DOI: 10.14188/j.1671-8852.2023.0670
文章编号 1671-8852(2025)07-0883-07

多重线性回归与机器学习在预测初诊乳腺癌患者癌症复发恐惧的比较

方 超[1] 李 洋[2] 熊梅棣[3] 刘茜茜[4] 程玉萍[4] 张春华[3]
武汉大学中南医院 [1]麻醉科，[2]内分泌科，[3]护理部，[4]甲乳外科 湖北 武汉 430071

摘要 目的：采用轻量级梯度提升机(LightGBM)、极端梯度提升(XGBoost)、决策树(DT)、随机森林(RF)4种机器学习模型与多元线性模型(MLR)分析初诊乳腺癌患者癌症复发恐惧的影响因素。方法：采用一般资料调查表、恐惧疾病进展简化量表、社会支持评定量表及医学应对问卷对339例乳腺癌患者进行调查。采用单因素及相关性分析筛选危险因素，基于XGBoost、LightGBM、DT、RF算法及MLR分别建立预测模型，使用平均绝对误差(MAE)、均方根误差(RMSE)及决定系数(R^2)等指标比较预测性能。结果：基于4种机器学习与MLR预测模型显示患者职业、工作状态、家庭人均月收入、社会支持水平及医学应对方式的面对和回避是初诊乳腺癌患者癌症复发恐惧的主要影响因素。结论：基于机器学习算法尤其是LightGBM建立的风险预测模型具有较好的效能，医务人员可以根据预测模型结果制定相应的干预措施，以降低患者癌症复发恐惧水平，从而提高患者生活质量。

关键词 乳腺癌；癌症复发恐惧；机器学习；LightGBM
中图分类号 R743.33
文献标识码 A
开放科学(资源服务)标识码(OSID)：

Comparison of multiple linear regression and machine learning in predicting fear of cancer recurrence in newly diagnosed breast cancer patients

FANG Chao[1], LI Yang[2], XIONG Meidi[3], LIU Qianqian[4], CHENG Yuping[4], ZHANG Chunhua[3]
[1]Dept. of Anesthesiology, [2]Dept. of Endocrinology, [3]Dept. of Nursing, [4]Dept. of Thyroid and Breast Surgery, Zhongnan Hospital of Wuhan University, Wuhan 430071, Hubei, China

Abstract

Objective: To analyze the factors affecting the fear of cancer recurrence in breast cancer patients using four machine learning models and multiple linear regression: light gradient boosting machine (LightGBM), extreme gradient boosting (XGBoost), decision tree (DT), and random forest (RF), and compare them with multiple linear regression (MLR). **Methods:** The 339 newly diagnosed breast cancer patients were investigated by the general data questionnaire, fear of progression questionnaire-short form (FoP-Q-SF), social support rating scale (SSRS), and medical coping modes questionnaire (MCMQ). Single-factor and correlation analyses were used to screen risk factors. Predictive models were built based on XGBoost, LightGBM, DT, RF algorithms, and MLR analysis. Their predictive performance was compared using mean absolute error (MAE), root mean squared error (RMSE), and coefficient of determination (also known as R^2). **Results:** Based on four machine learning models and

课题来源：武汉大学中南医院护理学科培育项目(编号：ZNXKPY2022006)；武汉大学临床护理学专项科研培养基金(编号：LCHL202304)
作者简介：方超，男，1989—，护理硕士生，主要从事肿瘤康复相关研究，E-mail:fangchao926@whu.edu.cn
通信作者：张春华，女，1973—，医学硕士，主任护师，主要从事肿瘤相关护理、护理管理的研究，E-mail:zhangchua@whu.edu.cn

MLR predictions, occupation, employment status, monthly per capita household income, level of social support, and coping strategies (facing and avoiding) were the primary factors influencing fear of cancer recurrence in newly diagnosed breast cancer patients. **Conclusion:** The risk prediction model built based on machine learning algorithms, especially LightGBM, has good performance. Healthcare professionals can formulate corresponding intervention measures based on the results of the prediction model to reduce patients′ fear of cancer recurrence, thereby improving their quality of life.

Key Words Breast Cancer; Fear of Cancer Recurrence; Machine Learning; LightGBM

乳腺癌是全球最常见的恶性肿瘤[1]。世界卫生组织国际癌症研究机构(International Agency for Research on Cancer,IARC)发布的最新癌症数据[2]显示,2020年全球新增乳腺癌患者数高达226万例,成为全球第一大癌症;在中国,乳腺癌也是女性发病率最高的恶性肿瘤,每年新发病例数约为41.6万例,占全球病例数的18.4%[2-3]。由于乳腺癌易复发及其进展复杂的特点,患者对癌症进展及复发的恐惧成为其重要的心理负担[4]。癌症复发恐惧(fear of cancer recurrence,FCR)指患者对癌症可能会进展和(或)复发的恐惧和担忧[5]。对癌症复发迹象的高度警觉,以及由与癌症治疗相关或无关的身体刺激引发的担忧,都会加剧对癌症复发或进展的恐惧。这种持续的心理压力不仅会影响患者的生活质量,还可能引发更多的健康问题[6]。研究表明,多种因素会引发FCR,如健康相关焦虑[7]、对身体症状的误判、对疾病进展不确定性的低耐受性[8]。这些因素促使癌症幸存者将身体症状误认为复发迹象,从而频繁寻求安慰。因此癌症幸存者及早识别FCR潜在影响因素,通过针对这些心理因素进行干预,可以有效减轻癌症幸存者的复发恐惧,提高其生活质量[9]。

在医疗领域,机器学习在开发复杂疾病(如阿尔茨海默病和乳腺癌)的预测模型方面取得了显著进展[10]。它通过提供个性化的风险评估,提升了临床决策的准确性和患者的预后效果。这种进步尤其在早期干预能够显著改变治疗路径的情况下,促使治疗策略更加个性化。与多重线性回归分析方法相比,机器学习在处理和解析大规模复杂数据集方面展现出明显优势。其识别数据中复杂且非线性模式的能力,极大地提升了分析的深度和精确性。本研究应用极端梯度提升(extreme gradient boosting,XGBoost),轻量级梯度提升机(light gradient boosting machine,LightGBM),决策树(decision tree,DT),随机森林(random forest,RF)算法模型及多元线性模型(multiple linear regression,MLR)分析初诊乳腺癌患者的癌症复发恐惧的影响因素,为后续纵向研究及干预研究提供依据。

1 对象与方法

1.1 研究对象 2022年4月—2023年3月,采取便利抽样法选取武汉大学中南医院的住院乳腺癌患者339例。纳入标准:①初次临床病理诊断为原发性乳腺癌的患者,符合卫生部于2011年发布的《乳腺癌诊断》(WS338-2011)中的标准;②年龄≥18岁;③知晓病情,同意参与本研究。排除标准:①有明显的意识障碍、智力障碍或无法正常沟通者;②乳腺癌晚期、病情严重无法配合者。本研究采用问卷调查法,样本量为自变量的10~20倍,本研究自变量包括一般资料11项,癌症复发恐惧量表2项,社会支持评定量表3项及医学应对问卷3项,共19项,故本研究样本量范围为190~380例。

1.2 调查工具

1.2.1 一般资料 由研究者自行设计,包括年龄、婚龄、子女数、宗教信仰、文化程度、职业、工作状态、家庭人均月收入、付费方式、手术方式等。

1.2.2 恐惧疾病进展简化量表(Fear of Progression Questionnaire-Short Form,FoP-Q-SF) 由MEHNERT等[11]于2006年编制,主要由患者自行填写,共12个条目,包括生理健康、社会家庭两个维度,采用Likert 5级评分法,总分最低分12分,最高分60分。轻度FCR(12~23分):患者对疾病进展的恐惧较低,可能偶尔感到担忧,但不影响其日常生活和心理状态。中度FCR(24~35分):此类患者对疾病进展有一定的恐惧,这可能会影响他们的情绪和部分日常活动,需要适当的关注和心理支持。重度FCR(36~47分):患者对疾病进展的恐惧较强,显著影响其情绪和日常生活,可能需要专业的心理干预和支持[12]。通常认为当患者的总分达到或超过34分时,表明其对疾病进展(如癌症复发)的恐惧达到了一个需要关注的程度。该量表的内部一致性较好(Cronbach′s α=0.87)。该量表的中文版由

吴奇云等[13]于2015年汉化并进行文化调试，量表的内部一致性较好（Cronbach′s α=0.87）。

1.2.3　社会支持评定量表（social support rating scale，SSRS）　由肖水源[14]于1994年编制，共10个条目，包括主观支持、客观支持和对社会支持的利用度三个维度，量表总分66分，分数越高表明社会支持度越好，量表各条目一致性较好，在0.89～0.94之间。

1.2.4　医学应对问卷（medical coping modes questionnaire，MCMQ）　由 FEIFEL 等[15]于 1987 年编制，该问卷中文版由沈晓红和姜乾金[16]于2000年汉化，共20个条目，包括面对、回避、屈服三个维度，得分越高的维度表明患者越倾向采用该种方式应对疾病。各维度Cronbach′s α 系数分别为0.69、0.60、0.76，信效度良好。

1.3　资料收集和质量控制　本研究通过医院伦理委员会审核（2022041K），首先对问卷调查人员进行统一培训，调查者向患者讲解研究目的以取得患者的同意，签署患者知情同意书。在填写过程中若有任何疑问，调查者当场解答，填写完毕后，立即确认有无漏项，检查问卷填写的完整性及有效性，保证每份问卷的质量。本次调查共发放问卷360份，回收有效问卷339份，有效回收率为94%。

1.4　统计学方法　采用SPSS 26.0软件对数据进行统计分析。定性资料采用频数（构成比）描述；定量资料采用均数±标准差描述；不同特征的乳腺癌患者FCR得分比较采用方差分析，采用Pearson相关分析探索癌症复发恐惧与社会支持、医学应对方式三者之间的相关性。使用R 4.3.1软件构建模型，所有模型均按3∶1比例划分训练集和测试集，随机抽取75%的样本作为训练集（n=250）构建预测模型，其余的25%作为测试集（n=89）评估模型的预测效能，以平均绝对误差（mean absolute error，MAE）、均方根误差（root mean squared error，RMSE）及决定系数（coeficient of determination，也称 R^2）等指标对模型进行评价。SHapley Additive exPlanations（SHAP）框架被用来确定各个特征对每个模型的重要性，从而深入了解那些通常难以解释的预测模型的内部机制。以 P<0.05为差异有统计学意义。

2　结果

2.1　乳腺癌患者的一般资料及不同特征的乳腺癌患者FCR得分比较　不同年龄、婚龄、职业、工作状态、家庭人均月收入是初诊乳腺癌患者的FCR得分差异有统计学意义（P<0.05），见表1。339例初诊乳腺癌患者FCR得分为（27.6±7.42）分，处于中等水平，生理健康维度得分为（15.23±4.27）分，社会家庭维度得分为（12.38±4.05）分，其中≥34分的患者共有65例（19.17%）。

表1　不同特征乳腺癌患者复发恐惧的单因素分析（n=339）

项目	分类	例(%)	FCR总分	P
年龄	18～44岁	98(28.9)	29.86±7.45	<0.001
	45～59岁	166(49.0)	28.01±7.05	
	60～74岁	70(20.6)	23.97±6.75	
	75～89岁	5(1.5)	21.00±7.52	
子女数	0	14(4.1)	30.36±9.24	0.333
	1～2	296(87.3)	27.43±7.31	
	≥3	29(8.6)	28.07±7.56	
宗教信仰	有	5(1.5)	24.00±6.52	0.274
	无	334(98.5)	27.66±7.43	
婚龄	0～9年	30(8.8)	28.97±7.81	<0.001
	10～19年	56(16.5)	30.39±7.06	
	20～29年	116(34.2)	28.56±6.90	
	30～61年	137(40.4)	25.36±7.35	
文化程度	初中及以下	130(38.3)	26.87±6.98	0.088
	高中/中专	120(35.4)	28.52±7.62	
	大专	51(15.0)	26.20±7.35	
	本科及以上	38(11.2)	29.13±7.98	
职业	工人	47(13.9)	25.26±7.24	0.020
	农民	55(16.2)	27.75±6.70	
	职员	82(24.2)	27.56±7.25	
	教师	26(7.7)	26.00±8.26	
	公务员	23(6.8)	28.74±8.50	
	个体	24(7.1)	25.54±7.12	
	其他	82(24.2)	29.70±7.21	
工作状态	退休、无业	195(57.5)	26.41±6.42	<0.001
	病假、在职	144(42.5)	29.22±8.34	
家庭人均月收入	<1 000元	6(1.8)	25.00±5.20	0.012
	1 000～2 999元	73(21.5)	29.58±7.14	
	3 000～4 999元	103(30.4)	26.05±7.49	
	≥5 000元	157(46.3)	27.91±7.36	
付费方式	其他	2(0.6)	31.00±5.66	0.394
	自费	9(2.7)	28.44±7.33	
	新农合	66(19.5)	26.41±6.06	
	医保	258(76.1)	27.92±7.71	
	公费医疗	4(1.2)	23.25±9.43	
手术方式	保乳手术	90(26.5)	27.52±7.77	0.902
	乳房切除术	249(73.5)	27.63±7.65	
生活自理能力	需要家人协助	197(58.1)	27.81±7.28	0.555
	完全自理	142(41.9)	27.32±7.62	

2.2　初诊乳腺癌患者癌症复发恐惧与社会支持、医学应对方式的相关性分析　Pearson相关分析结

果显示,初诊乳腺癌患者癌症复发恐惧总分与客观支持、社会支持利用度及社会支持总分呈负相关($P<0.05$);面对的应对方式与患者的复发恐惧总分呈负相关($P<0.01$),回避的应对方式与复发恐惧总分呈正相关($P<0.01$),详见表2。

表2 乳腺癌患者癌症复发恐惧得分与社会支持、医学应对方式得分的相关性分析(r值)

变量	复发恐惧总分	客观支持	主观支持	支持利用度	社会支持总分	面对	回避	屈服
复发恐惧总分	1.000							
客观支持	−0.130*	1.000						
主观支持	−0.089	0.558**	1.000					
支持利用度	−0.127*	0.315**	0.389**	1.000				
社会支持总分	−0.135*	0.756**	0.911**	0.648**	1.000			
面对	−0.164**	−0.188**	−0.121*	−0.064	−0.154**	1.000		
回避	0.503**	−0.007	0.095	0.074	0.079	−0.062	1.000	
屈服	−0.057	0.119*	0.000	0.123*	0.076	−0.055	0.053	1.000

*$P<0.05$;**$P<0.01$

2.3 MLR与4种不同机器学习模型评价结果 将乳腺癌患者复发恐惧总分作为结局变量,以单因素分析或相关性分析中有统计学意义的因素(年龄、婚龄、工作状态、社会支持、面对应对方式、回避应对方式、职业、家庭人均月收入)为输入变量,LightGBM、XGBoost、DT、RF和MLR算法分别建立预测模型。以MAE、RMSE及R^2等指标对模型进行评价,在测试集中LightGBM模型的R^2最大为0.57,同时MAE值最小为3.57,由此可见LightGBM模型的预测效能最佳。见表3。

表3 MLR与4种不同机器学习模型评价结果

方法	Dataset	MAE	RMSE	R^2
RF	training cohort	3.28	4.19	0.71
	testing cohort	3.73	4.65	0.55
LightGBM	training cohort	3.25	4.22	0.70
	testing cohort	3.57	4.67	0.57
DT	training cohort	4.07	5.27	0.57
	testing cohort	3.93	4.91	0.50
XGBoost	training cohort	3.68	4.71	0.63
	testing cohort	3.69	4.56	0.56
MLR	training cohort	3.91	4.98	0.57
	testing cohort	3.68	4.63	0.56

MAE:平均绝对误差,MAE值为0到正无穷大,值越小越好;RMSE:均方根误差,RMSE值为0到正无穷大,值越小越好;R^2:决定系数,从0到1,值越接近1越好;DT:决策树;XGBoost:极端梯度提升;RF:随机森林;MLR:多重线性回归;LightGBM:轻量级梯度提升机;training cohort:训练集;testing cohort:测试集

2.4 复发恐惧预测模型特征变量重要性排序 本研究使用SHAP方法来解释最终模型的输出,通过计算每个变量对预测的贡献来进行解释,描述了模型的整体功能。使用平均SHAP值评估特征对模型的贡献,并按贡献大小进行排名,排名第一贡献最大,依次类推。复发恐惧预测模型特征变量重要性排序基于4种机器学习及MLR预测模型的特征变量重要性分析结果,其中蓝色越深、数值越小代表对FCR评分影响越大。10种风险因素在5个预测模型中重要性排序见表4。回避应对方式的重要性占首位,依次为面对应对方式、支持的利用度、主观支持及客观支持。人口学因素中职业、家庭人均月收入、工作状态依次占比前3位。见图1。

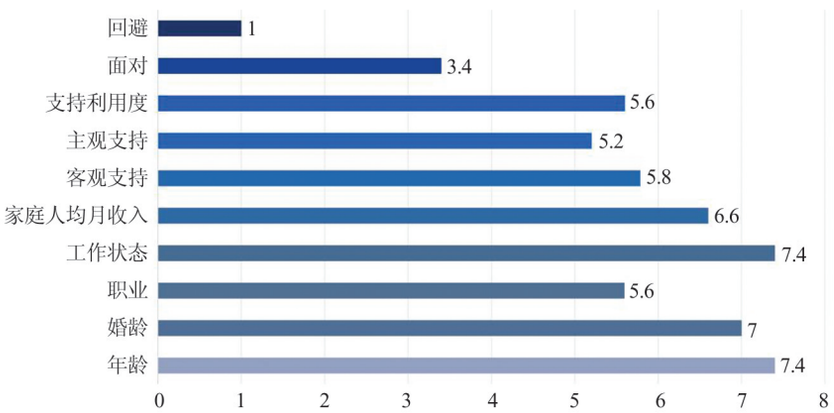


图1 复发恐惧预测模型特征变量重要性排序

表 4　风险因素在 5 个预测模型中重要性排序

变量	RF	DT	LM	Light-GBM	XG-Boost	rank
年龄	9	10	8	6	4	7.4
婚龄	8	7	3	9	8	7
职业	3	6	4	5	10	5.6
工作状态	10	2	10	8	7	7.4
家庭人均月收入	5	8	7	10	3	6.6
客观支持	7	5	5	7	5	5.8
主观支持	4	4	6	3	9	5.2
支持利用度	6	3	9	4	3	5.6
面对	2	9	2	2	2	3.4
回避	1	1	1	1	1	1

3　讨论

本研究表明，初诊乳腺癌患者的复发恐惧水平处于中等，总体 FCR 为（27.60±7.42）分，其中 19.17% 的患者得分≥34 分。生理健康维度和社会家庭维度的得分分别为（15.23±4.27）和（12.38±4.05）分。本研究对象主要集中在围手术期，尚未经历放疗和化疗，而这些治疗的副作用（如疼痛和疲劳）与较高的 FCR 水平相关[17]；随着癌症治疗技术的提升和知识的普及，患者对疾病的恐惧感减弱。研究还发现，病假或在职状态的患者复发恐惧水平较高（$t=-5.694$，$P<0.001$），这与 MAHEU 等[18]的研究结果一致。在职患者不仅担忧疾病本身，还担心其对工作和职业发展的影响，从而加剧恐惧。因此，建议临床医务人员特别关注这一群体，提供个性化帮助，以减轻因疾病和工作双重压力带来的恐惧感。此外，复发恐惧程度与年龄呈负相关（$F=10.981$，$P<0.001$），特别是在年轻患者中，复发恐惧水平较高。这与 VACHON 等[19]的研究结果相符。年轻患者面临工作、家庭和社会责任的多重压力，疾病的出现干扰了生活节奏，治疗期间的工作中断和经济损失加重了负担，导致更高的复发恐惧水平。因此，临床医务人员还应关注年轻患者的家庭和社会环境，积极与患者交流，分享康复案例，减轻其心理压力和恐惧情绪，从而提高其心理抗逆力和生活质量。

本研究应用以上 4 种机器学习算法与 MLR 构建初诊乳腺患者 FCR 风险预测模型，结果显示，RF、LightGBM 和 XGBoost 预测能力均优于 MLR。MLR 因其线性结构带来的计算效率高而常用于临床研究[20]。然而，尽管计算速度快，但 MLR 存在显著局限性。它对预测变量间的多重共线性共高度敏感，可能导致估计不稳定和可靠性降低。此外，MLR 难以捕捉数据中的复杂非线性关系，容易欠拟合，降低分类准确性。在处理数据不平衡问题时，MLR 表现不佳，往往偏向多数类，限制了其在数据不平衡的临床情境中的适用性[21]。机器学习方法在数据分析中具有显著的优势。首先，这些方法不依赖于数据集的正态分布等假设或前提条件[22]。其次，与 MLR 相比，机器学习能够更有效地捕捉数据中的非线性关系，展现出更高的灵活性。此外，机器学习算法通过迭代优化模型参数，能够不断改进模型直至达到最佳拟合效果[23]。尽管机器学习方法的内部机制较为复杂且难以解释，但它们在降低错误率方面表现优于多重线性回归，提供了更为准确的预测和分类结果。这使得机器学习方法在各种复杂数据分析任务中成为首选。本研究发现相比于 MLR、DT、XGBoost 模型，LightGBM 模型的预测效能最佳，其在验证集中 MAE、MSE、R^2 均表现最佳，并依次识别出回避、面对、主观支持、支持利用度为影响 FCR 评分的关键风险因素，本课题成员认为 LightGBM 模型最优，LightGBM 在处理复杂的非线性关系方面表现优异，适用于大规模和高维数据。其优势包括自动特征选择、评估特征重要性、内置缺失值处理功能、通过正则化防止过拟合，以及基于直方图的算法提高计算效率并支持 GPU 加速[24]。这些特性使 LightGBM 在数据分析和机器学习任务中具有显著优势和广泛应用。

本研究根据预测模型筛选出影响 FCR 相关因素，深入探讨了初诊乳腺癌患者在面对复发恐惧时所选择的不同应对方式。研究结果清晰地显示，应对方式在变量重要性中占首位，回避性应对方式与复发恐惧呈现出明显的正相关（$P<0.01$），而与此同时，积极的应对方式[25]则与患者的复发恐惧水平之间存在显著的负相关（$P<0.01$）。回避的应对方式可能会导致复发恐惧水平升高，因为这种应对方式无法有效地管理情绪和解决患者的不确定性[26]。面对被认为是一种积极有效的应对方式[27]，有助于缓解患者的恐惧和焦虑。在临床工作中医护人员应准确辨识患者所采取的应对方式。对于倾向于回避性应对方式的患者，需要引导和关注，帮助他们积极面对现实，建立信心，战胜恐惧。这将有助于提升患者的心理适应水平，减轻恐惧情绪，更好地应对疾病的挑战。帮助其正确面对疾病和自身所处的状况，唤醒患者对生活的希望。本研究横断面调查发现初诊乳腺癌患者的复发恐惧水

平与社会支持水平呈现负相关($P<0.01$),高水平的社会支持与较低的复发恐惧密切相关,凸显了社会支持在应对乳腺癌患者心理恐惧中的积极作用[28]。先前研究[29]也验证了来自家庭、亲友以及社区的社会支持对提升患者适应能力、减轻心理压力,进而降低癌症复发恐惧水平的重要性。进一步加深了我们对于乳腺癌患者心理状态与社会环境之间的关联性的理解。我们发现,那些能够从家庭成员、亲朋好友以及社区获得更多社会支持的患者,更倾向于具备更低的癌症复发恐惧水平。这一结果呼应了既往研究[30]的发现,社会支持有助于提升患者的心理抗压能力、改善应对策略,最终减轻了癌症患者的心理压力和恐惧情绪。医护人员在实际工作中需要深刻认识到社会支持对于乳腺癌患者心理健康的积极影响。在临床护理过程中,我们不仅应当了解患者的社会支持网络情况,还需鼓励患者主动寻求并扩展社会支持圈,以协助他们更好地应对癌症带来的心理困扰和不安情绪。这一举措将有助于提高患者的整体生活质量,并促进他们在癌症治疗过程中更为积极地面对各种心理挑战。

本研究中初诊乳腺癌患者人群FCR为中等水平。研究明确指出,社会支持水平以及医学应对方式、职业、工作状态、家庭人均月收入,是初诊乳腺癌患者癌症复发恐惧水平的主要影响因素,特别需要关注患者的医学应对方式。在临床实践中,医务人员有必要加强对癌症复发恐惧水平的评估,特别是对高度担忧的个体予以关注。通过扩展社会支持网络、优化应对策略,预期可以有效地降低患者的癌症复发恐惧水平。此外,减轻恐惧水平不仅能提升医疗资源的利用效率和质量,还能改善患者的整体体验。本横断面研究是采用便利抽样,这可能导致样本不能代表总体,模型在训练集上表现良好,但在测试集或实际应用中表现一般。虽然已通过数据增强、使用加权损失函数等方法来提高模型的可靠性和准确性,但模型可能无法在更广泛的数据上表现良好。因此建议未来研究除了进一步扩大样本量,采用分层抽样外,同时开展纵向研究,捕捉FCR水平的变化趋势,更深入地了解乳腺癌患者FCR的演变轨迹,并有针对性地采取更为有效的干预措施。

参考文献

[1] 中国抗癌协会乳腺癌专业委员会. 中国乳腺癌筛查与早期诊断指南[J]. 中国癌症杂志, 2022, 32(4): 363-372.
Breast Cancer Specialized Committee of the Chinese Anti-Cancer Association. Screening and early diagnosis of breast cancer in China: A practice guideline[J]. China Oncol, 2022, 32(4): 363-372.

[2] SUNG H, FERLAY J, SIEGEL R L, et al. Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries[J]. CA Cancer J Clin, 2021, 71(3): 209-249.

[3] FENG R M, ZONG Y N, CAO S M, et al. Current cancer situation in China: Good or bad news from the 2018 Global Cancer Statistics? [J]. Cancer Commun, 2019, 39(1): 22.

[4] BIDSTRUP P E, JOHANSEN C, KROMAN N, et al. Effect of a nurse navigation intervention on mental symptoms in patients with psychological vulnerability and breast cancer: The REBECCA randomized clinical trial[J]. JAMA Netw Open, 2023, 6(6): e2319591.

[5] TAUBER N M, O'TOOLE M S, JENSEN A B, et al. ConquerFear-Group: A randomized controlled trial of an online-delivered group-based psychological intervention for fear of cancer recurrence in breast cancer survivors[J]. Psychooncology, 2023, 32(9): 1424-1432.

[6] SCHAPIRA L, ZHENG Y, GELBER S I, et al. Trajectories of fear of cancer recurrence in young breast cancer survivors[J]. Cancer, 2022, 128(2): 335-343.

[7] YANG Y, SUN H W, LUO X, et al. Network connectivity between fear of cancer recurrence, anxiety, and depression in breast cancer patients[J]. J Affect Disord, 2022, 309: 358-367.

[8] AKECHI T, YAMAGUCHI T, UCHIDA M, et al. Smartphone psychotherapy reduces fear of cancer recurrence among breast cancer survivors: A fully decentralized randomized controlled clinical trial (J-SUPPORT 1703 study)[J]. J Clin Oncol, 2023, 41(5): 1069-1078.

[9] LIU J L, GRIVA K, MAHENDRAN R. Latent profiles of fear of cancer recurrence and associations with physical and mental health outcomes[J]. Ann Behav Med, 2023, 57(9): 743-752.

[10] CLIFT A K, DODWELL D, LORD S, et al. Development and internal-external validation of statistical and machine learning models for breast cancer prognostication: Cohort study[J]. BMJ, 2023, 381: e073800.

[11] MEHNERT A, HERSCHBACH P, BERG P, et al. Fear of progression in breast cancer patients: Validation of the short form of the Fear of Progression Questionnaire (FoP-Q-SF)[J]. Z Psychosom Med Psychother, 2006, 52(3): 274-288.

[12] KOCH-GALLENKAMP L, BERTRAM H, EBERLE A, et al. Fear of recurrence in long-term cancer survivors-Do cancer type, sex, time since diagnosis, and social support matter? [J]. Health Psychol, 2016,

35(12):1329-1333.

[13] 吴奇云, 叶志霞, 李丽, 等. 癌症患者恐惧疾病进展简化量表的汉化及信效度分析[J]. 中华护理杂志, 2015, 50(12): 1515-1519.
WU Q Y, YE Z X, LI L, et al. Reliability and validity of Chinese version of Fear of Progression Questionnaire-Short Form for cancer patients[J]. Chin J Nurs, 2015, 50(12): 1515-1519.

[14] 肖水源 .《社会支持评定量表》的理论基础与研究应用[J]. 临床精神医学杂志, 1994,4(2): 98-100.
XIAO S Y. Theoretical basis and research application of *Social Support Rating Scale*[J]. J Clin Psychiatry, 1994, 4(2): 98-100.

[15] FEIFEL H, STRACK S, NAGY V T. Degree of life-threat and differential use of coping modes[J]. J Psychosom Res, 1987, 31(1): 91-99.

[16] 沈晓红,姜乾金 . 医学应对方式问卷中文版 701 例测试报告[J]. 中国行为医学科学, 2000,9(1): 22-24.
SHEN X H, JIANG Q J. Report on the Chinese version of the medical coping modes questionnaire based on 701 cases[J]. Chinese Journal of Behavioral Medicine Science, 2000,9(1): 22-24.

[17] CHO D, CHU Q, LU Q. Associations among physical symptoms, fear of cancer recurrence, and emotional well-being among Chinese American breast cancer survivors: A path model[J]. Support Care Cancer, 2018, 26(6): 1755-1761.

[18] MAHEU C, SINGH M, TOCK W L, et al. Fear of cancer recurrence, health anxiety, worry, and uncertainty: A scoping review about their conceptualization and measurement within breast cancer survivorship research[J]. Front Psychol, 2021, 12: 644932.

[19] VACHON E, KRUEGER E, CHAMPION V L, et al. The impact of fear of cancer recurrence on healthcare utilization among long-term breast cancer survivors recruited through ECOG - ACRIN trials[J]. Psychooncology, 2021, 30(3): 279-286.

[20] GORMLEY M, KNOBF M T, VORDERSTRASSE A, et al. Exploring the effects of genomic testing on fear of cancer recurrence among breast cancer survivors [J]. Psychooncology, 2021, 30(8): 1322-1331.

[21] KLONTZAS M E, VOLITAKIS E, AYDINGÖZ Ü, et al. Machine learning identifies factors related to early joint space narrowing in dysplastic and non-dysplastic hips[J]. Eur Radiol, 2022, 32(1): 542-550.

[22] NGUYEN V L, NGUYEN H D, CHO Y S, et al. Comparison of multivariate linear regression and a machine learning algorithm developed for prediction of precision warfarin dosing in a Korean population[J]. J Thromb Haemost, 2021, 19(7): 1676-1686.

[23] LIN Z M, CHOU W C, CHENG Y H, et al. Predicting nanoparticle delivery to tumors using machine learning and artificial intelligence approaches[J]. Int J Nanomed, 2022, 17: 1365-1379.

[24] ZAPF M A C, FABBRI D V, ANDREWS J, et al. Development of a machine learning model to predict intraoperative transfusion and guide type and screen ordering[J]. J Clin Anesth, 2023, 91: 111272.

[25] CHEN S H, MEI R R, TAN C X, et al. Psychological resilience and related influencing factors in postoperative non-small cell lung cancer patients: A cross-sectional study[J]. Psychooncology, 2020, 29(11): 1815-1822.

[26] DEUNING - SMIT E, CUSTERS J A E, MIROŠEVIČ Š, et al. Prospective longitudinal study on fear of cancer recurrence in patients newly diagnosed with head and neck cancer: Course, trajectories, and associated factors[J]. Head Neck, 2022, 44(4): 914-925.

[27] DU R F, WANG P P, MA L X, et al. Health-related quality of life and associated factors in patients with myocardial infarction after returning to work: A cross-sectional study[J]. Health Qual Life Outcomes, 2020, 18(1): 190.

[28] YEUNG N C Y, LU Q. Social constraints and fear of recurrence among Chinese American breast cancer survivors: An exploration of psychosocial mediators[J]. Psychooncology, 2022, 31(1): 98-106.

[29] SORIANO E C, OTTO A K, LOSAVIO S T, et al. Fear of cancer recurrence and inhibited disclosure: Testing the social-cognitive processing model in couples coping with breast cancer[J]. Ann Behav Med, 2021, 55(3): 192-202.

[30] TAHER R, CARR NJ, VANDERPUYE N, et al. Fear of Cancer Recurrence in peritoneal malignancy patients following treatment: A cross-sectional study[J]. J Cancer Surviv, 2023, 17(2): 300-308.

(2023-12-11 收稿)
编辑　张　峻