



[DOI] 10.3969/j.issn.1001-9057.2025.02.010

http://www.lcnkzz.com/CN/10.3969/j.issn.1001-9057.2025.02.010

• 论著 •

慢性肾脏病患者血小板相关参数变化与铁代谢及肾性贫血的关系

孔祥波 李江佩

[摘要] **目的** 探讨慢性肾脏病(CKD)患者血小板(PLT)相关参数变化与铁代谢及肾性贫血(RA)的关系。**方法** 回顾性纳入CKD患者168例,根据RA诊断标准将其分为RA组(113例)与非RA组(55例),根据贫血程度再将RA组患者分为轻度贫血组(24例)、中度贫血组(60例)及重度贫血组(29例)。收集所有患者的一般临床资料、实验室检查指标并进行组间比较。采用多元线性回归分析评估CKD患者PLT相关参数与铁代谢相关指标及RA的相关性。应用广义多因子降维(GMDR)模型进行交互作用评价。**结果** RA组CKD病程、尿酸(UA)、尿素(Ur)、血肌酐(SCr)、RBC体积分布宽度(RDW)、平均RBC体积(MCV)、PLT计数、平均PLT比积(PCT)、PLT分布宽度(PDW)、PLT平均体积、总铁结合力(TIBC)、可溶性转铁蛋白受体(sTFR)、铁调素(HEPC)水平均高于非RA组,RBC计数、Hb、RBC比容(HCT)、RBC平均血红蛋白浓度(MCHC)、铁蛋白(SF)、血清铁(SI)水平均低于非RA组($P < 0.05$)。轻度、中度及重度贫血组患者Ur、SCr、RDW、MCV、PCT、PDW、MPV、sTFR、HEPC水平依次升高,RBC计数、Hb、HCT、MCHC、SF、SI水平依次降低;重度贫血组患者PLT计数、TIBC水平均高于轻度及中度贫血组($P < 0.05$)。多元线性回归分析结果显示,RA患者PLT计数与SF、SI均呈负相关,与TIBC、sTFR、HEPC均呈正相关;PCT与SF、SI、sTFR、HEPC均呈正相关,与TIBC呈负相关;PDW、MPV与SF、SI均呈负相关,与TIBC、sTFR、HEPC均呈正相关;调整混杂因素前后,PLT相关参数(PLT、PCT、PDW、MPV)、TIBC、sTFR、HEPC与RA患者严重程度均呈正相关,SF、SI均与RA患者严重程度均呈负相关($P < 0.05$)。GMDR模型结果显示,调整其他因素的影响后,轻/中度与重度贫血组均显示PLT相关参数与铁代谢相关指标异常组成的9阶交互模型为最佳模型($P < 0.05$)。**结论** PLT相关参数和铁代谢相关指标均是CKD患者RA严重程度的影响因素,且二者对RA严重程度的影响存在交互作用。

[关键词] 血小板参数; 铁代谢; 肾性贫血; 慢性肾脏病

[中图分类号] R692

[文献标识码] A

Relationship between changes of platelet related parameters, iron metabolism and renal anemia in patients with chronic kidney disease Kong Xiangbo, Li Jiangpei. Department of Clinical Laboratory, Sanmenxia Hospital of Yellow River, Sanmenxia 472000, China

[Abstract] **Objective** Explore the relationship between changes of platelet (PLT) related parameters, iron metabolism and renal anemia (RA) in patients with chronic kidney disease (CKD). **Methods** A total of 168 patients with CKD were retrospectively included and divided into RA group (113 cases) and non-RA group (55 cases) according to the diagnostic criteria of RA, and the patients in RA group were divided into mild anemia group (24 cases), moderate anemia group (60 cases) and severe anemia group (29 cases) according to the degree of anemia. General clinical data and laboratory indicators of all patients were collected and compared between groups. Multiple linear regression analysis was used to evaluate the correlation between PLT related parameters, iron metabolism and RA in patients with CKD. Generalized multifactor dimensionality reduction (GMDR) model was used to evaluate the interaction. **Results** In RA group, CKD disease duration, uric acid (UA), urea (Ur), serum creatinine (SCr), RBC volume distribution width (RDW), mean RBC volume (MCV), PLT count, mean PLT specific product (PCT), PLT distribution width (PDW), mean PLT volume, total iron binding capacity (TIBC), soluble transferrin receptor (sTFR), hepcidin (HEPC) were higher than those in non-RA group, and RBC count, Hb, hematocrit (HCT), mean erythrocyte hemoglobin concentration (MCHC), ferritin (SF) and serum iron (SI) were lower than those in non-RA group ($P < 0.05$). In mild, moderate and severe anemia groups, the levels of Ur, SCr, RDW, MCV, PCT, PDW, MPV, sTFR and HEPC were increased successively, while the

levels of RBC count, Hb, HCT, MCHC, SF and SI were decreased successively; PLT count and TIBC level in severe anemia group were higher than those in mild and moderate anemia group ($P < 0.05$). Multiple linear regression analysis showed that PLT count in RA patients was negatively correlated with SF and SI, and positively correlated with TIBC, sTFR and HEPC. PCT was positively correlated with SF, SI, sTFR and HEPC, but negatively correlated with TIBC. PDW and MPV were negatively correlated with SF and SI, but positively correlated with TIBC, sTFR and HEPC; Before and after adjusting for confounding factors, PLT-related parameters (PLT, PCT, PDW, MPV), TIBC, sTFR, HEPC were positively correlated with the severity of RA patients, while SF and SI were negatively correlated with the severity of RA patients ($P < 0.05$). GMDR model results showed that after adjusting the influence of other factors, the 9th-order interaction model with abnormal composition of PLT related parameters and iron metabolism related indexes in both mild/moderate and severe anemia groups was the best model ($P < 0.05$). **Conclusion**

PLT related parameters and iron metabolism related indexes are both influencing factors of RA severity, and there is an interaction between them on RA severity.

[Key words] Platelet parameters; Iron metabolism; Renal anemia; Chronic kidney disease

肾性贫血(RA)主要是由进展至终末期或接近终末期的慢性肾脏病(CKD)造成的。随着肾脏疾病进展,CKD 4~5 期患者的贫血患病率明显上升^[1]。CKD 患者贫血发病机制主要包括铁缺乏(绝对缺乏和功能性缺乏)与促 RBC 生成素缺乏^[2]。CKD 患者 PLT 相关参数变化和铁代谢异常与 RA 严重程度密切相关。通过纠正铁代谢异常和改善 PLT 功能,可有效改善 CKD 患者的贫血状况。一些新的治疗方法已显示出在改善 CKD 患者贫血状况方面的潜力。再来虎等^[3]发现罗沙司他与重组人促 RBC 生成素分别联合多糖铁复合物治疗 CKD 3~5 期非透析伴 RA 患者的铁代谢相关指标均优于治疗前。陈凌云等^[4]研究显示重组人 RBC 生成素治疗后患者的 RBC 计数、Hb 及 PLT 等相关检测数值均明显优于同期治疗前。铁代谢与 RA 的发生发展密切相关。国外相关研究发现,CKD 患者的铁蛋白(SF)、血清铁(SI)、总铁结合力(TIBC)等铁代谢相关指标水平均显著低于健康对照组,这些异常与患者的肾功能、贫血程度和炎症反应等因素密切相关^[5]。终末期 RA 患者的 Hb、PLT 等指标均存在一定程度的异常情况,且维持血液透析治疗的患者贫血率较高^[6]。PLT 相关参数与铁代谢相关指标之间亦具有紧密关联,但目前多发生在缺铁性贫血患者的相关研究中,对于 RA 与 PLT 相关参数变化及铁代谢相关指标之间关系的研究仍较少。本研究旨在探讨 CKD 患者 PLT 相关参数与铁代谢及与 RA 的相关性,以期临床评估、诊断及干预措施的制定提供依据。

对象与方法

1. 对象:回顾性纳入 2020 年 6 月~2023 年 6 月我院收治的 168 例 CKD 患者,其中男 89 例、女 79 例,年龄 45~65 岁,平均年龄(55.17 ± 7.58)岁。纳入标准:均符合 CKD 诊断标准^[7]且 CKD 3~5 期^[8-9]。排除标准:(1)合并血液性疾病或恶性肿瘤。(2)近期有输血或异常出血史;(3)行透析治疗。本研究已获得

我院伦理委员会审核批准。

2. 方法:收集患者一般临床资料及实验室检查指标,包括年龄、性别、BMI、既往病史、肾病家族史、CKD 病程、CKD 分期、尿素(Ur)、血肌酐(SCr)、尿酸(UA)、RBC 计数、Hb、RBC 比容(HCT)、RBC 体积分布宽度(RDW)、平均 RBC 体积(MCV)、RBC 平均 Hb 浓度(MCHC)、PLT 计数、平均 PLT 比积(PCT)、PLT 分布宽度(PDW)、PLT 平均体积(MPV)、铁代谢相关指标[SF、SI、TIBC、可溶性转铁蛋白受体(sTFR)、铁调素(HEPC)]。根据 RA 的诊断标准^[10]将所有患者分为 RA 组(113 例,67.26%)与非 RA 组(55 例,32.74%);根据贫血程度将 RA 组再分为轻度贫血组(24 例)、中度贫血组(60 例)及重度贫血组(29 例)。

3. 统计学处理:应用 SPSS 23.0 软件进行统计分析。符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,多组间比较采用 F 检验,两组间比较采用独立样本 t 检验;计数资料以例数和百分比表示,组间比较采用 χ^2 检验。采用多元线性回归分析评估 CKD 患者 PLT 计数与铁代谢相关指标及 RA 的相关性。应用广义多因子降维(GMDR)模型进行交互作用评价。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 两组患者一般临床资料及实验室检查指标比较:两组患者 CKD 分期比较差异有统计学意义($P < 0.05$);RA 组 CKD 病程、UA、Ur、SCr、RDW、MCV、PLT 计数、PCT、PDW、MPV、TIBC、sTFR、HEPC 水平均高于非 RA 组,RBC 计数、Hb、HCT、MCHC、SF、SI 水平均低于非 RA 组($P < 0.05$)。两组患者其余指标比较差异均无统计学差异($P > 0.05$)。见表 1。

2. 不同贫血程度 CKD 患者临床指标比较:不同贫血程度组 CKD 患者 Ur、SCr、RBC 计数、Hb、HCT、RDW、MCV、MCHC、PLT 计数、PCT、PDW、MPV、SF、SI、TIBC、sTFR、HEPC 水平比较差异均有统计学意义(P

表 1 两组患者一般临床资料及实验室检查指标比较($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	性别 (男/女)	年龄 (岁)	BMI (kg/m ²)	既往病史[例,(%)]			肾病家族史 [例,(%)]	CKD 病程 (年)
					高血压	糖尿病	高脂血症		
RA 组	113	60/53	55.37 ± 7.52	22.16 ± 3.30	57(50.44)	61(53.98)	55(48.67)	67(59.29)	16.78 ± 4.39
非 RA 组	55	29/26	54.86 ± 7.61	21.94 ± 3.26	26(47.27)	33(60.00)	28(50.91)	35(63.64)	10.46 ± 3.15
χ ² /t 值		0.002	0.411	0.407	0.149	0.544	0.074	0.293	9.541
P 值		0.964	0.682	0.684	0.700	0.461	0.786	0.588	<0.001

组别	例数	SCr (μmol/L)	RBC 计数 (×10 ¹² /L)	Hb (g/L)	CKD 分期[例,(%)]			UA (μmol/L)	Ur (mmol/L)
					3 期	4 期	5 期		
RA 组	113	219.78 ± 67.39	2.63 ± 0.48	69.78 ± 6.65	17(15.04)	30(26.55)	66(58.41)	385.22 ± 93.76	16.02 ± 4.43
非 RA 组	55	83.64 ± 24.11	5.54 ± 0.76	136.79 ± 11.42	31(56.36)	15(27.27)	9(16.36)	354.16 ± 86.45	7.37 ± 2.35
χ ² /t 值		14.518	30.206	47.946		36.761		2.066	13.567
P 值		<0.001	<0.001	<0.001		<0.001		0.040	<0.001

组别	例数	PCT(%)	PDW(%)	MPV(fL)	HCT(%)	RDW(fL)	MCV(fL)
RA 组	113	0.35 ± 0.08	18.89 ± 3.16	10.29 ± 1.42	26.10 ± 4.11	17.97 ± 2.81	108.65 ± 6.41
非 RA 组	55	0.20 ± 0.05	15.74 ± 2.03	5.93 ± 1.36	34.25 ± 4.76	13.12 ± 1.23	90.72 ± 5.28
χ ² /t 值		12.736	6.741	18.932	11.442	12.228	17.979
P 值		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

组别	例数	MCHC(g/L)	PLT 计数(×10 ⁹ /L)	SF(μg/L)	SI(μmol/L)	TIBC(μmol/L)	sTFR(nmol/L)	HEPC(pg/ml)
RA 组	113	328.34 ± 12.68	251.47 ± 75.39	5.33 ± 1.76	5.16 ± 1.52	97.63 ± 26.40	57.29 ± 10.17	90.02 ± 26.87
非 RA 组	55	339.75 ± 10.83	223.65 ± 64.31	45.78 ± 12.34	19.04 ± 5.67	66.49 ± 14.18	28.72 ± 12.73	43.65 ± 13.47
χ ² /t 值		5.731	2.719	34.242	24.353	8.184	15.700	12.068
P 值		<0.001	0.007	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

表 2 不同贫血程度 CKD 患者临床指标比较($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	UA(μmol/L)	Ur(mmol/L)	SCr(μmol/L)	RBC 计数(×10 ¹² /L)	Hb(g/L)	HCT(%)
轻度贫血组	24	359.22 ± 88.46	9.25 ± 2.61	100.71 ± 28.67	5.12 ± 0.71	125.27 ± 10.13	31.24 ± 4.58
中度贫血组	60	371.31 ± 90.23	13.02 ± 4.13 ^a	187.23 ± 55.34 ^a	3.84 ± 0.59 ^a	90.16 ± 8.75 ^a	28.35 ± 4.31 ^a
重度贫血组	29	385.22 ± 93.76	17.39 ± 4.48 ^{ab}	228.69 ± 70.56 ^{ab}	2.57 ± 0.44 ^{ab}	67.88 ± 6.57 ^{ab}	25.10 ± 4.07 ^{ab}
F 值		1.031	6.858	9.267	12.998	21.861	5.165
P 值		0.307	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

组别	例数	RDW(fL)	MCV(fL)	MCHC(g/L)	PLT 计数(×10 ⁹ /L)	PCT(%)	PDW(fL)
轻度贫血组	24	14.11 ± 1.43	92.23 ± 5.68	333.76 ± 10.97	182.48 ± 76.73	0.25 ± 0.06	16.11 ± 2.27
中度贫血组	60	16.45 ± 2.32 ^a	100.15 ± 6.12 ^a	321.16 ± 11.89 ^a	190.23 ± 71.22	0.33 ± 0.07 ^a	18.62 ± 3.03 ^a
重度贫血组	29	18.79 ± 2.96 ^{ab}	113.46 ± 6.49 ^{ab}	310.25 ± 13.77 ^{ab}	237.14 ± 68.42 ^{ab}	0.37 ± 0.08 ^{ab}	20.47 ± 3.35 ^{ab}
F 值		7.083	83.918	6.770	2.710	6.067	5.424
P 值		<0.001	<0.001	<0.001	0.009	<0.001	<0.001

组别	例数	MPV(fL)	SF(μg/L)	SI(μmol/L)	TIBC(μmol/L)	sTFR(nmol/L)	HEPC(pg/ml)
轻度贫血组	24	9.53 ± 1.31	9.57 ± 2.84	13.04 ± 2.17	81.64 ± 17.48	42.55 ± 10.37	63.72 ± 17.36
中度贫血组	60	11.02 ± 1.37 ^a	6.13 ± 1.36 ^a	4.97 ± 1.58 ^a	90.26 ± 22.15	55.78 ± 12.58 ^a	83.24 ± 23.21 ^a
重度贫血组	29	13.46 ± 1.41 ^{ab}	2.89 ± 1.12 ^{ab}	0.81 ± 1.20 ^{ab}	110.34 ± 30.47 ^{ab}	72.79 ± 14.37 ^{ab}	99.69 ± 31.07 ^{ab}
F 值		10.427	11.638	25.962	4.087	8.613	5.051
P 值		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

注:与轻度贫血组比较,^a $P < 0.05$;与中度贫血组比较,^b $P < 0.05$

<0.05),3 组患者 UA 水平比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。轻度、中度及重度贫血组患者 Ur、SCr、RDW、MCV、PCT、PDW、MPV、sTFR、HEPC 水平均依次升高,RBC 计数、Hb、HCT、MCHC、SF、SI 水平均依次降低;重度贫血组患者 PLT 计数、TIBC 水平均高于轻度及中度贫血组($P < 0.05$)。见表 2。

3. RA 患者 PLT 相关参数与铁代谢相关指标的相关性分析:多元线性回归分析结果显示,RA 患者 PLT 计数与 SF($r = -0.445$)、SI($r = -0.389$)均呈负相关,与 TIBC($r = 0.345$)、sTFR($r = 0.472$)、HEPC($r = 0.403$)均

呈正相关;PCT 与 SF($r = 0.487$)、SI($r = 0.364$)、sTFR($r = 0.389$)、HEPC($r = 0.351$)均呈正相关,与 TIBC($r = -0.294$)呈负相关;PDW、MPV 与 SF($r = -0.316$, $r = -0.348$)、SI($r = -0.285$, $r = -0.297$)均呈负相关,与 TIBC($r = 0.537$, $r = 0.518$)、sTFR($r = 0.436$, $r = 0.415$)、HEPC($r = 0.367$, $r = 0.384$)均呈正相关($P < 0.05$)。

4. RA 患者 PLT 相关参数、铁代谢相关指标与不同程度贫血的相关性分析:多元线性回归分析结果显示,调整混杂因素[肾病家族史、CKD 病程、CKD 分期、肾功能指标(UA、Ur、SCr)、RBC 系指标(RBC、Hb、

表 3 RA 患者 PLT 相关参数、铁代谢相关指标与不同程度贫血的相关性分析结果

指标	轻度贫血			中度贫血			重度贫血		
	β 值	95% CI	P 值	β 值	95% CI	P 值	β 值	95% CI	P 值
PLT 相关参数调整前									
PLT	8.256	4.015 ~ 11.735	<0.001	9.753	5.138 ~ 13.882	0.002	10.619	6.148 ~ 14.765	<0.001
PCT	11.527	7.384 ~ 15.486	0.005	13.135	9.143 ~ 17.276	0.006	14.367	10.743 ~ 18.727	0.003
PDW	12.755	8.236 ~ 17.247	0.002	15.623	11.245 ~ 20.106	<0.001	17.315	12.126 ~ 21.654	<0.001
MPV	10.621	5.283 ~ 15.975	0.010	12.884	8.258 ~ 16.358	0.008	14.532	10.297 ~ 19.359	0.004
PLT 相关参数调整后									
PLT	18.543	12.456 ~ 23.583	0.018	22.469	17.591 ~ 31.478	0.015	25.713	19.155 ~ 34.683	0.011
PCT	19.534	14.153 ~ 24.158	0.003	18.324	13.642 ~ 23.576	<0.001	20.326	14.175 ~ 24.586	<0.001
PDW	26.402	22.736 ~ 30.875	0.009	23.638	19.512 ~ 29.553	0.006	25.746	21.312 ~ 31.283	0.005
MPV	15.837	9.395 ~ 19.257	0.005	17.242	12.783 ~ 21.589	0.004	16.473	10.681 ~ 20.782	<0.001
铁代谢相关指标调整前									
SF	-8.732	-12.516 ~ -5.326	0.005	-10.143	-14.242 ~ -6.058	0.004	-12.215	-15.792 ~ -7.643	<0.001
SI	-12.364	-15.764 ~ -7.283	0.002	-14.027	-17.492 ~ -8.823	0.003	-15.503	-18.845 ~ -10.326	0.001
TIBC	10.115	6.276 ~ 15.615	0.006	13.128	7.213 ~ 16.113	0.002	16.207	12.365 ~ 20.144	<0.001
sTFR	13.180	7.689 ~ 16.982	0.011	13.687	8.022 ~ 17.018	0.007	14.629	10.314 ~ 18.129	0.005
HEPC	11.236	5.739 ~ 15.791	0.013	12.954	6.112 ~ 15.869	0.006	13.817	9.765 ~ 16.891	0.001
铁代谢相关指标调整后									
SF	-9.605	-13.241 ~ -7.513	0.005	-11.836	-15.365 ~ -8.473	0.002	-14.013	-17.841 ~ -11.265	<0.001
SI	-14.012	-17.367 ~ -10.176	0.004	-15.348	-18.931 ~ -12.221	0.001	-16.743	-19.885 ~ -12.506	<0.001
TIBC	12.237	9.662 ~ 15.793	0.007	14.750	11.125 ~ 17.583	0.003	15.790	12.423 ~ 20.114	<0.001
sTFR	14.295	10.646 ~ 17.683	0.010	15.254	11.462 ~ 19.237	0.006	17.381	13.024 ~ 21.719	0.002
HEPC	13.354	10.648 ~ 16.842	0.011	14.831	11.325 ~ 18.784	0.007	16.182	12.975 ~ 20.889	0.001

HCT、RDW、MCV、MCHC)] 前后, PLT 相关参数(PLT、PCT、PDW、MPV)、TIBC、sTFR、HEPC 与 RA 患者严重程度均呈正相关, SF、SI 与 RA 患者严重程度均呈负相关($P<0.05$)。见表 3。

5. PLT 相关参数与铁代谢相关指标在 RA 严重程度中的交互作用分析: 进行赋值(指标异常 = 1, 正常 = 0) 后引入 GMDR 模型, 以非 RA 组为对照进行交互作用分析, 结果显示调整其他因素的影响后, 轻/中度与重度贫血组均显示 PLT 相关参数与铁代谢相关指标异常组成的 9 阶交互模型为最佳模型($P<0.05$)。见表 4。

讨 论

RA 是 CKD 患者的常见并发症之一, 而非透析患者的贫血发生率已超过 50%^[11-12]。此外, CKD 病程及分期与 RA 的严重程度有明显的相关性, CKD 3 期时, RA 发病率较高; CKD 5 期时, RA 发病率明显上升^[13]。本研究显示 RA 占比高达 67.26%, 且 RA 组患者的 CKD 病程明显较长, RA 组与非 RA 组患者的 CKD 分期比较差异有统计学意义, 与既往研究结果相符^[13]。

PLT 对维持血管完整性和止血至关重要, 且在控制炎症和免疫方面也同样发挥着重要功能。在贫血患者中 PLT 与铁代谢相关指标之间具有较高的相关性, PLT 增多比 PLT 未增多的贫血患者表现出更严重的贫血与缺铁^[14]。本研究结果显示, RA 组患者 PLT 计数、

表 4 PLT 相关参数与铁代谢相关指标在 RA 严重程度中交互作用的 GMDR 分析

组别	模型	检验 样本 准确度	置换 检验 (P 值)	交叉 验证 一致性
轻/中度贫血	A1	0.546	6(0.162)	5/10
	A1/A5	0.532	8(0.062)	6/10
	A1/A2/A5	0.560	7(0.154)	6/10
	A1/A2/A3/A5	0.539	7(0.058)	7/10
	A1/A2/A3/A4/A5	0.542	9(0.177)	8/10
	A1/A2/A3/A4/A5/A6	0.535	8(0.181)	7/10
	A1/A2/A3/A4/A5/A6/A7	0.544	8(0.101)	9/10
	A1/A2/A3/A4/A5/A6/A7/A8	0.550	9(0.093)	8/10
	A1/A2/A3/A4/A5/A6/A7/A8/A9 ^a	0.578	10(0.001)	10/10
	A1	0.571	10(0.001)	9/10
重度贫血	A1/A5	0.660	10(0.001)	8/10
	A1/A2/A5	0.654	10(0.001)	6/10
	A1/A2/A3/A5	0.683	10(0.001)	8/10
	A1/A2/A3/A4/A5	0.679	10(0.001)	5/10
	A1/A2/A3/A4/A5/A6	0.721	10(0.001)	7/10
	A1/A2/A3/A4/A5/A6/A7	0.725	10(0.001)	9/10
	A1/A2/A3/A4/A5/A6/A7/A8	0.730	10(0.001)	10/10
	A1/A2/A3/A4/A5/A6/A7/A8/A9 ^a	0.742	10(0.001)	10/10

注: A1、A2、A3、A4、A5、A6、A7、A8、A9 分别代表 PLT、PCT、PDW、MPV、SF、SI、TIBC、sTFR、HEPC 异常; ^a: 最佳模型

PCT、PDW、MPV、TIBC、sTFR、HEPC 水平均高于非 RA 组, SF、SI 水平均低于非 RA 组; 轻度、中度及重度贫血组患者 Ur、SCr、RDW、MCV、PCT、PDW、MPV、sTFR、HEPC 水平均依次升高, RBC 计数、Hb、HCT、MCHC、

SF、SI 水平均依次降低;重度贫血组患者 PLT 计数、TIBC 水平均高于轻度及中度贫血组。慢性炎症通过细胞运动学介导的级联使铁无法用于造血,并导致慢性疾病贫血。慢性疾病贫血缺铁涉及炎症细胞因子升高引起的 HEPC 生成上调,这可能导致巨噬细胞中 SF、SI 吸收增加,骨髓对 SF、SI 吸收减少,巨核细胞 SF、SI 供应减少的情况使巨核细胞具有高倍性,比低倍性巨核细胞释放更多的 PLT;此外,在慢性疾病合并贫血患者中,炎症状态下的反应性 PLT 增加多发生在 IL-6 和 PLT 生成素的细胞因子级联反应中,对于 SI 水平降低的慢性疾病合并贫血患者,这两个特征可能会促进 PLT 增多^[15]。

根据临床观察,肾脏疾病患者经常出现 PLT 异常,越来越多的证据表明 PLT 与肾脏疾病之间存在双向关系,肾脏疾病可引起 PLT 异常,反之亦然。PLT 活化是各种类型肾脏疾病患者中众所周知的现象,可能参与了肾脏疾病的发病机制^[16]。CKD 患者 PLT 高反应性的增加协调了储存在致密颗粒和溶酶体颗粒中的多种化学物质和蛋白质的释放,包括促炎介质、生长因子和血管活性介质等分子,并参与 CKD 的病理生理过程^[17]。本研究结果发现,PLT 相关参数、铁代谢相关指标与 RA 患者贫血严重程度关系密切,这提示 PLT 相关参数与铁代谢相关指标的异常变化可反映 RA 的发生与发展。GMDR 分析结果表明,PLT 相关参数与铁代谢相关指标异常对于不同程度贫血的发生具有交互作用。虽然经 GMDR 分析难以评价交互作用的强度,但在考虑多种因素影响的情况下,提示 PLT 相关参数与铁代谢相关指标异常同时存在可增加 RA 发生的风险。

本研究结果发现,RA 组患者 UA、Ur、SCr、RDW、MCV 水平均高于非 RA 组,RBC、Hb、HCT、MCHC 均低于非 RA 组;轻度、中度及重度贫血组患者 Ur、SCr、RDW、MCV、PCT、PDW、MPV、sTFR、HEPC 水平均依次升高,RBC 计数、Hb、HCT、MCHC、SF、SI 水平均依次降低;重度贫血组患者 PLT 计数、TIBC 水平均高于轻度及中度贫血组。CKD 属于慢性疾病,肾功能会不可避免的发生一定程度损伤,UA、Ur、SCr 水平也随着贫血程度的加重而出现异常变化,这可能是由于发生贫血的 CKD 患者肾脏受损程度更大,从而导致肾功能严重下降。由于贫血是一种由 RBC 不足或血液中 Hb 含量低于特定性别和年龄的人的特定范围所描述的疾病,因此,这提示 RA 患者的 RBC 系指标会发生一定变化,而这些变化则体现出 RA 患者的贫血严重程度。

本研究仍存在不足,为单中心研究且样本量较小,

研究结果缺乏一定的普遍性与科学性;此外,未对肾功能指标、RBC 系指标进行更详细的探讨,未来还需要扩大样本量,联合多中心、多指标进一步对 RA 进行探究。综上所述,PLT 相关参数和铁代谢相关指标均是 RA 的重要影响因素,并与 RA 之间存在紧密联系。通过监测 PLT 相关参数和铁代谢相关指标,不仅可以更早地发现患者的病情变化,并采取相应的治疗措施,还可为新药研发提供重要的科学依据。

参 考 文 献

- [1] Deo R, Dubin RF, Ren Y, et al. Proteomic cardiovascular risk assessment in chronic kidney disease[J]. Eur Heart J, 2023, 44 (23): 2095-2110.
- [2] 张逸馨, 任桐. 维持性腹膜透析患者应用低氧诱导因子-脯氨酰羟化酶抑制剂治疗肾性贫血的临床疗效分析[J]. 临床内科杂志, 2023, 40 (1): 60-61.
- [3] 冉来虎, 孟叶彩, 王业莉, 等. 罗沙司他重组人促红细胞生成素分别联合多糖铁复合物治疗非透析 3 ~ 5 期慢性肾脏病伴肾性贫血的临床疗效对比[J]. 中国药物与临床, 2023, 23 (3): 164-168.
- [4] 陈凌云, 倪松施, 凌云, 等. 重组人红细胞生成素治疗肾性贫血患者对其血小板参数的影响[J]. 血栓与止血学, 2020, 26 (1): 86-87, 90.
- [5] Thang LV, Kien NT, Hung NV, et al. Serum total iron-binding capacity and iron status in patients with non-dialysis-dependent chronic kidney disease: a cross-sectional study in Vietnam[J]. Asia Pac J Clin Nutr, 2020, 29 (1): 48-54.
- [6] Yin S, Du Y, Guo Y, et al. Multifactorial analysis of renal anemia-associated substandard hemoglobin levels and prevalence of anemia in patients on maintenance hemodialysis in Liaoning Province: a cross-sectional study[J]. Ann Palliat Med, 2022, 11 (12): 3743-3754.
- [7] Chen TK, Knicely DH, Grams ME. Chronic kidney disease diagnosis and management: a review[J]. JAMA, 2019, 322 (13): 1294-1304.
- [8] 全国 EGFR 课题协作组. MDRD 方程在我国慢性肾脏病患者中的改良和评估[J]. 中华肾脏病杂志, 2006, 22 (10): 589-595.
- [9] National Kidney Foundation. K/DOQI clinical practice guidelines for chronic kidney disease: evaluation, classification, and stratification[J]. Am J Kidney Dis, 2002, 39 (2 Suppl 1): S1-S266.
- [10] 中国医师协会肾脏内科医师分会肾性贫血指南工作组. 中国肾性贫血诊治临床实践指南[J]. 中华医学杂志, 2021, 101 (20): 1463-1502.
- [11] Minutolo R, Provenzano M, Chiodini P, et al. New-onset anemia and associated risk of ESKD and death in non-dialysis CKD patients: a multi-cohort observational study[J]. Clin Kidney J, 2022, 15 (6): 1120-1128.
- [12] 张逸馨, 任桐. 维持性腹膜透析患者应用低氧诱导因子-脯氨酰羟化酶抑制剂治疗肾性贫血的临床疗效分析[J]. 临床内科杂志, 2023, 40 (1): 60-61.
- [13] 赵亚洲, 任艳芸, 谭颖颖, 等. 罗沙司他改善腹膜透析肾性贫血的疗效及安全性观察[J]. 中国医刊, 2021, 56 (10): 1125-1127.
- [14] Li X, Li N, Zhao G, et al. Effect of iron supplementation on platelet count in adult patients with iron deficiency anemia[J]. Platelets, 2022, 33 (8): 1214-1219.
- [15] Kim S, Cho SY. Investigation of iron metabolism for regulating megakaryopoiesis and platelet count according to the mechanisms of Anemia[J]. Clin Lab, 2018, 64 (3): 329-332.
- [16] Gomchok D, Ge RL, Wuren T. Platelets in renal disease[J]. Int J Mol Sci, 2023, 24 (19): 14724-14736.
- [17] Barale C, Melchionda E, Tempesta G, et al. Impact of physical exercise on platelets: focus on its effects in metabolic chronic diseases[J]. Antioxidants (Basel), 2023, 12 (8): 1609-1622.

(收稿日期: 2024-01-13)

(本文编辑: 余晓曼)