重要性排序

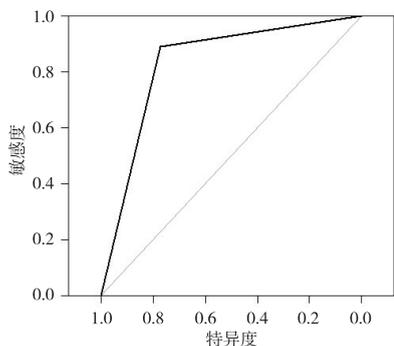


图4 随机森林算法预测老年膝骨性关节炎术后早期急性疼痛发生风险的ROC曲线

严重的术后急性疼痛不仅会阻碍病患康复、延长住院时间,还会大幅增加医疗负担,降低治疗满意度。另有研究^[13-14]报道,术后急性疼痛是引起CPSP的独立危险因素,需尽早预防与控制。本研究显示,术后PCIA、加用镇痛药物及术后股四头肌功能练习是老年膝骨性关节炎病人术后早期急性疼痛的保护因素。目前,对于膝骨性关节炎病人,膝关节镜清理术后若其无法耐受疼痛时,临床会在常规镇痛基础上加用镇痛药物,以协助病人减轻疼痛程度,本研究病人加用的镇痛药物多为地佐辛注射液,该药属于阿片类镇痛药物,能有效缓解术后急性疼痛。但需强调,阿片类药物毒副反应发生率高,如便秘、呼吸抑制、过度镇静等,而老年人群更为敏感,需严格把控药物用量。PCIA是利用PCA装置连续给药的一种疼痛处理方式,已广泛应用于骨科术后镇痛。甘国胜等^[15]研究认为,PCIA是膝关节置换术后首选辅助镇痛方案。本研究也发现,发生急性疼痛的膝骨性关节炎病人中,未使用PCIA者占17.36%,而在未发生急性疼痛者中,仅有5.26%的病人术后未使用PCIA。因此,建议在满足PCIA适应证前提

下,尤其是老年病人,尽可能采用PCIA镇痛,以减轻术后急性疼痛,促进术后早期康复。近年来,股四头肌功能训练已被证实是膝骨性关节炎术后重要功能锻炼方法,主要包括等长练习、等张练习、等速练习等,宋之明等^[16]研究证实,术后早期开始股四头肌功能训练有助于减轻关节镜下清理术后疼痛,缩短住院时间,改善病人生活质量。本研究也进一步证实术后早期股四头肌功能训练是老年膝骨性关节炎病人术后早期急性疼痛的保护性因素,分析原因,术后早期加强股四头肌功能训练能改善膝关节本体感觉,提升关节周围疼痛阈值,这对降低术后早期急性疼痛具有重大意义。

本研究显示,老年膝骨性关节炎病人术后早期急性疼痛的危险因素有术前关节软骨损伤程度、年龄、FAVS、PCS、HADS总分。以往研究^[17]报道,在上下楼梯或平地行走状态下,膝骨性关节炎病人疼痛程度与X线分级相关。同时,本研究发现,关节软骨损伤越严重,而术后早期急性疼痛发生率越高,深入分析得知,其为术后早期急性疼痛的高危因素,这可能与关节间隙狭窄、关节畸形、严重硬化病人术中清理范围较大有关^[18]。另外,有研究^[19]认为,年龄与疼痛阈值无直接关系,但年龄是影响疼痛程度的重要因素之一。随着年龄增长,个体对疼痛的敏感性逐步增加,且老年人群对疼痛敏感性明显降低。由此,年龄成为术后早期急性疼痛的影响因素。与此同时,本研究还得出FAVS、PCS、HADS是老年膝骨性关节炎病人术后早期急性疼痛的独立危险因素的这一结论,这与国内外其他研究^[20-21]结果相符。与疼痛治疗相比,预防疼痛发生更有价值,因而围术期加强心理干预,减轻老年膝骨性关节炎病人恐惧心理,疏导其焦虑、抑郁情绪,纠正疼痛灾难化倾向,保持良好心理状态对减轻甚至减少术后急性疼痛具有重要作用。

研究^[22]报道,与logistic回归预测模型相比,随机森林模型在预测测试集的准确率相差不大,但随机森林模型具有较好的预测能力,并在分类预测方面具有稳定性好、精度高、易操作等优势。由此,本研究在多因素分析基础上进一步构建并验证随机森林模型,结果显示,基于logistic回归分析采用随机森林算法构建预测模型,预测老年膝骨性关节炎病人术后早期急性疼痛发生风险的AUC为0.892,灵敏度为77.27%,特异度为88.89%,而重要性排序前五者依次为术后PCIA、加用镇痛药物、术后股四头肌功能练习、术前KSS评分、术前关节软骨损伤

程度,说明该模型预测价值更高,可为术后急性疼痛防治工作提供理论依据。鉴于随机森林模型的临床效用,本研究认为,临床可建立专业化随机森林模型对老年膝骨性关节炎病人术后急性疼痛进行预测和各因素的重要性分析,以精准实施应对措施,根据上述研究结果,本研究建议:将术前关节软骨损伤严重、高龄,有手术恐惧、疼痛灾难化倾向及焦虑抑郁的病人作为重点干预对象,同时也需着重给予术后镇痛措施和心理干预,以消除心理障碍对疼痛的影响,降低急性疼痛风险,减轻疼痛程度。此外,术后应将心理康复作为机体康复的枢纽,通过心理康复推动并促进机体康复,以达到提升手术效果、改善生活质量的目的。

综上,术后股四头肌功能练习、术后 PCIA、加用镇痛药物、术前关节软骨损伤程度、年龄、FAVS、PCS、HADS 总分是老年膝骨性关节炎病人术后早期急性疼痛的影响因素,构建预测模型进行预测和重要性分析,有利于指导临床精准实施防控措施。但本研究采取小样本量研究,研究结果可能存在一定偏倚,今后还需扩大样本量进行补充研究。

[参 考 文 献]

- [1] 李传明, 邴兴红, 洪海东, 等. 玻璃酸钠穴位注射联合关节镜清理术治疗膝关节骨性关节炎对关节功能、血清 bFGF、Ang-1、Ang-2 的影响[J]. 蚌埠医学院学报, 2023, 48(12): 1649.
- [2] QUINN RH, MURRAY JN, PEZOLD R, *et al.* Surgical management of osteoarthritis of the knee[J]. *J Am Acad Orthop Surg*, 2018, 26(9): 191.
- [3] CHEN YK, BODEN KA, SCHREIBER KL. The role of regional anaesthesia and multimodal analgesia in the prevention of chronic postoperative pain: a narrative review [J]. *Anaesthesia*, 2021, 1(1): 8.
- [4] 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.
- [5] 赵洁. 简易疼痛评估尺的设计及临床应用[J]. 护理研究, 2012, 26(31): 2894.
- [6] 叶晓轩, 刘泽军, 王洋, 等. 子宫切除手术后急性术后疼痛和疼痛缓解的预测因子[J]. 中国疼痛医学杂志, 2017, 23(10): 748.
- [7] BANAS K, WIÉCH P, TROJNAR P, *et al.* Selected factors influencing the intensity of postoperative pain in patients after orthopedic and gynecological surgeries[J]. *Medicina (Kaunas)*, 2022, 58(11): 1548.
- [8] LIU X, HE Y. Effect and clinical value of protective motivation intervention rehabilitation model on pain perception and dysfunction in patients with lumbar disc herniation; based on a

retrospective cohort study[J]. *Comput Math Methods Med*, 2022, 8(39): 1235.

- [9] 杨卫敏. 宫颈癌筛查中护理干预对高危型 HPV 检测及 TCT 检查结果的影响及随访分析[J]. 中国社区医师, 2019, 35(22): 155.
- [10] 王若涵, 王艳, 李岩, 等. 冠状动脉硬化性心脏病患者的疼痛灾难化现状及其影响因素[J]. 解放军护理杂志, 2022, 39(2): 21.
- [11] POON CL, CHEONG P, TAN JW, *et al.* Associations of the modified STARt back tool and Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS) with gait speed and knee pain in knee osteoarthritis: a retrospective cohort study [J]. *Disabil Rehabil*, 2022, 44(16): 4452.
- [12] 杨晨. 老年膝骨性关节炎患者全膝关节置换术后急性疼痛的影响因素[J]. 山东医学高等专科学校学报, 2022, 44(1): 51.
- [13] 陈开军, 周树阳, 程永胜. 活血消肿汤联合关节镜清理术治疗膝关节骨性关节炎的疗效及对关节功能的影响[J]. 现代中西医结合杂志, 2021, 30(9): 999.
- [14] TREEDE RD, RIEF W, BARKE A, *et al.* Chronic pain as a symptom or a disease: the IASP Classification of Chronic Pain for the International Classification of Diseases (ICD-11) [J]. *Pain*, 2019, 160(1): 19.
- [15] 甘国胜, 陈晓龙, 阮剑辉, 等. 关节周围注射镇痛药物与 PCIA 联合应用于老年患者全膝关节置换术后镇痛效果研究[J]. 华南国防医学杂志, 2019, 33(2): 111.
- [16] 宋之明, 张晓南, 赵承武. 股四头肌功能练习对老年膝骨性关节炎清理术后疼痛的长期影响[J]. 中国老年学杂志, 2014, 34(8): 2270.
- [17] SAYRE EC, ESDAILE JM, KOPEC JA, *et al.* Specific manifestations of knee osteoarthritis predict depression and anxiety years in the future: Vancouver Longitudinal Study of Early Knee Osteoarthritis [J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2020, 21(1): 467.
- [18] 李言杰, 孙振双, 蔡西国, 等. 膝骨性关节炎中医证素与膝关节疼痛及软骨损伤的关系研究[J]. 中医正骨, 2020, 32(9): 9.
- [19] KAZEMINASAB S, NEJADGHADERI SA, AMIRI P, *et al.* Neck pain: global epidemiology, trends and risk factors [J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2022, 23(1): 26.
- [20] BAEK W, JANG Y, PARK CG, *et al.* Factors influencing satisfaction with patient-controlled analgesia among postoperative patients using a generalized ordinal logistic regression model [J]. *Asian Nurs Res (Korean Soc Nurs Sci)*, 2020, 14(2): 73.
- [21] 王军, 黄泉, 魏昌伟. 腹腔镜下肾切除术术后急性疼痛的危险因素研究[J]. 中国医药, 2022, 17(7): 1039.
- [22] 肖容, 谢鑫, 袁云华, 等. 维持性血液透析患者动静脉内瘘自我护理行为及基于随机森林模型的影响因素评价[J]. 西部医学, 2021, 33(8): 1239.

(本文编辑 刘璐)