肿瘤的实验室检测专题·论著　DOI：10.3969/j.issn.1672-9455.2026.18.001

血细胞衍生指标与神经母细胞瘤患儿 2 年死亡风险的关系*

鲍文澜[1]，李　超[2]，武志祥[3]，蒋马伟[1]

上海交通大学医学院附属新华医院：1. 放疗科；2. 核医学科；3. 小儿外科，上海 200092

摘　要：目的　探讨血细胞衍生指标［中性粒细胞与淋巴细胞比值（NLR）、血小板与淋巴细胞比值（PLR）、系统性免疫炎症指数（SII）］与神经母细胞瘤（NB）患儿 2 年死亡风险的关系。**方法**　采用单中心回顾性队列研究，纳入 2022 年 1 月至 2023 年 12 月在该院首次确诊并接受规范治疗的 160 例 NB 患儿作为研究对象。通过既往病历及随访记录获取基线资料和 2 年内的生存结局。根据 2 年内生存结局将 NB 患儿分为死亡组和生存组。比较 2 组患儿 NLR、PLR、SII 及基线资料。采用多因素 Logistic 回归分析 NB 患儿 2 年死亡的影响因素，采用受试者工作特征（ROC）曲线分析血细胞衍生指标对 NB 患儿 2 年死亡的预测价值。**结果**　随访 2 年，160 例患儿中 41 例死亡，119 例生存。与生存组比较，死亡组外周血 NLR、PLR、SII、中性粒细胞计数（NE）、血小板计数（PLT）及国际神经母细胞瘤分期系统（INSS）为Ⅲ～Ⅳ期的患儿占比升高（$P<0.05$），淋巴细胞计数（LYM）下降（$P<0.05$）。多因素 Logistic 回归分析结果显示，INSS 分期为Ⅲ～Ⅳ期，以及 PLR、NLR、SII 升高是 NB 患儿 2 年死亡的危险因素（$P<0.05$）。ROC 曲线分析结果显示，PLR、NLR、SII 单独及 3 项联合预测 NB 患儿 2 年死亡的曲线下面积（AUC）分别为 0.752（0.677～0.817）、0.793（0.722～0.853）、0.812（0.799～0.834）、0.960（0.917～0.985），3 项联合预测的 AUC 大于 PLR、NLR、SII 单独预测的 AUC（$Z=3.685$、4.378、5.121，均 $P<0.05$）。**结论**　PLR、NLR、SII 升高与 NB 患儿 2 年死亡风险增加有关。3 项指标联合可提高对 NB 患儿 2 年死亡风险的预测效能。

关键词：神经母细胞瘤；　中性粒细胞与淋巴细胞比值；　血小板与淋巴细胞比值；　系统性免疫炎症指数；　儿童；　死亡

中图法分类号：R739.4；R446.11　　**文献标志码：**A　　**文章编号：**1672-9455(2026)18-2449-06

Association of blood cell-derived indices with 2-year mortality risk in children with neuroblastoma*

Bao Wenlan[1]，*Li Chao*[2]，*Wu Zhixiang*[3]，*Jiang Mawei*[1]

1. *Department of Radiation Oncology*；2. *Department of Nuclear Medicine*；3. *Department of Pediatric Surgery*，*Xinhua Hospital*，*Shanghai Jiao Tong University School of Medicine*，*Shanghai* 200092，*China*

Abstract：Objective　To investigate the associations of blood cell-derived indices［the neutrophil-to-lymphocyte ratio（NLR），platelet-to-lymphocyte ratio（PLR）and systemic immune-inflammation index（SII）］with the risk of 2-year mortality in children with neuroblastoma（NB）. **Methods**　A single-center retrospective cohort study was conducted involving 160 children with NB who were newly diagnosed and received standardized treatment at the hospital from January 2022 to December 2023. Baseline data and survival outcomes within 2 years were obtained from existing medical records and follow-up records. According to their survival outcomes within 2 years，the NB children were divided into a death group and a survival group. NLR，PLR，SII and baseline characteristics were compared between the two groups. Multivariate Logistic regression analysis was performed to identify influencing factors for 2-year mortality in children with NB. Receiver operating characteristic（ROC）curve analysis was performed to evaluate the predictive value of blood cell-derived indices for 2-year mortality in children with NB. **Results**　During the 2-year follow-up，41 of the 160 children died and 119 survived. Peripheral blood NLR，PLR，SII，neutrophil count（NE），platelet count（PLT）and the proportion of NB children with International Neuroblastoma Staging System（INSS）stage Ⅲ－Ⅳ disease were

* **基金项目：**国家自然科学基金项目（82472715）。

作者简介：鲍文澜，男，主治医师，主要从事儿童肿瘤放疗及综合治疗方向的研究。

中文引用格式：鲍文澜，李超，武志祥，等. 血细胞衍生指标与神经母细胞瘤患儿 2 年死亡风险的关系［J］. 检验医学与临床，2026，23（18）：2449-2453.

英文引用格式：Bao W L，Li C，Wu Z X，et al. Association of blood cell-derived indices with 2-year mortality risk in children with neuroblastoma［J］. Lab Med Clin，2026，23（18）：2449-2453.

significantly higher in the death group than those in the survival group ($P<0.05$), whereas the lymphocyte count (LYM) was significantly lower ($P<0.05$). Multivariate Logistic regression analysis showed that INSS stage Ⅲ－Ⅳ disease and elevated PLR, NLR and SII were risk factors for 2-year mortality in children with NB ($P<0.05$). ROC curve analysis showed that the areas under the curves (AUCs) of PLR, NLR, and SII individually and in combination for predicting 2-year mortality in children with NB were 0.752 (0.677－0.817), 0.793 (0.722－0.853), 0.812 (0.799－0.834) and 0.960 (0.917－0.985) respectively. The AUC of the three-index combination was significantly greater than those of PLR, NLR, and SII individually ($Z=3.685$, 4.378, and 5.121, respectively; all $P<0.05$). **Conclusion** Elevated PLR, NLR, and SII are associated with an increased risk of 2-year mortality in children with NB. The combination of the three indices improves the predictive performance for 2-year mortality in this population.

Key words: neuroblastoma; neutrophil-to-lymphocyte ratio; platelet-to-lymphocyte ratio; systemic immune-inflammation index; children; mortality

神经母细胞瘤(NB)是婴幼儿期最常见的颅外恶性实体肿瘤,起源于肾上腺髓质或交感神经节的原始神经嵴细胞,该病临床表现异质性显著,从自发消退到局部进展、广泛转移乃至危及生命,预后差异极大[1-2]。近年来多模式综合治疗虽取得了长足进步,但高危或复发 NB 患儿的长期生存结局仍不理想,该病是导致儿童癌症相关死亡的主要原因之一[3]。目前,NB 的预后评估主要依赖疾病分期、MYCN 基因扩增状态及病理分级等指标,其中 MYCN 基因扩增状态及病理分级通常需依赖肿瘤组织检测,存在一定创伤性,且难以实现治疗过程中的动态、实时监测[4-5]。因此,探寻简便、经济、可重复检测的无创性预后标志物,对于优化个体化治疗策略、改善患儿生存结局具有重要的临床意义。

近年来,肿瘤相关炎症反应在恶性肿瘤发生、发展中的作用日益受到关注。全身性炎症反应可通过促进血管生成、抑制细胞凋亡、介导免疫逃逸等机制驱动肿瘤进展[6]。血细胞衍生指标可反映机体炎症与免疫状态,其中中性粒细胞与淋巴细胞比值(NLR)、血小板与淋巴细胞比值(PLR)及系统性免疫炎症指数(SII)已被证实在多种成人实体瘤中具有一定的预测预后价值[7-9]。然而,关于 NLR、PLR、SII 在 NB 患儿预后中预测价值的研究报道仍较少,其能否作为 NB 患儿死亡风险的预测因子,以及三者联合应用是否可提高预测效能,尚未得到系统阐明[10]。因此,本研究通过分析 NB 患儿的临床资料及随访数据,系统评估 NLR、PLR、SII 与 NB 患儿 2 年死亡风险的关系,探讨其作为便捷、低成本预后标志物的可行性,以期为临床治疗决策提供参考依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料 本研究为回顾性队列研究。回顾性纳入本院 2022 年 1 月至 2023 年 12 月收治的 160 例 NB 患儿,其中男、女分别为 91 例、69 例,平均年龄为(4.08±0.79)岁。纳入标准:(1)符合 NB 诊断标准[11];(2)发病年龄≤6 岁;(3)首次于本院确诊,入组前未进行放、化疗等抗肿瘤治疗;(4)均接受规范治疗及随访;(5)临床资料、随访资料均完整,随访至死亡或满 2 年。排除标准:(1)合并严重感染性疾病或免疫系统疾病;(2)合并严重贫血或血液系统疾病;(3)合并严重凝血功能障碍;(4)合并其他原发性恶性肿瘤;(5)近 1 个月内有输血史。本研究已通过本院医学伦理委员会审批(伦理批号 XHEC-NSFC-2024-119)。

1.2 方法

1.2.1 血细胞衍生指标检测 于入院次日、抗肿瘤治疗前抽取患儿空腹肘静脉血 5 mL,置于抗凝管中,混匀后制备抗凝全血标本,使用全自动血细胞分析仪(生产厂家:深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司,型号:BC-6800)及配套的试剂盒检测患儿外周血中性粒细胞计数(NE)、淋巴细胞计数(LYM)、血小板计数(PLT)。计算患儿 NLR、PLR、SII, NLR = NE/LYM, PLR=PLT/LYM, SII=NE×PLT/LYM。

1.2.2 结局及随访 参考《儿童神经母细胞瘤诊疗专家共识》[11],所有患儿根据病情危险度分层接受对应的规范化治疗方案。研究主要终点为随访 2 年内的全因死亡。通过门诊复查记录、住院病历及电话随访等既往资料获取患儿的生存状态及死亡日期。观察期自入组之日起计算,至死亡或随访满 2 年为止。随访满 2 年且未发生死亡事件定义为生存结局,随访 2 年内发生死亡定义为死亡结局,失访或随访未满 2 年按删失处理。根据随访 2 年时的生存状态,将患儿分为死亡组与生存组。

1.2.3 基线资料收集 收集所有患儿基线资料,包括性别、年龄、国际神经母细胞瘤分期系统(INSS)[12]、肿瘤原发部位(肾上腺、非肾上腺)、病理类型[NB、节细胞神经母细胞瘤(GNB)]、手术方式(完全切除、部分切除)、入院时 MYCN 基因扩增状态(阳性、阴性)、入院时危险度分层(低-中危、高危);入院时实验室指标[神经元特异性烯醇化酶(NSE)、乳酸脱氢酶(LDH)、24 h 尿香草苦杏仁酸(VMA)]。

1.3 统计学处理 采用 SPSS26.0 统计软件处理数据,经 Kolmogorov-Smirnov 正态性检验和 Levene 方

差齐性检验，将符合正态分布、方差齐性的计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示，2 组间比较采用独立样本 t 检验；计数资料以例数或百分率表示，2 组间比较采用 χ^2 检验；采用多因素 Logistic 回归分析 NB 患儿 2 年死亡的影响因素；采用受试者工作特征（ROC）曲线分析血细胞衍生指标对 NB 患儿 2 年死亡的预测价值，曲线下面积（AUC）的比较采用 DeLong 检验。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2　结　　果

2.1　2 组血细胞衍生指标及相关血细胞计数比较　随访 2 年，160 例患儿中 41 例死亡，119 例生存。与生存组比较，死亡组 PLR、NLR、SII、NE、PLT 升高，LYM 降低，差异均有统计学意义（$P<0.05$）。见表 1。

表 1　2 组血细胞衍生指标及相关血细胞计数比较（$\bar{x}\pm s$）

组别	n	PLR	NLR	SII	NE（$\times10^9$/L）	LYM（$\times10^9$/L）	PLT（$\times10^9$/L）
死亡组	41	180.88±24.52	2.01±0.30	880.03±70.14	4.86±0.80	2.49±0.40	437.15±50.15
生存组	119	115.99±29.02	1.26±0.28	435.53±68.47	3.75±0.60	3.05±0.50	343.28±40.74
t		12.821	14.522	35.627	9.338	−6.487	11.967
P		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

2.2　2 组基线资料比较　与生存组比较，死亡组 INSS 分期为Ⅲ～Ⅳ期的患儿占比更高（$P<0.05$），2 组性别、年龄、肿瘤原发部位、病理类型、手术方式、MYCN 基因扩增状态、危险度分层及 NSE、LDH、24 h 尿 VMA 水平比较，差异均无统计学意义（$P>0.05$）。见表 2。

表 2　2 组基线资料比较［n（%）或 $\bar{x}\pm s$］

组别	n	性别		年龄（岁）	INSS 分期		肿瘤原发部位	
		男	女		Ⅰ～Ⅱ期	Ⅲ～Ⅳ期	肾上腺	非肾上腺
死亡组	41	24（58.54）	17（41.46）	3.99±0.80	7（17.07）	34（82.93）	18（43.90）	23（56.10）
生存组	119	67（56.30）	52（43.70）	4.11±0.71	51（42.86）	68（57.14）	54（45.38）	65（54.62）
χ^2/t		0.062		−0.903	8.772		0.027	
P		0.803		0.368	0.003		0.870	

组别	n	病理类型		手术方式		MYCN 基因扩增	
		NB	GNB	完全切除	部分切除	阳性	阴性
死亡组	41	26（63.41）	15（36.59）	31（75.61）	10（24.39）	6（14.63）	35（85.37）
生存组	119	78（65.55）	41（34.45）	95（79.83）	24（20.17）	16（13.45）	103（86.55）
χ^2/t		0.061		0.325		0.036	
P		0.805		0.569		0.849	

组别	n	危险度分层		NSE（μg/L）	LDH（U/L）	24 h 尿 VMA（μmoL/24h）
		低-中危	高危			
死亡组	41	15（36.59）	26（63.41）	101.12±15.42	418.12±19.87	29.58±10.14
生存组	119	47（39.50）	72（60.50）	100.45±16.11	412.35±20.24	28.89±10.78
χ^2/t		0.109		0.232	1.582	0.35
P		0.741		0.817	0.116	0.720

2.3　多因素 Logistic 回归分析 NB 患儿 2 年死亡的影响因素　以 NB 患儿 2 年生存情况（死亡＝1，生存＝0）作为因变量，将上述 2 组差异有统计学意义的指标作为自变量（为避免多重共线性，排除 NE、PLT、LYM），赋值：INSS 分期（Ⅲ～Ⅳ期＝1，Ⅰ～Ⅱ期＝0），PLR、NLR、SII（均以原值录入），进行多因素 Logistic 回归分析。结果显示，INSS 分期为Ⅲ～Ⅳ期，以及 PLR、NLR、SII 升高是 NB 患儿 2 年死亡的危险因素（$P<0.05$）。为评估 PLR、NLR、SII 单独成模的预测效能（用于后续 ROC 曲线分析），另行拟合仅含 PLR、NLR、SII 的简化模型，结果显示，PLR、NLR、SII 仍与患儿 2 年死亡风险相关（$P<0.05$）。见表 3。

2.4　血细胞衍生指标对 NB 患儿 2 年死亡的预测价值　以 NB 患儿生存情况（死亡＝1，生存＝0）为状态变量，PLR、NLR、SII 单项及通过多因素 Logistic 回归模型计算的联合预测概率为检验变量，分别绘制

ROC 曲线并计算 AUC。依据表 3 中的回归系数构建血细胞衍生指标的联合模型，方程为：Logit（P）＝－0.503＋0.123X_{PLR}＋0.127X_{NLR}＋0.131X_{SII}。ROC 曲线分析结果显示，PLR、NLR、SII 单独及 3 项联合预测 NB 患儿 2 年死亡的 AUC 分别为 0.752（0.677～0.817）、0.793（0.722～0.853）、0.812（0.799～0.834）、0.960（0.917～0.985）。DeLong 检验结果显示，3 项联合预测的 AUC 大于 PLR、NLR、SII 单独预测的 AUC（Z＝3.685、4.378、5.121，均 P＜0.05）。见表 4、图 1。

表 3　多因素 Logistic 回归分析 NB 患儿 2 年死亡的影响因素

因素	β	SE	$Wald\chi^2$	P	OR	OR 的 95%CI
模型 1						
常数项	－0.451	0.231	3.814	0.051	—	—
INSS 分期	0.107	0.029	13.614	＜0.001	1.113	1.051～1.178
PLR	0.119	0.040	8.851	＜0.001	1.126	1.041～1.218
NLR	0.101	0.032	9.962	＜0.001	1.106	1.039～1.178
SII	0.120	0.037	10.519	＜0.001	1.127	1.049～1.212
模型 2						
常数项	－0.503	0.250	4.048	0.044	—	—
PLR	0.123	0.049	6.301	0.012	1.131	1.027～1.245
NLR	0.127	0.052	5.965	0.015	1.135	1.025～1.257
SII	0.131	0.046	8.110	0.004	1.140	1.042～1.248

注：模型 1 是全模型；模型 2 是拟合仅含 PLR、NLR、SII 的简化模型，用于后续的 ROC 曲线分析；—表示无数据。

表 4　血细胞衍生指标对 NB 患儿 2 年死亡的预测效能

指标	最佳截断值	灵敏度（%）	特异度（%）	AUC	AUC 的 95%CI	约登指数	P
PLR	122.38	78.05	61.34	0.752	0.677～0.817	0.394	＜0.001
NLR	1.63	78.05	76.47	0.793	0.722～0.853	0.545	＜0.001
SII	660.54	82.93	80.67	0.812	0.799～0.834	0.636	＜0.001
3 项联合	0.16	95.12	86.55	0.960	0.917～0.985	0.817	＜0.001

注：3 项联合取 Logistic 回归模型的拟合概率值。

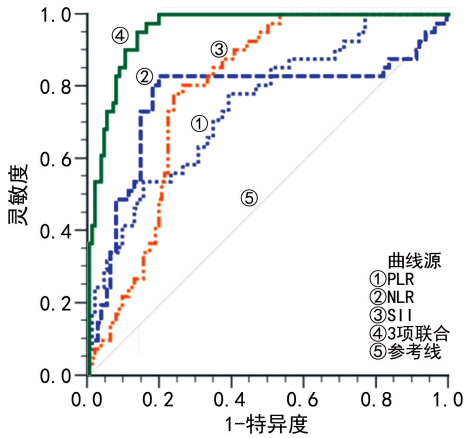

图 1　血细胞衍生指标预测 NB 患儿 2 年死亡的 ROC 曲线

3　讨　论

NB 占儿童恶性肿瘤的 7%～8%，其发病率在我国呈升高的趋势，严重威胁患儿的生命健康[13]。随着治疗策略的改进，低危和中危患儿的生存率已有显著提升，但高危患儿的预后仍然不理想[14]。近年来血细胞衍生指标（如 PLR、NLR、SII）在非小细胞肺癌等成人实体瘤中已被证实具有预测价值，但其在 NB 中的具体价值尚未系统阐明[15]。因此，本研究回顾性分析 160 例 NB 患儿的临床资料，探讨血细胞衍生指标（PLR、NLR、SII）与 NB 患儿 2 年死亡的关系。

本研究中，死亡组 PLR、NLR、SII 高于生存组，经多因素 Logistic 回归分析发现，PLR、NLR 及 SII 升高与 NB 患儿 2 年死亡风险增加密切相关，这一结论与高慧[16]的研究结果一致，也与成人神经内分泌肿瘤中 NLR、PLR 预测价值的研究结果相呼应[17]。分析原因：淋巴细胞在抗肿瘤免疫应答中发挥关键作用，可通过识别肿瘤抗原并分泌特异性抗体，协助细胞毒性 T 细胞及自然杀伤（NK）细胞清除肿瘤细胞；另外，淋巴细胞可释放干扰素 γ 及白细胞介素-12 等细胞因子，进一步激活 T 细胞与 NK 细胞，从而抑制肿瘤细胞增殖与转移[18-19]。当 LYM 下降时，机体对肿瘤的免疫应答减弱；此外，肿瘤相关炎症反应可进一步抑制淋巴细胞介导的免疫功能，削弱免疫监视能力，进而促进 NB 进展[20]。血小板不仅参与血栓形成与凝血过程，也在肿瘤进展中扮演重要角色。肿瘤细胞从原发灶脱落进入血液循环后，可诱导血小板活化、聚

集，形成包裹肿瘤细胞的微血栓，为肿瘤转移提供适宜的微环境[21-22]。中性粒细胞可释放促血管生成因子，如血管内皮生长因子，与血管内皮细胞上的特异性受体结合，刺激新生血管形成，从而为肿瘤生长与扩散创造条件[23-24]。PLR 升高可反映血小板相对增多和(或)淋巴细胞相对减少，是反映机体炎症反应激活的重要指标，且血小板的增多还可能激活凝血级联反应，释放多种生长因子，加剧 NB 的进展，增加死亡风险[25]。NLR 升高意味着 NE 相对增加，淋巴细胞减少，这一失衡状态不仅加剧了炎症反应，也削弱了淋巴细胞的抗肿瘤能力，导致肿瘤的进一步进展[26-27]。SII 作为一种综合了 NE、PLT 与 LYM 的炎症指标，能够更全面地反映宿主的免疫状态、炎症水平及凝血功能变化，SII 升高提示机体免疫功能受到抑制，炎症反应过度激活，导致 NB 患儿死亡的风险显著增加[28-29]。

另外，本研究还发现，INSS 分期为Ⅲ～Ⅳ期也是 NB 患儿 2 年死亡的危险因素，分析原因：INSS 分期为Ⅲ～Ⅳ期提示患儿肿瘤负荷较大，侵袭范围较广，治疗难度随之增加，患儿发生死亡的风险增加[30]。沈夏赢等[31]的研究同样证实，INSS 分期是 NB 患儿死亡的影响因素，对预后产生不良影响。本研究经 ROC 曲线分析发现，PLR、NLR、SII 3 项联合预测 NB 患儿 2 年死亡的 AUC 为 0.960(95%*CI*：0.917～0.985)，其预测效能高于 PLR、NLR、SII 的单独预测，提示 PLR、NLR、SII 三者联合应用显著提高了 NB 患儿 2 年死亡的预测效能，有助于早期识别高危人群并及时干预，改善 NB 患儿预后。另外，临床对于 INSS 分期为Ⅲ～Ⅳ期的患儿应给予重点关注，合理制订治疗方案，并结合血细胞衍生指标辅助预测死亡风险，提高风险预测的准确性。

综上所述，PLR、NLR、SII 与 NB 患儿 2 年死亡风险密切相关，三者联合检测可提高对 NB 患儿死亡风险的预测效能。研究的局限性：(1)本研究为单中心研究，样本量较少且来源相对单一，可能影响统计效能和结果的稳定性，存在选择偏倚风险，未来可扩大样本量，进一步验证 PLR、NLR、SII 与 NB 患儿预后之间的关系。(2)为回顾性观察性研究，未能动态监测 PLR、NLR、SII 在接受治疗过程中的变化趋势。未来可通过前瞻性研究设计，开展纵向、多时点检测，深入评估血细胞衍生指标与预后的关联及其动态演变。

利益冲突　所有作者均声明不存在利益冲突。

作者贡献　鲍文澜：负责研究设计、研究实施、论文撰写与最终审核；李超、武志祥：负责数据汇总、文献调研；蒋马伟：负责数据收集与统计分析。

参考文献

[1] Jahangiri L. Neuroblastoma interaction with the tumour microenvironment and its implications for treatment and disease progression[J]. Curr Oncol，2023，30(10)：9116-9140.

[2] Irwin M S，Goldsmith K C. Current and emerging biomarkers：impact on risk stratification for neuroblastoma[J]. J Natl Compr Canc Netw，2024，22(6)：e247051.

[3] Benchia D，Bîcă O D，Sârbu I，et al. Targeting pathways in neuroblastoma：advances in treatment strategies and clinical outcomes[J]. Int J Mol Sci，2025，26(10)：4722.

[4] Xu Y，Lou D，Chen P，et al. Single-cell multiomics and spatial transcriptomics demonstrate neuroblastoma developmental plasticity[J]. Dev Cell，2025，60(17)：2248-2263.

[5] Liu S，Yin W M，Lin Y B，et al. Metastasis pattern and prognosis in children with neuroblastoma[J]. World J Surg Oncol，2023，21(1)：130.

[6] 陈蕙卉，边佳昕，蔡嘉斌，等. 儿童神经母细胞瘤发生发展关键调控因子的研究进展[J]. 中国比较医学杂志，2025，35(11)：170-180.

[7] 闵楠，胡军，朱武飞. 淋巴细胞相关炎症指数在甲状腺乳头状癌淋巴结转移中的研究进展[J]. 中国现代医学杂志，2026，36(2)：31-35.

[8] 谢惠杰，邹红，吴赓，等. 血常规炎症指标联合血清肿瘤标志物在肺癌诊断中的价值分析[J]. 检验医学与临床，2023，20(6)：758-763.

[9] Zhou Y，Guo X，Shen L，et al. Predictive significance of systemic immune-inflammation index in patients with breast cancer：a retrospective cohort study[J]. Onco Targets Ther，2023，16：939-960.

[10] 何珂骏，袁晓军. 复发儿童神经母细胞瘤的长期随访结局与挽救治疗策略分析[J]. 中国肿瘤临床，2023，50(9)：443-447.

[11] 中国抗癌协会小儿肿瘤专业委员会，中华医学会小儿外科学分会肿瘤外科学组. 儿童神经母细胞瘤诊疗专家共识[J]. 中华小儿外科杂志，2015，36(1)：3-7.

[12] Monclair T，Brodeur G M，Ambros P F，et al. The international neuroblastoma risk group(INRG) staging system：an INRG task force report[J]. J Clin Oncol，2009，27(2)：298-303.

[13] 侯栋亮，张飞，韦源. HMGB1、MYCN 在儿童神经母细胞瘤组织中的表达及其意义[J]. 实用癌症杂志，2024，39(1)：61-63.

[14] Kojima M，Hiyama E. Circulating tumor cells and tumor progression，metastasis，and poor prognosis in patients with neuroblastoma[J]. Anticancer Res，2023，43(10)：4327-4331.

[15] 顾玲，衡伟. NLR、PLR 和 SII 对非小细胞肺癌免疫治疗患者预后的预测价值[J]. 现代肿瘤医学，2024，32(3)：461-465.

[16] 高慧. 炎症相关指标对神经母细胞瘤患儿预后的影响[D]. 石家庄：河北医科大学，2024.

[17] 冯珊，张素珍. 治疗前 NLR、PLR 对于胃肠胰神经内分泌肿瘤预后价值的 Meta 分析[J]. 中国全科医学，2023，26(增刊 1)：99-103.

(下转第 2461 页)

肿瘤的实验室检测专题·论著　DOI：10.3969/j.issn.1672-9455.2026.18.002

DCE-MRI 定量参数联合血清 ANXA2、FGFR4 对乳腺癌新辅助化疗无效的预测价值*

余　国[1]，余成艳[2△]，陈玉华[1]，孙新峰[1]，湛先发[1]

重庆市丰都县人民医院：1.放射科；2.心胸血管乳腺外科，重庆 408200

摘　要：目的　探讨动态对比增强磁共振成像（DCE-MRI）定量参数联合血清膜联蛋白 A2（ANXA2）、成纤维细胞生长因子受体 4（FGFR4）对乳腺癌患者新辅助化疗（NAC）无效的预测价值。**方法**　选取 2022 年 1 月至 2025 年 3 月在该院就诊的 219 例乳腺癌患者作为研究对象，所有患者均接受 NAC 及后续手术治疗，在 NAC 开始前和完成 2 个周期后进行 DCE-MRI 检查，并采用酶联免疫吸附试验检测血清 ANXA2、FGFR4 水平。根据术后 Miller-Payne 病理反应分级对疗效进行评估，将患者分为有效组（Ⅳ～Ⅴ级）、无效组（Ⅰ～Ⅲ级）。采用 Pearson 相关分析乳腺癌患者血清 ANXA2、FGFR4 水平与 DCE-MRI 定量参数的相关性。采用多因素 Logistic 回归分析乳腺癌患者 NAC 无效的预测因子；采用受试者工作特征（ROC）曲线分析 DCE-MRI 定量参数、血清 ANXA2、FGFR4 单独及联合对乳腺癌 NAC 无效的预测价值；采用 Bootstrap 法对联合预测模型进行内部验证。**结果**　有效组 157 例、无效组 62 例。化疗前，有效组和无效组患者 DCE-MRI 定量参数容积转移常数（K^{trans}）、速率常数（Kep）、血管外细胞外间隙容积分数（Ve）和血清 ANXA2、FGFR4 水平比较，差异均无统计学意义（$P>0.05$），化疗 2 个周期后，无效组患者 DCE-MRI 定量参数 Ve、K^{trans}、Kep 和血清 ANXA2、FGFR4 水平均高于有效组（$P<0.05$）。乳腺癌患者血清 ANXA2、FGFR4 水平与 Ve、K^{trans}、Kep 均呈正相关（$P<0.05$）。DCE-MRI 定量参数 Ve、K^{trans}、Kep，以及血清 ANXA2、FGFR4 水平升高均为乳腺癌患者 NAC 无效的预测因子（$P<0.05$）；Ve、K^{trans}、Kep 和血清 ANXA2、FGFR4 联合预测乳腺癌患者 NAC 无效的曲线下面积（AUC）为 0.944，大于各指标单独预测的 AUC（$Z_{联合\text{-}Ve}=3.341$、$Z_{联合\text{-}K^{trans}}=2.695$、$Z_{联合\text{-}Kep}=3.619$、$Z_{联合\text{-}ANXA2}=3.401$、$Z_{联合\text{-}FGFR4}=2.998$，均 $P<0.05$）。Bootstrap 内部验证显示，DCE-MRI 定量参数联合血清 ANXA2、FGFR4 预测 NAC 无效的概率与实际观察概率具有较好的一致性。**结论**　DCE-MRI 定量参数联合血清 ANXA2、FGFR4 可在早期对乳腺癌患者 NAC 无效进行有效预测，具有较好的预测价值。

关键词：乳腺癌；　新辅助化疗；　动态对比增强磁共振成像；　膜联蛋白 A2；　成纤维细胞生长因子受体 4

中图法分类号：R737.9；R445.2；R446.1　　**文献标志码：**A　　**文章编号：**1672-9455(2026)18-2454-08

Predictive value of DCE-MRI quantitative parameters combined with serum ANXA2 and FGFR4 in predicting the nonresponse to neoadjuvant chemotherapy in breast cancer*

Yu Guo[1]，*Yu Chengyan*[2△]，*Chen Yuhua*[1]，*Sun Xinfeng*[1]，*Zhan Xianfa*[1]

1. *Department of Radiology*；2. *Department of Cardiothoracic*，*Vascular and Breast Surgery*，*Fengdu County People's Hospital*，*Chongqing* 408200，*China*

Abstract：Objective　To investigate the predictive value of dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging（DCE-MRI）quantitative parameters combined with serum annexin A2（ANXA2）and fibroblast growth factor receptor 4（FGFR4）for nonresponse to neoadjuvant chemotherapy（NAC）in breast cancer patients. **Methods**　A total of 219 patients with breast cancer treated at the hospital from January 2022 to March 2025 were enrolled. All patients received NAC and subsequent surgery. DCE-MRI examinations were performed before the initiation of NAC and after the completion of two cycles，and serum ANXA2 and FGFR4 levels were measured by enzyme-linked immunosorbent assay. Treatment response was evaluated based on postoperative Miller-Payne pathological response grading，and the patients were divided into a response group（grades Ⅳ－Ⅴ）and a nonresponse group（grades Ⅰ－Ⅲ）. Pearson correlation analysis was used to assess the

* **基金项目：**重庆市科卫联合医学科研项目（2020MSXM044）。

作者简介：余国，男，主治医师，主要从事乳腺疾病影像（钼靶、CT、MRI）诊断及鉴别诊断方向的研究。　△　**通信作者**，E-mail：13658409281@163.com。

中文引用格式：余国，余成艳，陈玉华，等. DCE-MRI 定量参数联合血清 ANXA2、FGFR4 对乳腺癌新辅助化疗无效的预测价值[J]. 检验医学与临床，2026，23(18)：2454-2461.

英文引用格式：Yu G，Yu C Y，Chen Y H，et al. Predictive value of DCE-MRI quantitative parameters combined with serum ANXA2 and FGFR4 in predicting the nonresponse to neoadjuvant chemotherapy in breast cancer[J]. Lab Med Clin，2026，23(18)：2454-2461.