

doi:10.3969/j.issn.1005-3697.2026.02.009

✦ 临床医学研究 ✦

多模态超声评估肿瘤生物学行为联合系统免疫炎症指数构建乳腺癌新辅助化疗疗效预测模型的前瞻性研究

宋红雨, 李静艳, 刘宝曼, 张震

(河北省沧州中西医结合医院超声诊断科, 河北 沧州 061000)

【摘要】目的: 探究多模态超声评估肿瘤生物学行为联合系统免疫炎症指数构建乳腺癌新辅助化疗(NAC)疗效预测模型的预测价值。**方法:** 选取 98 例乳腺癌患者为前瞻性队列研究对象。根据 NAC 后 Miller-Payne 分级分为有效组(MP4-5 级, $n=62$)与无效组(MP1-3 级, $n=36$)。所有患者于 NAC 前接受多模态超声检查, 评估肿瘤血流 Adler 分级、应变率比值(SR)、峰值强度(PI)、达峰时间(TTP)。采用全自动血细胞分析仪检测基于血常规报告中的绝对值参数计算系统免疫炎症指数(SII), NAC 后手术病理 Miller-Payne 分级。多因素 Logistic 回归(ForwardLR 法)建立联合预测模型; ROC 曲线分析, 计算 AUC、敏感度、特异度; DeLong 检验比较曲线差异。**结果:** 有效组的 Adler 血流分级、应变率比值及峰值强度均低于无效组($P<0.001$)。相反, 有效组的达峰时间则高于无效组($P<0.001$); 有效组的 SII、中性粒细胞计数和血小板计数均低于无效组($P<0.05$)。相反, 有效组的淋巴细胞计数则高于无效组($P<0.001$); 多因素逻辑回归分析显示, 肿瘤直径、Adler 血流分级、SR、PI、TTP 及 SII 均是治疗效果的独立预测因素($P<0.05$); 经多变量调整后, SR、PI 及 SII 仍是治疗效果的独立预测因素($P<0.05$); ROC 曲线分析显示, SR、PI 及 SII 对疗效失败均具有良好预测价值, 联合模型预测效能显著提升。**结论:** 利用多模态超声评价肿瘤生物学特性及 SII 反映机体免疫炎症状态, 二者联合作用于乳腺癌患者的病情判断时能更好地提示疾病的发展趋势及化疗敏感情况。

【关键词】 多模态超声; 系统免疫炎症指数; 乳腺癌; 辅助化疗; 疗效; 预测模型

【中图分类号】 R736.9 **【文献标志码】** A

A prospective study on the construction of a predictive model for the efficacy of neoadjuvant chemotherapy in breast cancer by multimodal ultrasound evaluation of tumor biological behavior combined with systemic immune inflammatory index

SONG Hong-yu, LI Jing-yan, LIU Bao-man, ZHANG Zhen

(Department of Ultrasound Diagnosis, Cangzhou Hospital of Integrated Traditional Chinese and Western Medicine in Hebei Province, Cangzhou 061000, Hebei, China)

【Abstract】Objective: To evaluate the predictive value of a predictive model for the efficacy of neoadjuvant chemotherapy (NAC) in breast cancer by multimodal ultrasound assessment of tumor biological behavior combined with systemic immune inflammation index. **Methods:** 98 patients with breast cancer were selected as prospective cohort study subjects. According to the NAC Miller Payne grading system, it was divided into an effective group (MP4-5 grade, $n=62$) and ineffective group (MP1-3 level, $n=36$). All patients underwent multimodal ultrasound examination (including two-dimensional color Doppler, elastography, and contrast-enhanced ultrasound) before NAC to evaluate tumor blood flow (Adler grade), stiffness strain ratio (SR), perfusion peak intensity (PI) and time to peak (TTP). Using a fully automated blood cell analyzer to detect and calculate the Systemic Inflammatory Index (SII) based on the absolute value parameters in the blood routine report, and performing Miller Payne grading of surgical pathology after NAC. Establish a joint prediction model using multiple logistic regression (ForwardLR method), ROC curve analysis, calculate AUC, sensitivity, and specificity, DeLong test compared the differences in curves. **Results:** The Adler blood flow grading, strain rate ratio, and peak intensity of the effective group were significantly lower than those of the ineffective group ($P<0.001$). On the contrary, the peak time of the effective group was significantly

基金项目: 河北省医学科学研究课题计划项目(20261192)

作者简介: 宋红雨(1984-), 女, 主治医师。E-mail: songy_hong@163.com

通讯作者: 刘宝曼。E-mail: liubaoman123@163.com

higher than that of the ineffective group ($P < 0.001$). The SII, neutrophil count, and platelet count of the effective group were significantly lower than those of the ineffective group ($P < 0.05$). On the contrary, the lymphocyte count in the effective group was significantly higher than that in the ineffective group ($P < 0.001$). Multivariate Logistic regression analysis showed that tumor diameter, Adler blood flow grading, SR, PI, TTP, and SII were independent predictors of treatment efficacy ($P < 0.05$). After multivariable adjustment, SR, PI, and SII remained independent predictors of treatment efficacy ($P < 0.05$). ROC curve analysis showed that SR, PI, and SII all had good predictive value for efficacy failure, and the combined model significantly improved predictive performance. **Conclusion:** Multimodal ultrasound is used to evaluate the biological characteristics of tumor and SII to reflect the immune and inflammatory state of the body. The combination of the two can better indicate the development trend of the disease and the chemosensitivity of breast cancer patients when judging their condition.

【Key words】 Multimodal ultrasound; Systemic immune-inflammatory index; Breast cancer; Neoadjuvant chemotherapy; Therapeutic efficacy; Predictive model

乳腺癌是世界上妇女中最常见的癌症类型之一^[1]。由于早期缺乏特异性症状及有效的筛查手段,部分患者确诊时已属晚期,且其发病机制复杂,受遗传和环境因素共同影响,因此多采用综合治疗以改善预后。新辅助化疗(neoadjuvant chemotherapy, NAC)作为术前全身治疗,可缩小肿瘤、降低分期,提高手术切除率并降低复发风险^[2-3]。然而,部分患者因耐药等原因导致肿瘤进展,治疗失败。因此,如何早期识别 NAC 获益人群成为临床关注的重点。传统疗效评估方法如术后病理存在滞后性,无法指导治疗前决策。寻找能在 NAC 前或早期准确预测疗效的生物标志物成为研究热点与难点。近年来,影像组学兴起,通过计算机算法挖掘生物标志物,实现疾病精准诊断与疗效预测。多模态超声(又称整合超声)融合二维彩色多普勒、弹性成像、超声造影等技术,具有分辨率高、信息量丰富的特点,可全面评估肿瘤形态、血流、硬度等生物学特性^[4]。肿瘤不仅是独立实体,亦是人体微生态系统的一部分,单一指标难以全面反映其行为。因此,本研究联合多模态超声与系统免疫炎症指数(systemic inflammatory index, SII)构建预测模型。SII 是基于血常规参数(白细胞、中性粒细胞、淋巴细胞、血小板)计算的复合指标,反映机体免疫炎症状态^[5]。通过分析多模态超声参数与 SII 的相关性,探索其在预测乳腺癌 NAC 病理缓解中的价值,以提升疗效评估准确性。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2023 年 1 月至 2024 年 12 月河北省沧州中西医结合医院收治的乳腺癌患者 98 例为前瞻性队列研究对象。根据 NAC 后 Miller-Payne 分级分为有效组(MP4-5 级, $n = 62$)与无效组(MP1-3 级, $n = 36$)。见表 1。经本院伦理委员会批准[CZX2025093(申)]。

表 1 两组患者一般资料特征比较 [$n(\%)$, $\bar{x} \pm s$]

资料	有效组($n=62$)	无效组($n=36$)	t/χ^2 值	P 值
年龄(岁)	52.3 \pm 8.7	54.1 \pm 9.2	0.967	0.336
肿瘤直径(cm)	3.5 \pm 1.2	4.1 \pm 1.4	2.243	0.027
Ki-67 高表达	45(72.6)	29(80.6)	0.783	0.376
ER 阳性	38(61.3)	20(55.6)	0.310	0.578
HER-2 阳性	22(35.5)	15(41.7)	0.370	0.543

肿瘤直径差异经 t 检验校正后仍显著($P < 0.05$)。

1.2 纳排标准

纳入标准:(1)经穿刺活检确诊为浸润性乳腺癌(依据《CSCO 乳腺癌诊疗指南》^[6]);(2)拟行新辅助化疗(NAC)后手术;(3)年龄 18~75 岁;(4)签署知情同意书。排除标准:(1)合并其他恶性肿瘤;(2)既往接受过乳腺癌治疗;(3)严重心/肝/肾功能不全;(4)妊娠或哺乳期妇女。

1.3 方法

1.3.1 多模态超声检查 设备:西门子 ACUSON-Seqouia 超声仪(18L6 高频探头);检查方案:常规超声记录肿瘤大小、边界、血流(Adler 分级);弹性成像:测量应变率比值(SR);超声造影(CEUS):采用 SonoVue 造影剂,分析峰值强度(PI)、达峰时间(TTP)。由两名 ≥ 5 年经验的超声医师双盲评估($Kappa = 0.86$)。所有超声图像均存档并由第三位高级职称医师在意见不一致时进行仲裁。超声造影分析采用时间-强度曲线自动生成 PI 与 TTP 值,取三次测量的平均值。超声医师及病理医师均采用盲法评估。

1.3.2 SII 检测 NAC 前采集患者空腹静脉血,EDTA 抗凝管保存,2 h 内通过 Sysmex XN-9000 全自动血细胞分析仪检测;基于血常规报告中的绝对值参数计算 SII: $SII = (\text{血小板计数} \times \text{中性粒细胞计数}) \div \text{淋巴细胞计数}$, (参数单位均为 $\times 10^9/L$, 计算结果无量纲)。

1.4 疗效评价标准

NAC 后手术病理 Miller-Payne 分级。有效:

MP4-5 级(肿瘤细胞减少 >90% 或完全消失); 无效: MP1-3 级(肿瘤细胞减少 ≤90%)。

1.5 统计学分析

SPSS26.0 软件进行数据分析。采用 EDC 系统双人录入(一致性 >99%), 计数资料以 [n(%)] 表示, 组间比较采用独立样本 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法; 计量资料以 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 组间比较采用独立样本 t 检验, 组内比较采用配对样本 t 检验; 单因素分析筛选变量, 多因素 Logistic 回归 (Forward LR 法) 建立联合预测模型; ROC 曲线分析, 计算 AUC、敏感度、特异度; Delong 检验比较曲线差异。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者多模态超声参数组间比较

本研究对比了治疗有效组 ($n = 62$) 与无效组 ($n = 36$) 的超声参数差异。结果显示, 有效组的 Adler 血流分级、应变率比值以及峰值强度均低于无效组 ($P < 0.001$)。相反, 有效组的达峰时间则高于无效组 ($P < 0.001$)。见表 2。

表 2 多模态超声参数组间比较 ($\bar{x} \pm s$)

超声参数	有效组 ($n = 62$)	无效组 ($n = 36$)	t 值	P 值
Adler 血流分级(级)	2.31 ± 0.65	3.02 ± 0.71	-5.432	<0.001
SR	3.25 ± 1.10	4.78 ± 1.35	-6.887	<0.001
PI(dB)	28.50 ± 5.20	35.80 ± 6.10	-7.012	<0.001
TTP(s)	16.30 ± 3.50	12.20 ± 2.80	6.523	<0.001

2.2 两组患者炎症指标组间比较

本研究比较了治疗有效组 ($n = 62$) 与无效组 ($n = 36$) 的炎症指标水平。结果显示, 有效组的 SII、中性粒细胞计数和血小板计数均低于无效组 ($P < 0.05$)。相反, 有效组的淋巴细胞计数则高于无效组 ($P < 0.05$)。以上所有炎症指标的组间差异均有统计学意义。见表 3。

表 3 炎症指标组间比较 ($\bar{x} \pm s$)

炎症指标	有效组 ($n = 62$)	无效组 ($n = 36$)	t 值	P 值
SII ($\times 10^9/L$)	485.30 ± 182.50	732.60 ± 215.80	-6.785	<0.001
中性粒细胞 ($\times 10^9/L$)	4.20 ± 1.30	5.80 ± 1.60	-5.987	<0.001
淋巴细胞 ($\times 10^9/L$)	1.65 ± 0.45	1.20 ± 0.38	5.432	<0.001
血小板 ($\times 10^9/L$)	210.50 ± 52.30	245.60 ± 61.20	-3.287	0.001

2.3 单因素分析筛选预测因子

多因素逻辑回归分析显示, 肿瘤直径、Adler 血流分级、SR、PI、TTP 及 SII 均是治疗效果的独立预测因素 ($P < 0.05$)。见表 4。

表 4 单因素分析筛选预测因子

变量	β 值	OR 值	95%CI	P 值
肿瘤直径(cm)	0.521	1.684	1.112~2.551	0.013
Adler 分级	1.235	3.440	1.982~5.972	<0.001
SR 值	0.987	2.683	1.745~4.125	<0.001
PI(dB)	0.856	2.354	1.532~3.618	<0.001
TTP(s)	-0.732	0.481	0.312~0.742	0.001
SII ($\times 10^9/L$)	0.005	1.005	1.003~1.007	<0.001

2.4 多因素 Logistic 回归模型

经多变量调整后, SR、PI 及 SII 仍是治疗效果的独立预测因素 ($P < 0.05$)。见表 5。

表 5 多因素 Logistic 回归模型

变量	β 值	调整后 OR 值	95%CI	P 值
SR 值	0.752	2.121	1.325~3.395	0.002
PI(dB)	0.621	1.861	1.152~3.007	0.011
SII ($\times 10^9/L$)	0.004	1.004	1.001~1.007	0.003
常量	-3.245	0.039	-	<0.001

联合预测方程: $\text{Logit}(P) = -3.245 + 0.752 \times \text{SR} + 0.621 \times \text{PI} + 0.004 \times \text{SII}$, 模型效能: Hosmer-Lemeshow 检验 $\chi^2 = 5.321, P = 0.723$; 模型 AUC = 0.912 (95%CI: 0.857~0.967)。

2.5 ROC 曲线预测效能分析

ROC 曲线分析显示, SR、PI 及 SII 对疗效失败均具有良好预测价值, 联合模型预测效能提升。见表 6 及图 1。

表 6 ROC 曲线预测效能分析

预测指标	AUC 值	敏感度	特异度	截断值	95%CI
SR 值	0.803	79.03%	72.22%	>3.95	0.721~0.885
PI	0.785	75.81%	69.44%	>32.10 dB	0.698~0.872
SII	0.772	74.19%	66.67%	>605.50 $\times 10^9/L$	0.683~0.861
联合模型	0.912	88.71%	83.33%	>0.42	0.857~0.967

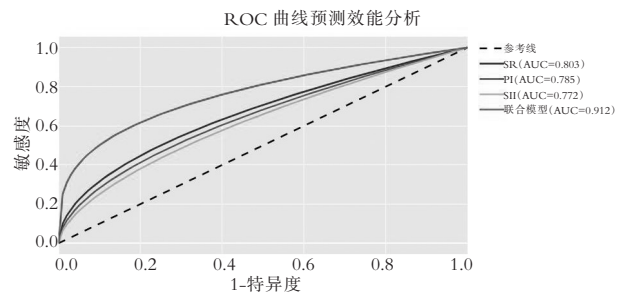


图 1 ROC 曲线

3 讨论

乳腺癌是全球女性中最常见的恶性肿瘤, 其发病率持续上升, 对女性健康构成严重威胁^[7-9]。在

我国,乳腺癌年新发病约 40 万例,是城市女性第二大、农村地区第三大的常见癌症,且发病率年增长率达 8%~9%,已成为中国女性健康的头号杀手^[10-11]。尽管诊疗手段不断进步,乳腺癌总体治愈率仍不理想,主要原因包括早期诊断困难及术后易复发转移^[12-13]。NAC 可通过缩小肿瘤、降低分期来改善手术结局和远期生存,但由于个体肿瘤生物学行为为差异,部分患者疗效不佳甚至出现进展。因此,精准预测 NAC 疗效对制定个体化治疗方案至关重要。多模态超声作为一种无创、便捷的影像学工具,能够从形态、血流、硬度等多角度反映肿瘤特征。SII 作为综合反映机体免疫炎症状态的血液学指标,已被证实与多种恶性肿瘤的预后相关^[14]。本研究将多模态超声与 SII 相结合,旨在探索二者联合预测乳腺癌 NAC 疗效的价值。研究结果证实了该联合策略的优越性,并通过构建多因素 Logistic 回归模型,实现了对疗效的高精度预测。

NAC 有效组的多模态超声参数特征表现为更低的 Adler 血流分级、SR 和 PI,以及更长的 TTP。这提示有效组的肿瘤血管化程度较低、组织硬度较小且血流灌注相对缓慢。这些超声特征能有效反映肿瘤的生物学行为。较低的 Adler 分级表明肿瘤新生血管不活跃,限制营养获取,可能增强对化疗的敏感性;较低的 SR 值提示肿瘤质地较软、侵袭性较弱,有利于化疗药物的渗透与作用;PI 与 TTP 的变化则反映了肿瘤内部的灌注状态,灌注缓慢常与乏氧微环境相关,可能影响肿瘤细胞的代谢与药物反应。本研究结果与既往研究结论相符^[15-16]。在 SII 方面,有效组的 SII 水平低于无效组,其主要原因在于有效组的中性粒细胞计数更低而淋巴细胞计数更高。中性粒细胞在肿瘤微环境中常发挥促肿瘤进展的作用,其增多与侵袭、转移及化疗耐药相关^[17]。淋巴细胞,特别是 CD4⁺ T 淋巴细胞,则是抗肿瘤免疫的核心,其水平升高有助于增强免疫监视与清除能力^[18-20]。因此,有效组所呈现的“低 SII”模式,反映了一种以淋巴细胞优势为特征的、更为有利的机体免疫炎症状态,这可能是其对 NAC 更敏感的重要原因。该发现与当前关于 SII 在肿瘤化疗疗效中作用的研究趋势一致,再次印证了全身免疫炎症状态在治疗反应中的关键作用。

单因素分析显示,所有多模态超声参数及 SII 均为 NAC 疗效的预测因子($P < 0.05$)。经多因素 Logistic 回归进一步筛选,最终确定 SR、PI 和 SII 为独立预测因素,并构建联合预测模型,该模型拟合良好(Hosmer-Lemeshow 检验 $P > 0.05$),预测效能显著($AUC = 0.912$, 敏感度 87.1%, 特异度

83.3%),优于任一单一指标。这表明多模态超声从“局部”刻画肿瘤物理与血流特征,而 SII 从“全身”反映宿主免疫炎症状态,二者在病理生理层面互补,共同构成更全面的预测体系。

既往研究多未明确各超声指标的相对重要性及协同作用^[21-22]。本研究通过多因素回归量化指标权重,建立了更精确的联合模型,且采用前瞻性队列设计,增强了结论的可靠性。目前,SII 多用于肿瘤预后评估,其在 NAC 疗效预测中的应用报道较少。本研究证实 SII 单独预测效能有限($AUC = 0.772$),但联合多模态超声后显著提升($AUC = 0.912$),凸显了影像学参数对血液指标的补充价值。通过对 SII 组成细胞的深入分析,也为理解其作用机制提供了新视角。尽管已有多种乳腺癌 NAC 预测模型被报道^[23],但指标选择与建模方法尚不统一。本研究基于循证原则,整合多模态超声与 SII 构建的模型显示出良好的准确性与可靠性,有望为个体化治疗决策提供参考。

本研究应用前瞻性队列研究的方法,验证了多模态超声联合 SII 对于乳腺癌患者接受 NAC 的预后判断有较好的临床意义,利用多模态超声评价肿瘤生物学特性以及 SII 反映机体免疫炎症状态,二者联合作用于乳腺癌患者的病情判断时能更好地提示疾病的发展趋势及化疗敏感情况,构建的联合预测模型的 AUC 均高于 0.75,并达到统计显著差异($P < 0.05$),说明该联合预测模型具有良好的预测效能。综上,SII 作为全身性的综合指标,在乳腺癌中与 TNM 分期的相关性分析表明,TNM 期别越高,SII 值越大,提示 SII 能够较好地区分疾病的严重程度,可用于指导乳腺癌的分级诊断。

参考文献

- [1] Rahman WT, Helvie MA. Breast cancer screening in average and high-risk women[J]. *Best Practice & Research Clinical Obstetrics & Gynaecology*, 2022, 83:3-14.
- [2] An J, Peng C, Tang H, et al. New advances in the research of resistance to neoadjuvant chemotherapy in breast cancer[J]. *International Journal of Molecular Sciences*, 2021, 22(17): 9644.
- [3] Motterle G, Andrews JR, Morlacco A, et al. Predicting response to neoadjuvant chemotherapy in bladder cancer[J]. *European Urology Focus*, 2020, 6(4):642-649.
- [4] Li XL, Lu F, Zhu AQ, et al. Multimodal ultrasound imaging in breast imaging-reporting and data system 4 breast lesions: a prediction model for malignancy[J]. *Ultrasound in Medicine & Biology*, 2020, 46(12):3188-3199.
- [5] Curigliano G, Burstein HJ, Gnant M, et al. Understanding breast cancer complexity to improve patient outcomes: The St Gallen International Consensus Conference for the Primary Therapy of

- Individuals with Early Breast Cancer 2023[J]. *Annals of Oncology*, 2023, 34(11): 970–986.
- [6] CSCO 乳腺癌诊疗指南(2017. V1)重磅颁布[J]. *中国全科医学*, 2017(15): 1845–1848.
- [7] Aagaard T, Reekie J, Jørgensen M, *et al.* Mortality and admission to intensive care units after febrile neutropenia in patients with cancer[J]. *Cancer Medicine*, 2020, 9(9): 3033–3042.
- [8] Lei S, Zheng R, Zhang S, *et al.* Global patterns of breast cancer incidence and mortality: a population-based cancer registry data analysis from 2000 to 2020[J]. *Cancer Communications*, 2021, 41(11): 1183–1194.
- [9] Abraham HG, Xia Y, Mukherjee B, *et al.* Incidence and survival of inflammatory breast cancer between 1973 and 2015 in the SEER database[J]. *Breast Cancer Research and Treatment*, 2021, 185(1): 229–238.
- [10] Marian D, Fulop ZZ, Fulop RL, *et al.* Locally advanced breast cancer in Eastern European developing countries[J]. *Annali Italiani di Chirurgia*, 2023, 94(4): 346–350.
- [11] Shao Z, Yu J, Cheng Y, *et al.* MR imaging phenotypes and features associated with pathogenic mutation to predict recurrence or metastasis in breast cancer[J]. *BMC Cancer*, 2023, 23(1): 97.
- [12] Li M, Wang H, Qu N, *et al.* Breast cancer screening and early diagnosis in China: a systematic review and meta-analysis on 10.72 million women[J]. *BMC Women's Health*, 2024, 24(1): 97.
- [13] Kim J, Harper A, McCormack V, *et al.* Global patterns and trends in breast cancer incidence and mortality across 185 countries[J]. *Nature Medicine*, 2025, 31(4): 1154–1162.
- [14] Wan CF, Jiang ZY, Wang YQ, *et al.* Radiomics of multimodal ultrasound for early prediction of pathologic complete response to neoadjuvant chemotherapy in breast cancer[J]. *Academic Radiology*, 2025, 32(4): 1861–1873.
- [15] Tang N, Tang J, Tang J, *et al.* Sononeoperfusion: a new therapeutic effect to enhance tumour blood perfusion using diagnostic ultrasound and microbubbles[J]. *Cancer Imaging*, 2023, 23(1): 29.
- [16] Qiu D, He Y, Feng Y, *et al.* Tumor perfusion enhancement by microbubbles ultrasonic cavitation reduces tumor glycolysis metabolism and alleviate tumor acidosis[J]. *Frontiers in Oncology*, 2024, 14: 1424824.
- [17] Jiang C, Lu Y, Zhang S, *et al.* Systemic immune-inflammation index is superior to neutrophil to lymphocyte ratio in prognostic assessment of breast cancer patients undergoing neoadjuvant chemotherapy[J]. *BioMed Research International*, 2020, 2020: 7961568.
- [18] Zhang Z, Lang J. The prognostic and clinical value of neutrophil-to-lymphocyte ratio (NLR) in ovarian cancer: a systematic review and meta-analysis[J]. *Journal of Medical Biochemistry*, 2024, 43(4): 323–333.
- [19] Sung KL, Kuo MJ, Hsieh CY, *et al.* High neutrophil-to-lymphocyte ratio predicts one-year risk of pneumonia post-stroke discharge [J]. *Cerebrovascular Diseases*, 2023, 52(5): 567–574.
- [20] 公春丽, 周宇微, 王洪, 等. 超声弹性成像检查联合 miR-130b-3p, miR-146a 表达预测乳腺癌患者新辅助化疗后肾损伤的风险列线图模型的建立与验证[J]. *川北医学院学报*, 2025, 40(5): 605–610.
- [21] 郭玉萍, 裴书芳, 丛淑珍, 等. 超声对 ER 阴性乳腺癌新辅助化疗早、中、后期疗效评估的价值[J]. *循证医学*, 2020, 20(6): 357–362.
- [22] 张志远, 李雯雯, 王帅, 等. 超声影像组学在乳腺肿瘤中的应用进展[J]. *中华临床医师杂志(电子版)*, 2024, 18(1): 87–90.
- [23] Chen X, Luo Y, Xie Z, *et al.* Prediction of neoadjuvant chemotherapy efficacy in breast cancer: integrating multimodal imaging and clinical features[J]. *BMC Medical Imaging*, 2025, 25(1): 118.

(收稿日期: 2025-09-29

修回日期: 2025-11-01)