·临床研究论著·

基于血清标志物评估类风湿关节炎疾病活动度的可视化风险模型价值分析

蒋玮[1] 张利锋[1] 桂斌捷[1] 胡孔足[1] 孙和炎[1] 李迎春[2] 申才良[1]

【摘要】 **目的** 分析血清25羟维生素D[25(OH)D]、C反应蛋白与前白蛋白比值(CPR)、红细胞沉降率(ESR),以及压痛关节计数与肿胀关节计数在评估类风湿关节炎(RA)病情活动度中的应用价值,并建立与验证可视化风险预测模型。**方法** 选取2023年1月至2025年7月我院收治的190例RA患者作为研究对象开展回顾性分析。基于28个关节疾病活动度评分(DAS28)结果,将受试者分为病情缓解组(72例)与病情活动组(118例)。收集两组基线资料并检测血清25(OH)D、CPR及ESR水平;通过多因素Logistic回归模型筛选影响RA疾病活动度的独立风险因素;利用受试者工作特征(ROC)曲线评价各指标单独及联合使用的预测效能。基于筛选出的独立风险因素构建可视化风险模型,以ROC曲线下面积(AUC)评估模型区分度,并采用Bootstrap重抽样法完成内部验证。**结果** 病情缓解组的血清25(OH)D水平高于病情活动组,压痛关节计数、肿胀关节计数、血清CPR、ESR水平低于病情活动组,差异有统计学意义($P<0.05$)。Logistic回归分析显示,25(OH)D水平降低、CPR升高、ESR升高、压痛关节计数增加、肿胀关节计数增加均为RA疾病活动期的独立危险因素($P<0.05$)。ROC曲线分析表明,上述五项指标联合检测的预测效能最佳,AUC达0.979,敏感性(96.61%)优于单一指标检测。Hosmer-Lemeshow检验显示,列线图模型预测RA疾病活动度的概率与实际概率差异无统计学意义($\chi^2=3.096$,$P=0.281$),实际概率和预测概率基本一致;校准曲线和理想曲线较为接近,模型校准度良好。ROC结果显示,风险预测模型预测患者RA疾病活动度的AUC为0.969,特异性为88.89%,敏感性为90.68%。**结论** 血清CPR、ESR、25(OH)D、压痛关节计数、肿胀关节计数是RA疾病活动度的独立影响因素,基于以上因素构建的可视化风险模型具有良好的区分度和校准度,可作为临床个体化评估RA疾病活动度的参考工具,但其在不同人群中的普适性尚需多中心外部验证予以确认。

【关键词】 类风湿关节炎;疾病活动度;25羟维生素D;C反应蛋白与前白蛋白比值;红细胞沉降率;列线图;预测模型

Value analysis of a visualized risk model for evaluating rheumatoid arthritis disease activity based on serum biomarkers. *Jiang Wei[1], Zhang Lifeng[1], Gui Binjie[1], Hu Kongzu[1], Sun Heyan[1], Li Yingchun[2], Shen Cailiang[1]. [1]Department of Orthopaedics, The First Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei 230022, China; [2]Department of Rheumatology and Immunology, The First Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei 230022, China*

Corresponding author: Shen Cailiang, E-mail: shencailiang@ahmu.edu.cn

【**Abstract**】 **Objective** To investigate the value of serum 25-hydroxyvitamin D [25(OH)D], the C-reactive protein-to-prealbumin ratio (CPR), erythrocyte sedimentation rate (ESR), tender joint count, and swollen joint count in assessing disease activity in rheumatoid arthritis (RA), and to develop and validate a visualized risk prediction model. **Methods** A retrospective analysis was performed on 190 RA patients admitted to our hospital from January 2023 to July 2025. Based on the 28-joint disease activity score (DAS28), the patients were divided into a remission group (72 cases) and an active disease group (118 cases). Baseline data were collected, and serum 25(OH)D, CPR and ESR levels were measured. Independent risk factors for RA disease activity were identified using multivariate Logistic regression. The predictive performance of each

DOI:10.3969/j.issn.1674-8573.2026.05.007

基金项目:合肥综合性国家科学中心大健康研究院健康大数据与群体医学研究所项目(JKS2023001)

作者单位:1. 安徽医科大学第一附属医院骨科,合肥 230022;2. 安徽医科大学第一附属医院风湿免疫科,合肥 230022

通信作者:申才良,E-mail:shencailiang@ahmu.edu.cn

indicator alone and in combination were evaluated using receiver operating characteristic (ROC) curves. A visualized risk model was constructed based on the selected independent risk factors. Model discrimination was assessed by the area under the ROC curve (AUC), and internal validation was performed using Bootstrap resampling. **Results** The serum 25(OH)D level was higher in the remission group than that in the active disease group, whereas tender joint count, swollen joint count, CPR, and ESR were lower; all differences were statistically significant (P<0.05). Logistic regression analysis showed that decreased 25(OH)D, increased CPR, increased ESR, increased tender joint count, and increased swollen joint count were all independent risk factors for RA disease activity (P<0.05). ROC curve analysis showed that the combined use of these five indicators yielded the best predictive performance, with an AUC of 0.979 and a sensitivity of 96.61%, which was superior to that of any single indicator. The Hosmer-Lemeshow test indicated no significant difference between the predicted and observed probabilities of RA disease activity in the Nomogram model (χ^2=3.096, P=0.281), suggesting good calibration. The calibration curve was close to the ideal curve. The risk prediction model achieved an AUC of 0.969, with a specificity of 88.89% and a sensitivity of 90.68%. **Conclusion** Serum CPR, ESR, 25(OH)D, tender joint count, and swollen joint count are independent factors associated with RA disease activity. The visualized risk model constructed from these factors demonstrates good discrimination and calibration, and may serve as a useful tool for individualized clinical assessment of RA disease activity. However, its generalizability across different populations requires confirmation through multicenter external validation.

【Key words】 Rheumatoid arthritis; Disease activity; 25-hydroxyvitamin D; C-reactive protein-to-prealbumin ratio; Erythrocyte sedimentation rate; Nomogram; Risk prediction model

类风湿关节炎（rheumatoid arthritis，RA）是一种全身性自身免疫紊乱，其病理变化为持续性滑膜炎，并最终导致关节的渐进性损伤[1]。准确评估疾病活动度是制定和调整治疗策略、改善患者远期预后的核心环节[2-3]。目前，临床常采用基于28关节疾病活动评分（disease activity score in 28 joints，DAS28）结合实验室指标进行综合评估[4]。红细胞沉降率（erythrocyte sedimentation rate，ESR）和C反应蛋白（C-reactive protein，CRP）是反映炎症水平的传统标志物，但其在部分RA患者中敏感性不足[5-6]。近年来，C反应蛋白与前白蛋白比值（C-reactive protein to prealbumin ratio，CPR）逐渐被用于反映机体炎症状态[7-8]。前白蛋白作为一种负性急性期反应蛋白，其合成在炎症状态下受到抑制，因此CPR相较于单独检测CRP，可能更灵敏地揭示炎症负荷与营养-免疫失衡之间的关联[9-10]。此外，维生素D在免疫调节中的作用被广泛关注，其活性形式25羟维生素D［25 hydroxyvitamin D，25(OH)D］水平的下降被证实与RA的发生及病情变化相关[11-12]。

目前，将25(OH)D、CPR、ESR及关节计数指标联合应用于RA疾病活动度预测分析的研究很少，相关可视化评估工具的开发较为有限。列线图作为一种直观呈现风险预测结果的工具，可将复杂的回归模型转化为可视化图形，便于临床医师进行个体化评估。本研究拟联合检测血清25(OH)D、CPR、ESR水平及关节计数指标，探讨其在RA疾病活动度中的预测作用，并构建相应的可视化风险模型，从而为临床提供一种简便、客观的疾病活动度评估手段。

资料与方法

一、一般资料

本研究为回顾性研究，纳入2023年1月至2025年7月在安徽医科大学第一附属医院就诊的190例RA患者。纳入标准：①符合RA诊断标准及分类标准[13]；②入院或就诊时具有完整的临床资料。排除标准：①合并其他风湿性疾病；②合并其他自身免疫性或结缔组织病（如系统性红斑狼疮、干燥综合征、系统性硬化症、皮肌炎、混合性结缔组织病等）；③入组时存在明确的急性或慢性活动性感染；④近3个月内维生素D制剂使用量超过推荐摄入量，即每日补充剂量>800 IU（20 μg）的维生素D3或D2，或曾接受过单次总量≥300 000 IU的维生素D冲击治疗者；⑤妊娠或哺乳期妇女。

最终纳入190例，男70例，女120例，年龄28～75岁。安徽医科大学第一附属医院伦理委员会已批准本研究方案（审批号：PJ-2026-01-40）。

二、方法

（一）疾病活动度评估与分组

由两名具有主治医师及以上职称，且在风湿免疫领域从事临床及科研工作超过5年的骨科或风湿免疫科医师独立完成所有患者的DAS28评分[14]，取平均值。根据评分结果将所有患者分为两组：DAS28评分≤2.6的患者纳入病情缓解组，DAS28评分>2.6的患者纳入病情活动组[15]。

（二）资料收集

通过查阅电子病历系统，采集患者的性别、病

程、身体质量指数（BMI）、饮酒史、年龄、吸烟史，并记录其是否合并高血压、糖尿病，以及DAS28评分中的压痛关节计数和肿胀关节计数。

收集血清25(OH)D水平、CPR、ESR、类风湿因子（RF）和抗环瓜氨酸肽（CCP）抗体等实验室指标检测结果。所有血液标本均于清晨空腹条件下采集。采用化学发光免疫分析法检测血清25(OH)D水平；血清CRP与前白蛋白水平则通过免疫比浊法测定，并据此计算CPR；ESR采用Westergren法进行测定。RF采用免疫比浊法检测，以>14 IU·mL^{-1}判为阳性；抗CCP抗体采用化学发光免疫分析法检测，以>5 U·mL^{-1}判为阳性。所有检测均在医院的标准化临床实验室完成，并参与室内及室间质控。

三、统计学方法

本研究应用SPSS 25.0软件（IBM公司，美国）进行统计学处理。①比较两组患者的基本资料和血清学指标等，其中符合正态分布的计量资料以均数±标准差表示，行t检验比较，计数资料行χ^2检验比较；②RA疾病活动度的独立影响因素采用多因素Logistic回归分析；③采用受试者工作特征（ROC）曲线分析评估各指标（单独与联合）对RA疾病活动度的预测性能；④基于多因素Logistic回归筛选的独立影响因素，使用R软件的rms程序包构建列线图模型；⑤采用ROC曲线和Hosmer-Lemeshow检验分别评估模型的区分度和校准度。内部验证通过Bootstrap自举法（B=1 000）进行。P<0.05表示差异有统计学意义。

结　果

一、两组患者的资料比较

两组患者在性别、年龄、病程、BMI、吸烟史、饮酒史、高血压、糖尿病、RF阳性及抗CCP抗体阳性方面差异无统计学意义（P>0.05），病情缓解组的血清25(OH)D水平高于病情活动组，压痛关节计数、肿胀关节计数、血清CPR、ESR水平低于病情活动组，差异有统计学意义（P<0.05，表1）。

二、影响RA疾病活动度的多因素分析

以RA疾病活动度为因变量（缓解期=0，活动期=1），以25(OH)D（实际值）、CPR（实际值）和ESR（实际值）、压痛关节计数（实际值）、肿胀关节计数（实际值）为自变量进行多因素Logistic回归分析。结果显示，25(OH)D水平降低、CPR升高、ESR水平升高、压痛关节计数升高、肿胀关节计数升高是RA疾病活动期的独立危险因素（P<0.05，表2）。

三、五项指标联合对RA疾病活动度的预测价值

以缓解期为阴性样本，活动期为阳性样本制作ROC曲线图（图1），ROC曲线分析表明，25(OH)D、CPR、ESR、压痛关节计数、肿胀关节计数五者联合检测的预测效能最佳，曲线下面积（AUC）最大为0.979，其敏感性（96.61%）大于单一指标检测（表3）。

四、RA疾病活动度风险预测模型的构建与验证

表1 两组患者资料比较（$\bar{x}\pm s$）

指标	病情缓解组（72例）	病情活动组（118例）	$t(\chi^2)$值	P值
性别/例(%)				
男	28(38.89)	42(35.59)	0.209	0.648
女	44(61.11)	76(64.41)		
年龄/岁	52.36±10.35	52.69±10.55	0.211	0.833
病程/年	4.85±1.34	4.52±1.62	1.451	0.148
BMI/kg·m^{-2}	23.56±1.52	23.32±1.64	1.006	0.316
吸烟史/例(%)	24(33.33)	37(31.36)	0.080	0.777
饮酒史/例(%)	26(36.11)	36(30.51)	0.638	0.424
高血压/例(%)	21(29.17)	33(27.97)	0.032	0.859
糖尿病/例(%)	19(26.39)	26(22.03)	0.469	0.493
RF阳性/例(%)	56(77.78)	94(79.66)	0.095	0.757
抗CCP抗体阳性/例(%)	60(83.33)	99(83.90)	0.010	0.919
压痛关节计数/个	3.25±1.08	8.67±2.31	18.688	<0.001
肿胀关节计数/个	1.86±0.79	6.42±1.85	19.825	<0.001
25(OH)D/ng·mL^{-1}	21.56±6.23	12.35±3.12	13.531	<0.001
CPR	1.16±0.38	2.64±0.56	19.805	<0.001
ESR/mm·h^{-1}	16.45±5.32	36.32±7.67	19.320	<0.001

表2 影响RA疾病活动度的多因素分析

变量	β	SE	Wald χ^2	P值	OR值	95% CI
25(OH)D	−0.330	0.158	4.359	0.037	0.719	0.528～0.980
CPR	1.432	0.514	7.759	0.005	4.186	1.529～11.464
ESR	0.601	0.277	4.708	0.030	1.824	1.060～3.139
压痛关节计数	0.466	0.208	5.025	0.025	1.594	1.060～2.396
肿胀关节计数	0.309	0.121	6.520	0.011	1.362	1.074～1.727
常量	−0.485	0.422	1.318	0.251	0.616	–

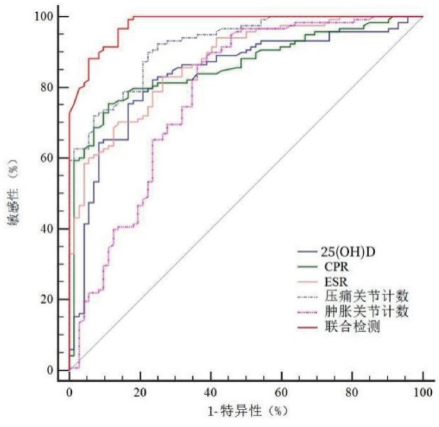

图1 各指标预测RA疾病活动度的ROC曲线图

表3　五项指标联合对RA疾病活动度的预测价值

指标	AUC	95% CI	敏感性(%)	特异性(%)	最佳截断值	*P*值
25(OH)D	0.836	0.776～0.886	75.42	83.33	16.42	<0.001
CPR	0.858	0.800～0.905	75.42	88.89	1.61	<0.001
ESR	0.872	0.815～0.916	83.05	73.61	26.19	<0.001
压痛关节计数	0.922	0.874～0.956	89.83	77.78	4.68	<0.001
肿胀关节计数	0.780	0.714～0.836	86.44	63.89	3.68	<0.001
联合	0.979	0.947～0.994	96.61	86.11	–	<0.001

结合以上独立影响因素建立风险预测模型，通过R语言的rms程序包绘制列线图（图2），单独对独立影响因素计分，单项相加得到总分，总分与患者RA疾病活动度的预测概率相对应。具体使用该列线图时，临床医生可按以下步骤进行个体化预测：首先，在列线图顶部的得分标尺上，分别找到患者压痛关节计数、肿胀关节计数、ESR、CPR和25(OH)D五个指标对应值垂直向上投射的点，读取每个指标对应的单项分数；其次，将五个单项分数相加得到总分；最后，在总分标尺找到总分对应的点，垂直向下投射，先与线性预测标尺相交，再继续延伸至最底部的预测概率标尺，即可直观读出该患者处于RA疾病活动期的预测概率。通过校正列线图，校准曲线和理想曲线较为接近（图3），表明此模型校准度良好，Hosmer-Lemeshow检验表明，列线图模型对RA疾病活动期的预测概率与实际概率差异无统计学意义（χ^2=3.096，*P*=0.281）。

五、风险预测模型的ROC曲线

ROC结果显示，风险预测模型预测患者RA疾病处于活动期的AUC为0.969，特异性为88.89%，敏感性为90.68%（图4）。

讨　论

在RA的临床管理中，准确评估疾病活动度是实施达标治疗策略、改善患者预后的核心环节[16]。传统的炎症指标如CRP和ESR虽广泛应用于临床，能够敏感地反映机体的急性时相反应和全身炎症负荷，但其本质为非特异性炎症标志物，难以揭示RA复杂的免疫调节紊乱机制，如T细胞亚群失衡及自身抗体介导的病理过程[17]。近年来，维生素D的免疫调节功能日益受到关注，研究证实其活性形式25(OH)D不仅参与钙磷代谢调控，更可通过结合维生素D受体调节T细胞分化、抑制Th17细胞介导的促炎因子释放、促进调节性T细胞生成，从而在自身免疫应答中发挥重要作用，其水平变化与RA疾病活动度存在潜在关联[18]。然而，RA的疾病活动是一个由炎症负荷与免疫紊乱共同驱动的多维度过程，单一血清标志物往往难以全面评估其复杂状态。因此，联合CPR、ESR及25(OH)D等多指标构建可视化风险模型，有望突破单一指标的维度局限，从炎症负荷与免疫调节双维度进行综合评估，为临床提供更精准、便捷的个体化疾病活动度评估工具。

本研究结果显示，RA活动组与缓解组患者在压痛关节计数、肿胀关节计数方面存在显著差异（*P*<0.05）。该结果进一步验证关节计数指标在RA病情评估中的基础地位与核心价值。压痛关节计数与肿胀关节计数直接反映关节局部滑膜炎的活跃程度，是判断RA疾病活动最直观、最简便的临床指标，也

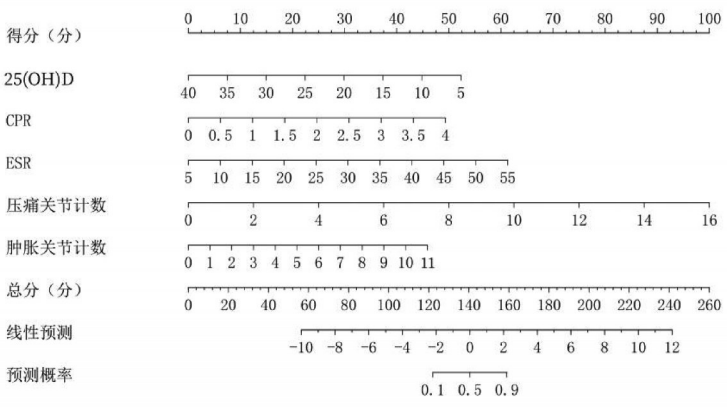

图2　RA疾病活动度风险预测的列线图模型

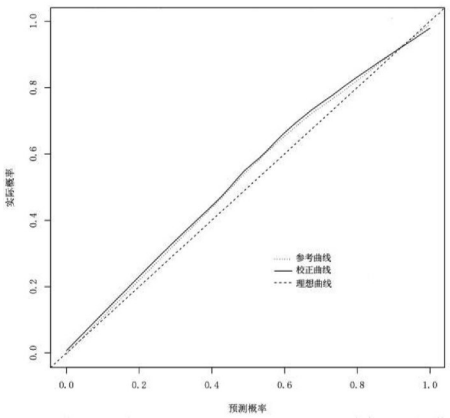

图3　风险预测模型的校正曲线图

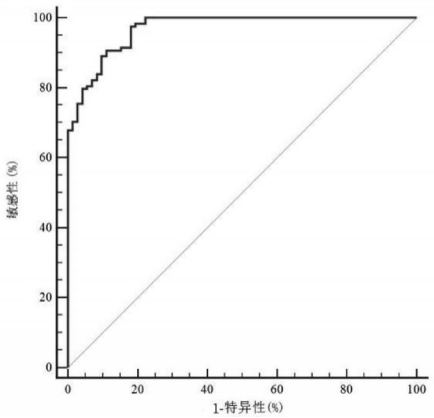

图4 风险预测模型的ROC曲线图

是DAS28、临床疾病活动指数、简化疾病活动指数等主流评分系统的关键构成项。从病理机制而言，RA疾病活动期以滑膜增生、炎性细胞浸润、血管翳形成为主要特征，炎症介质大量释放导致关节充血、水肿、渗出增加，从而引发关节肿胀与压痛；当疾病进入临床缓解状态，滑膜炎症得到有效控制，肿胀与压痛症状随之减轻，受累关节数量明显减少[19]。因此，压痛关节计数与肿胀关节计数能够客观、动态地反映关节局部炎症负荷，是临床医生进行床旁评估、初步判断病情活动状态的首选指标。本研究结果再次证实，两项关节计数指标可有效区分RA活动期与缓解期，为疾病分层管理提供可靠的临床依据，也提示在日常诊疗中应持续、规范地监测关节压痛与肿胀数量变化，及时捕捉病情波动。

在血清标志物的组间比较方面，本研究发现，病情缓解组的血清25(OH)D水平高于病情活动组，血清CPR、ESR水平低于病情活动组，差异均具有统计学意义（$P<0.05$）。该结果揭示血清25(OH)D、CPR、ESR与RA疾病活动度之间存在密切的关联性。25(OH)D是反映机体维生素D储备水平的稳定指标，近年来大量基础与临床研究证实，维生素D具有重要的免疫调节与抗炎效应，可通过调控T淋巴细胞亚群分化、抑制促炎因子分泌、减少自身抗体产生等多种途径维持免疫稳态，在自身免疫性疾病中发挥保护性作用[20]。RA患者普遍存在维生素D水平低下，且25(OH)D浓度越低，免疫失衡越严重，炎症反应越难以控制。本研究中活动期患者25(OH)D水平显著降低，提示维生素D缺乏可能通过削弱机体抗炎能力，促进关节炎症持续与扩散，进而推动疾病进入活动状态。与此同时，CPR比值的升高精准量化活动期“高消耗-低合成”的病理生理危机：CRP的急速飙升反映IL-6介导的急性炎症风暴强度，而前白蛋白的同步下降则标志着营养储备耗竭与肝脏合成功能受抑，两者的比值放大这一代谢失衡[21]。ESR作为非特异性炎症指标，可间接反映血浆中炎性蛋白浓度变化，二者均为临床评估RA系统性炎症的经典标志物[22]。因此，联合检测25(OH)D、CPR与ESR，能够从免疫调节深度、急性炎症代谢强度及系统反应广度三个层面，为RA疾病活动度提供一个更为立体和机制性的评估图谱。

Logistic回归分析显示，25(OH)D水平降低、CPR升高、ESR升高、压痛关节计数升高、肿胀关节计数升高均是RA疾病活动期的独立危险因素（$P<0.05$）。该结果具有重要的临床意义，表明RA疾病活动并非由单一因素驱动，而是局部关节病变、全身炎症反应、免疫营养状态异常共同作用的结果。压痛关节计数与肿胀关节计数升高代表靶器官炎症持续存在；CPR与ESR升高代表系统性炎症负荷加重；25(OH)D降低代表免疫调节功能受损。五项指标分别从局部、全身、免疫三个维度独立影响疾病活动状态，相互不可替代。这一结论提示，传统仅依靠炎症指标或仅依靠关节计数评估病情的模式存在明显局限性，容易出现评估偏差。临床实践中，应将免疫相关血清标志物、炎症血清标志物与临床关节指标相结合，构建多维度、立体化的评估模式，才能更全面、准确地判断疾病活动程度。本回归分析结果为后续风险模型的构建提供稳定、可靠的变量基础，确保模型能够覆盖RA疾病活动的核心驱动因素。

为进一步比较单一指标与联合指标在RA疾病活动度预测中的效能差异，本研究开展ROC曲线分析，结果显示，25(OH)D、CPR、ESR、压痛关节计数、肿胀关节计数联合检测的预测效能最佳，AUC值高达0.979，敏感性达96.61%，显著优于任意单一指标检测。单一指标评估存在明显缺陷：25(OH)D易受日照、饮食、合并症等因素影响，特异性有限；CPR、ESR在合并感染、创伤时也会升高，无法完全区分炎症来源；关节计数则存在一定主观性。而多指标联合能够实现优势互补，整合免疫、炎症、临床三方面信息，大幅降低干扰因素，提升预测准确性。本研究中联合检测AUC接近1.0，提示其对RA活动期与缓解期的区分能力极强；96.61%的高敏感性意味着该联合方案可最大限度减少漏诊，尤其适合门诊初筛、病情随访及早期预警。对于临床而言，高敏感性的联合检测有助于及时发现隐匿活动病例，尽早启动或调整治疗方案，避免关节持续破坏导致功能残疾，对改善患者长期预后具有重要价值。

基于上述独立危险因素，本研究构建了用于预测RA疾病活动期风险的可视化列线图模型，并对其稳定性、校准度及预测效能进行全面验证。Hosmer-Lemeshow检验提示，模型预测概率与实际观测概率无显著差异，拟合效果优良；校准曲线与理想曲线高度重合，进一步证明模型具有良好的校准度，预测结果稳定可靠。列线图作为一种可视化统计工具，可将复杂的回归方程转化为直观、简易的图形界面，医生只需录入患者的五项指标数值，即可快速计算出个体处于疾病活动期的风险概率，具有操作简便、直观易懂、床旁可及等优势。与传统DAS28评分相比，本模型整合25(OH)D这一免疫指标，评估维度更全面，且以可视化形式呈现，更适合基层医院及年轻医师使用。同时，模型预测RA疾病活动期的AUC为0.969，敏感性90.68%，特异性88.89%，在保持高敏感性的同时具备良好的特异性，既能够有效识别活动期患者，又可减少假阳性导致的过度治疗，整体效能优异，具备良好的临床推广潜力。

在个体化医疗快速发展的背景下，精准评估是实现个体化治疗的前提。本研究构建的可视化风险模型，实现RA疾病活动度从经验判断向量化预测、从单一指标向多维度整合、从复杂计算向直观可读的转变，可为临床医生制定个体化治疗策略提供客观参考。对于高风险患者，可尽早采用靶向合成抗风湿药或生物制剂进行强化治疗；对于低风险患者，可维持常规治疗并加强随访，从而实现分层管理、精准干预，提高整体治疗达标率。此外，本模型所采用的指标均为临床常规检测项目，检测便捷、成本低廉、可及性高，无需依赖特殊设备，适合在各级医疗机构普及应用。

本研究存在一定的局限性。首先，本研究为单中心回顾性研究，样本来源相对集中，可能存在选择偏倚，尽管采用Bootstrap重抽样法进行内部验证，但仅能校正过拟合风险，无法完全证明模型在不同中心、不同人群中的稳定性。因此，本模型的泛化能力尚需进一步验证。未来需要开展多中心、大样本、前瞻性队列研究对模型进行外部验证，提高模型的普适性与稳定性。其次，本研究未纳入病程、自身抗体滴度、合并症、药物治疗史及影像学评分等潜在影响因素，模型的完善性仍有提升空间。再次，25(OH)D水平受季节、地域、日照时长及户外活动量等因素影响较大，本研究未对以上因素进行分层分析，可能对结果产生一定干扰，未来计划纳入影像学指标并开展长期随访，以更精确地评估25(OH)D与RA活动度的内在关联及对关节破坏进展的预测价值。最后，本研究为满足建模样本量需求，将DAS28>2.6合并为“活动组”，未细分活动程度，该二分类法损失梯度信息，后续将扩大样本量构建多分类预测模型。

综上所述，压痛关节计数、肿胀关节计数、血清25(OH)D、CPR、ESR与RA疾病活动度密切相关，五项指标均为疾病活动的独立危险因素；多指标联合检测可显著提高RA疾病活动度的预测效能；基于上述指标构建的可视化列线图模型拟合度好、校准度高、预测效能优异，可直观、准确、个体化地评估RA患者的疾病活动风险。本研究为临床提供了一套简便、高效、精准的RA病情评估工具，有助于推动RA的规范化诊疗与精准化管理，具有重要的临床意义与应用前景。

参　考　文　献

[1] Cheema KS, Bit Mansour A, Raychaudhuri SP. What's new on the horizon for rheumatoid arthritis management[J]. Best Pract Res Clin Rheumatol, 2025, 39(1): 102038.

[2] 朱旭青, 徐磊霞. 抗环瓜氨酸肽抗体、糖类抗原199和类风湿因子表达与类风湿关节炎疾病活动度及严重程度的关系[J]. 临床误诊误治, 2025, 38(16): 47-51.

[3] 邹浩, 杨智, 顾维杰. 关节MRI简易评分对初诊类风湿关节炎疾病活动度预测的临床意义[J]. 西部医学, 2025, 37(3): 425-430.

[4] 安晋宇, 方晓辉, 李桂军. 炎症指标及28个关节疾病活动度评分表达水平与类风湿关节炎并发骨质疏松的关系[J]. 中国医刊, 2025, 60(12): 1441-1445.

[5] Hsueh HC, Ho GR, Tzeng SI, et al. Effects of curcumin on serum inflammatory biomarkers in patients with knee osteoarthritis: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials[J]. BMC Complement Med Ther, 2025, 25(1): 237.

[6] Pan YJ, Su KY, Shen CL, et al. Correlation of hematological indices and acute-phase reactants in rheumatoid arthritis patients on disease-modifying antirheumatic drugs: A retrospective cohort analysis[J]. J Clin Med, 2023, 12(24): 7611.

[7] 王一帆, 辛天闻, 袁景. 原发性膝骨关节炎患者C反应蛋白/前白蛋白比值与病情严重性、发病的关系[J]. 国际检验医学杂志, 2025, 46(4): 409-413.

[8] 赵云, 张磊, 马晓晨. C反应蛋白与前白蛋白比值在脓毒症诊断和预后评估中的应用价值[J]. 中国医师进修杂志, 2024, 47(2): 123-128.

[9] 李相权, 于宗良, 张梦遥. 血清高敏C反应蛋白/前白蛋白比值与急性ST段抬高型心肌梗死患者PCI术后冠状动脉无复流的相关性[J]. 川北医学院学报, 2024, 39(7): 888-891.

[10] 彭顺仙, 陶花, 陈晓锋. C反应蛋白与白蛋白比值联合握力和血清前白蛋白在食管癌患者中的应用价值[J]. 实用临床医药杂志, 2024, 28(17): 15-19, 26.

[11] 魏小松, 郑倩倩, 王信. 血清25-羟基维生素D水平与类风湿关节炎合并干燥综合征病人病情的相关性及其意义[J]. 蚌埠医学院学报, 2024, 49(4): 475-478.

[12] 李云, 张强, 吕婧. 类风湿关节炎患者中医体质分布特点及其与血清TNF-α、25(OH)D水平的关系[J]. 四川中医, 2024, 42(4): 95-100.

[13] Aletaha D, Neogi T, Silman AJ, et al. 2010 rheumatoid arthritis

classification criteria: An American college of rheumatology/european league against rheumatism collaborative initiative[J]. Ann Rheum Dis, 2010, 69(9): 1580-1588.
[14] Prevoo ML, van 't Hof MA, Kuper HH, et al. Modified disease activity scores that include twenty-eight-joint counts. development and validation in a prospective longitudinal study of patients with rheumatoid arthritis[J]. Arthritis Rheum, 1995, 38(1): 44-48.
[15] Wells G, Becker JC, Teng J, et al. Validation of the 28-joint disease activity score (DAS28) and European league against rheumatism response criteria based on c-reactive protein against disease progression in patients with rheumatoid arthritis, and comparison with the DAS28 based on erythrocyte sedimentation rate [J]. Ann Rheum Dis, 2009, 68(6): 954-960.
[16] 陈茜, 杨涌, 杨璐. 肌骨超声和血清IL-6、DKK-1与类风湿关节炎患者病情活动度的相关性及对患者治疗反应性的影响[J]. 检验医学与临床, 2025, 22(23): 3203-3207, 3213.
[17] 张倩, 丁家宝, 安丽欣. CRP、ESR、DAS28在类风湿关节炎合并肺间质病变的表达及其与托法替布的相关性研究[J]. 中国实验诊断学, 2024, 28(8): 942-945.
[18] Wimalawansa SJ. Infections and autoimmunity-the immune system and vitamin d: A systematic review[J]. Nutrients, 2023, 15(17): 3842.
[19] de Seny D, Baiwir D, Bianchi E, et al. New proteins contributing to immune cell infiltration and pannus formation of synovial membrane from arthritis diseases[J]. Int J Mol Sci, 2021, 23(1): 434.
[20] Hysa E, Gotelli E, Campitiello R, et al. Vitamin d and muscle status in inflammatory and autoimmune rheumatic diseases: An update[J]. Nutrients, 2024, 16(14): 2329.
[21] 黄会谱, 包永芬. 类风湿关节炎PBMC中miR-766-3p、miR-140-5p、miR-21表达与特异性抗体、ESR相关性及联合诊断意义[J]. 临床误诊误治, 2025, 38(15): 47-52.
[22] 纪晓杰, 王炜, 董雅雯. 纤维蛋白原/前白蛋白比值与C反应蛋白/前白蛋白比值诊断类风湿关节炎及严重程度的价值[J]. 浙江医学, 2025, 47(7): 748-751, 771.

（收稿日期：2026-03-11）
（本文编辑：陈姗姗）

引用格式

蒋玮, 张利锋, 桂斌捷, 等. 基于血清标志物评估类风湿关节炎疾病活动度的可视化风险模型价值分析[J]. 骨科, 2026, 17(5): 445-451. DOI:10.3969/j.issn.1674-8573.2026.05.007.

（上接第444页）

[11] Elkins JM, Kates S, Lange J, et al. General assembly, diagnosis, definitions: proceedings of international consensus on orthopedic infections[J]. J Arthroplasty, 2019, 34(2s): S181-S185.
[12] Huang J, Zhang Y, Wang Z, et al. The serum level of D-Dimer is not suitable for distinguishing between prosthetic joint infection and aseptic loosening[J]. J Orthop Surg Res, 2019, 14(1): 407.
[13] Chu L, Ren YL, Yang JS, et al. The combinations of multiple factors to improve the diagnostic sensitivity and specificity after artificial joint infection[J]. J Orthop Surg Res, 2020, 15(1): 161.
[14] Isern-Kebschull J, Tomas X, García-Díez AI, et al. Value of multidetector computed tomography for the differentiation of delayed aseptic and septic complications after total hip arthroplasty [J]. Skeletal Radiol, 2020, 49(6): 893-902.
[15] Yilmaz MK, Abbaszadeh A, Tarabichi S, et al. Diagnosis of periprosthetic joint infection: The utility of biomarkers in 2023[J]. Antibiotics (Basel), 2023, 12(6): 1054.
[16] Chen A, Fei J, Deirmegian C. Diagnosis of periprosthetic infection: novel developments[J]. J Knee Surg, 2014, 27(4): 259-265.
[17] Banke IJ, Stade N, Prodinger PM, et al. Antimicrobial peptides in human synovial membrane as (low-grade) periprosthetic joint infection biomarkers[J]. Eur J Med Res, 2020, 25(1): 33.
[18] Zhang J, Gui B, Cheng F, et al. Influence of inflammatory arthritis on leukocyte esterase strip results in the diagnosis of periprosthetic joint infection[J]. J Orthop Surg Res, 2020, 15(1): 10.
[19] Le DH, Dayan JM, Sarfraz A, et al. The C-reactive protein combination ratios outperform the albumin-globulin ratio in diagnosing periprosthetic joint infection after total knee arthroplasty[J]. J Arthroplasty, 2025, 40(12): 3291-3297.
[20] Abdelnasser MK, Bakhet A, Elagramy M, et al. No added value of the neutrophil-lymphocyte ratio (NLR) and platelet count to mean platelet volume ratio (PC/MPV) over the traditional serum markers (ESR and CRP) in the diagnosis of periprosthetic joint infection (PJI)[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2025, 33(12): 4244-4254.
[21] Shang G, Fei Z, Xu H, et al. Globulin and albumin to globulin ratio precisely diagnose periprosthetic joint infection and determine the timing of second-stage reimplantation [J]. J Orthop Surg Res, 2022, 17(1): 12.
[22] Costa CR, Johnson AJ, Naziri Q, et al. Efficacy of erythrocyte sedimentation rate and C-reactive protein level in determining periprosthetic hip infections[J]. Am J Orthop (Belle Mead NJ), 2012, 41(4): 160-165.
[23] Choe H, Kobayashi N, Abe K, et al. Evaluation of serum albumin and globulin in combination with c-reactive protein improves serum diagnostic accuracy for low-grade periprosthetic joint infection[J]. J Arthroplasty, 2023, 38(3): 555-561.

（收稿日期：2025-09-22）
（本文编辑：陈姗姗）

引用格式

李红燕, 范攀龙, 宁新创, 等. 基于球蛋白的比值指标在假体周围感染诊断中的作用[J]. 骨科, 2026, 17(5): 441-444, 451. DOI:10.3969/j.issn.1674-8573.2026.05.006.