

红细胞分布宽度对急性 ST 段抬高型心肌梗死患者 PCI 术后院内主要不良心脏事件的预测价值

李利霞^{1,2}, 吴鹏宇², 陈伟刚², 王昆仑², 王皓², 张立君², 庆笑春², 张守彦²

(1. 郑州大学第二附属医院, 河南省郑州市 450000; 2. 郑州大学附属洛阳中心医院心血管内科 洛阳市心脑血管疾病研究所 洛阳市心脑血管组织损伤与修复重点实验室, 河南省洛阳市 471009)

[关键词] 红细胞分布宽度; 急性 ST 段抬高型心肌梗死; 主要不良心脏事件

[摘要] **目的** 评估红细胞分布宽度(RDW)对急性 ST 段抬高型心肌梗死(STEMI)患者行经皮冠状动脉介入治疗(PCI)术后在住院期间发生主要不良心脏事件(MACE)是否有预测价值。**方法** 回顾性分析 243 例行 PCI 术治疗的急性 STEMI 患者全部临床病例资料。记录住院期间所有研究对象 MACE 发生情况,根据检测的 RDW 绘制成受试者工作特征曲线(ROC),分析 RDW 对行 PCI 术治疗的急性 STEMI 患者住院期间发生 MACE 的预测价值,并选取最佳截点,分为高 RDW 组和低 RDW 组。比较两组间临床一般资料、实验室资料、冠状动脉造影资料、超声心动图结果及 MACE 发生情况的差异,应用单因素、多因素 Logistic 回归模型计算 STEMI 患者住院期间 MACE 发生风险的优势比。**结果** ROC 曲线显示,RDW 预测 STEMI 患者住院期间发生 MACE 的 ROC 曲线下面积为 0.634 (95% CI:0.543~0.725, $P<0.05$),当 RDW 最佳截点取 13.35% 时,其诊断效率最高,灵敏度为 52.5%,特异度为 68%,高 RDW 组($RDW \geq 13.35%$)发生 MACE 的比例显著高于低 RDW 组($RDW < 13.35%$) (24.42% 比 12.10%, $P<0.05$)。多因素 Logistic 回归分析显示高 RDW 水平与 STEMI 患者 PCI 术后住院期间发生 MACE 相关 ($OR = 3.007, 95\% CI: 1.275 \sim 7.093, P<0.05$)。**结论** RDW 可能为急性 STEMI 患者行冠状动脉介入治疗术后住院期间 MACE 的独立预测因子。

[中图分类号] R5

[文献标识码] A

The predictive value of red blood cell distribution width for major adverse cardiac events in patients with acute ST segment elevation myocardial infarction after percutaneous coronary intervention

LI Lixia^{1,2}, WU Pengyu², CHEN Weigang², WANG Kunlun², WANG Hao², ZHANG Lijun², QING Xiaochun², ZHANG Shouyan²

(1. The Second Affiliated Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou, Henan 450000, China; 2. Department of Cardiology, Luoyang Central Hospital Affiliated to Zhengzhou University & Luoyang Institute of Cardio-cerebrovascular Diseases & Luoyang Key Laboratory of Cardiac-cerebro Tissue Injury and Repair, Luoyang, Henan 471009, China)

[KEY WORDS] red blood cell distribution width; acute ST segment elevation myocardial infarction; major adverse cardiac events

[ABSTRACT] **Aim** To investigate the predictive value of red blood cell distribution width (RDW) for major adverse cardiac events (MACE) in patients with acute ST segment elevation myocardial infarction (STEMI) after percutaneous coronary intervention (PCI). **Methods** 243 clinical cases with acute STEMI after PCI was retrospectively studied. The incidence of MACE in all patients during hospitalization were carefully recorded. The predictive value of RDW for the incidence of MACE in patients with acute STEMI after PCI was analyzed by the receiver operating characteristic (ROC) curve of RDW levels. All the patients were divided into the high RDW group and the low RDW group according

[收稿日期] 2019-06-27

[修回日期] 2019-08-03

[基金项目] 洛阳市科技计划医疗卫生项目(1820002A)

[作者简介] 李利霞, 硕士, 研究方向为心血管急危重症与康复、冠心病、先天性心脏病及肺血管疾病介入治疗, E-mail 为 llx20121110223@163.com。通信作者张守彦, 博士, 主任医师, 硕士研究生导师, 研究方向为心血管急危重症与康复、冠心病、先天性心脏病及肺血管疾病介入治疗, E-mail 为 zsyvipdoctor@163.com。

to the best cut-off point we determined. The differences of baseline data, laboratory data, coronary angiography, echocardiographic tissue Doppler imaging and the incidence of MACE were compared between the two groups. **Results** ROC curve showed that the area under the working characteristic curve of subjects with MACE predicted by RDW was 0.634 (95% CI:0.543~0.725, $P<0.05$). When the optimal cut-off point of RDW levels was 13.35%, the sensitivity of predicting MACE was 52.5%, the specificity was 68%. The rate of MACE in the high RDW group (RDW \geq 13.35%) was higher than in the low RDW group (RDW<13.35%) (24.42% vs 12.10%, $P<0.05$). The multivariate Logistic regression analysis showed that the high RDW levels may be associated with MACE in acute STEMI patients after PCI treatment during hospitalization (OR = 3.007, 95% CI: 1.275 ~ 7.093, $P<0.05$). **Conclusion** RDW may be an independent risk factor for MACE in STEMI patients after PCI during hospitalization.

作为血常规检验的重要参数之一,红细胞分布宽度(red blood cell distribution width, RDW)反映的是外周血循环中红细胞体积变异性大小,它以百分比表示, RDW 值越高,说明红细胞体积大小分布越不均匀,红细胞之间的体积差异越大。当合并肝肾功能不全、甲状腺疾病、营养不良、铁缺乏、维生素 B12 缺乏、叶酸缺乏、骨髓抑制、慢性缺血缺氧时均会导致 RDW 升高,在 2007 年以前多用于贫血的诊断。最新研究显示 RDW 可能是心血管疾病(cardiovascular disease, CVD)患者发生发展及预后的独立预测因子。研究表明, RDW 在高血压、冠心病、急性冠状动脉综合征、心力衰竭、心房颤动、肺栓塞和外周动脉疾病中对预后的预测价值越来越受到关注,其中约占急性冠状动脉综合征 36% 的急性 ST 段抬高型心肌梗死(ST segment elevation myocardial infarction, STEMI)患者的预后最差,其发病率、致残率、致死率均较高,而直接经皮冠状动脉介入治疗(percutaneous coronary intervention, PCI)是最有效降低 STEMI 患者死亡率的治疗方法。因此,本研究旨在评估 RDW 对急性 STEMI 患者 PCI 术后住院期间发生主要不良心脏事件(major adverse cardiovascular events, MACE)的预测价值,为急性 STEMI 患者提供最佳风险评估和指导治疗方案^[1-6]。

1 资料和方法

1.1 研究对象

选择郑州大学附属洛阳中心医院心血管内科 2016 年 1 月 1 日至 2016 年 12 月 30 日收治住院的 364 例直接行 PCI 治疗的急性 STEMI 患者的全部临床病例资料,其中入选的 STEMI 患者 243 例。入选标准:①胸骨后或胸前区剧烈的压榨性疼痛,含硝酸甘油不能完全缓解,持续性胸痛超过 30 min 以上,发病在 12 h 内;②记录心电图动态改变特征,心电图两个胸前相邻导联 ST 段抬高 0.2 mV 或肢体

导联 ST 段抬高 0.1 mV;③肌钙蛋白、肌红蛋白、肌酸激酶同工酶等心肌损伤标记物超过正常 2 倍及以上。以上标准均参照 2015 年中华医学会心血管病学分会《急性 ST 段抬高型心肌梗死诊断和治疗指南》^[7]。排除标准:①自身免疫性疾病、感染炎症性疾病;②血液系统疾病、恶性肿瘤、内分泌系统疾病;③近期使用免疫调节剂、糖皮质激素(1 月内);④严重肝肾功能不全;⑤营养不良、贫血、近期有输血史(1 月内);⑥近期有外伤史、手术史(2 周内);⑦近期有脑血管意外(2 周内);⑧参加临床药物试验。

1.2 一般资料的收集

准确记录所有研究对象的性别、年龄、心率、入院收缩压、入院舒张压、高血压病史、糖尿病病史、吸烟史等资料。

1.3 实验室指标资料收集

所有研究对象均在入院当天取肘部静脉血 5 mL,急查脑钠尿肽(brain natriuretic peptide, BNP)、心肌肌钙蛋白 I(cardiac troponin I, cTnI)、肌红蛋白、肌酸激酶同工酶 MB(creatine kinase MB isoenzyme, CK-MB)、血常规、入院随机血糖、电解质,入院后第 2 天清晨空腹取肘部静脉血 5 mL 查肝肾功能、血脂、血凝功能等。收集血常规中白细胞计数、中性粒细胞计数、淋巴细胞计数、血红蛋白(Hb)、红细胞分布宽度、血小板计数、平均血小板体积,肝功能中谷丙转氨酶(alanine aminotransferase, ALT)、谷草转氨酶(aspartate aminotransferase, AST)、血脂中总胆固醇(total cholesterol, TC)、甘油三酯(triglyceride, TG)、高密度脂蛋白(high density lipoprotein, HDL)、低密度脂蛋白(low density lipoprotein, LDL)、肾功能中血尿素氮(blood urea nitrogen, BUN)、血清肌酐(serum creatinine, SCr),以及高敏 C 反应蛋白(high sensitive C-reactive protein, hs-CRP)等基线资料。

1.4 超声心动图资料收集

所有研究对象均由经验丰富的超声影像医师

于 PCI 术后 24 h 内检查超声心动图,收集左心室舒张期末容积(left ventricular end diastolic volume, LV-EDV)、左心室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)参数,并准确记录三个连续的心脏循环参数,计算各参数的平均值。

1.5 冠状动脉造影结果资料收集

收集 243 例所有研究对象的冠状动脉造影资料,手术由经验丰富的两名心内科医师操作完成,入路途径为桡动脉或股动脉,左、右冠状动脉均采用多个标准体位,必要时加特殊体位至冠状动脉各段能充分显示。根据冠状动脉病变的部位及其狭窄程度采用 Gensini 积分计算总积分,用来评价冠状动脉病变的严重程度。

1.6 主要不良心脏事件

记录入选的 243 例直接行 PCI 术的 STEMI 患者中,在住院期间 MACE 发生情况,主要包括再次血运重建、恶性心律失常、急性心力衰竭、心源性休克、心因性死亡等。

1.7 统计学处理

采用 SPSS22.0 统计软件对数据进行分析处理。采用 ROC 曲线分析计算能够预测主要不良心脏事件的最佳截点;主要不良心脏事件的影响因素采用单因素、多因素 Logistic 回归模型分析,计数资料以例数和其百分率表示,组间比较采用 χ^2 检验;计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用 t 检验; $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 RDW 预测 STEMI 患者 PCI 术后住院期间 MACE 的受试者工作特征曲线

根据住院期间检测到的血常规 RDW 绘制成受试者工作特征曲线(receiver operating characteristic curve, ROC),该 ROC 曲线下面积(area under the ROC curve, AUC)为 0.634(95% CI: 0.543 ~ 0.725, $P < 0.05$),临界值为 13.35%,将 243 例受试对象分为高 RDW 组($RDW \geq 13.35\%$)和低 RDW 组($RDW < 13.35\%$),由此计算得出, RDW 预测急性 STEMI 患者直接行 PCI 术后住院期间发生 MACE 的灵敏度为 52.5%,特异度为 68%(图 1)。

2.2 高 RDW 组与低 RDW 组一般基线资料比较

将收集的所有受试对象的一般资料、实验室指标资料、超声心动图资料、冠状动脉造影结果资料进行比较,发现高 RDW 组的舒张压、血红蛋白低于

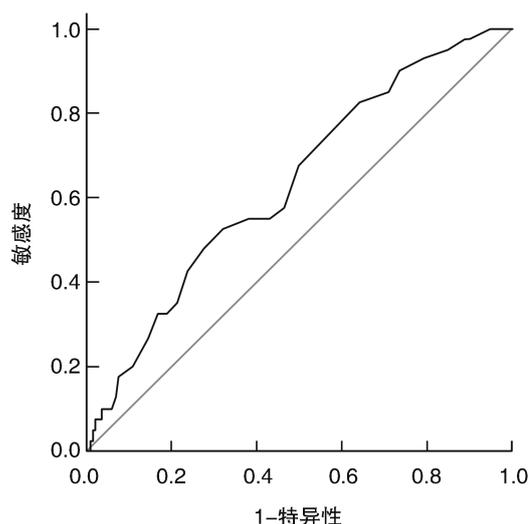


图 1. RDW 预测急性 STEMI 患者 PCI 术后住院期间发生 MACE 的 ROC 曲线

Figure 1. The ROC curve of RDW predicting the incidence of MACE in patients with acute STEMI after PCI in hospital

低 RDW 组,差异有统计学意义($P < 0.05$),高 RDW 组的 SCr、肌红蛋白、MACE 发生率高于低 RDW 组,差异有统计学意义($P < 0.05$;表 1)。

2.3 STEMI 患者住院期间发生 MACE 的多项危险因素单因素和多因素 Logistic 分析

单因素 Logistic 回归分析显示高龄、收缩压、舒张压、血红蛋白、RDW、SCr、入院随机血糖、LVEF 是行 PCI 术 STEMI 患者发生 MACE 的危险因素,差异有统计学意义($P < 0.05$,表 2);校正年龄、性别因素,采用逐步向前法将收缩压、舒张压、血红蛋白、RDW、SCr、入院随机血糖、LVEF 进行多因素 Logistic 回归方程分析,显示高龄(OR = 1.053, 95% CI: 1.013 ~ 1.094, $P = 0.009$)、入院随机血糖高(OR = 1.145, 95% CI: 1.035 ~ 1.267, $P = 0.009$)和高水平 RDW(OR = 3.007, 95% CI: 1.275 ~ 7.093, $P = 0.012$)是急性 STEMI 患者 PCI 术后住院期间发生 MACE 的独立危险因素(表 3)。

3 讨论

越来越多的研究发现 RDW 可能与心血管疾病患者的预后密切相关,且 RDW 水平与冠状动脉疾病的严重程度呈正相关,随着 RDW 值增加,心血管疾病患者的住院率和死亡率均升高。而 STEMI 患者住院期间发生 MACE 率相对较高, RDW 作为一

个简便、可行的指标,在心力衰竭、急性心肌梗死等心血管疾病的发生发展及转归中具有重要意义,它可能是 STEMI 患者短期预后的独立预测因子^[8-10]。

表 1. 高 RDW 组与低 RDW 组 STEMI 患者的基线资料

Table 1. Baseline characteristics sorted by RDW

项目	高 RDW 组 (n=86)	低 RDW 组 (n=157)	P
年龄(岁)	60.89±11.60	58.13±13.12	0.108
男/女(例)	70/16	129/28	0.881
心率(次/分)	81.97±65.89	84.11±74.38	0.824
收缩压(mmHg)	120.24±25.33	125.28±21.25	0.101
舒张压(mmHg)	73.52±15.15	79.69±14.28	0.002
高血压病史[例(%)]	33(38.37)	66(42.04)	0.793
糖尿病病史[例(%)]	14(16.28)	34(21.66)	0.597
吸烟史[例(%)]	39(45.35)	81(51.59)	0.342
白细胞($\times 10^9/L$)	10.35±3.55	10.28±3.57	0.156
中性粒细胞($\times 10^9/L$)	8.20±3.28	8.08±3.51	0.782
淋巴细胞($\times 10^9/L$)	1.55±0.99	1.68±1.02	0.331
血红蛋白(g/L)	135.39±21.12	140.29±15.95	0.047
血小板($\times 10^9/L$)	237.10±69.63	237.91±59.78	0.925
平均血小板体积(fL)	10.21±1.13	10.14±1.45	0.694
ALT(U/L)	73.37±50.59	68.79±49.62	0.534
AST(U/L)	89.64±50.78	89.01±62.90	0.942
TC(mmol/L)	4.17±0.88	4.57±0.98	0.004
TG(mmol/L)	1.49±0.90	1.86±1.15	0.017
HDL(mmol/L)	1.06±0.21	1.04±0.25	0.547
LDL(mmol/L)	2.47±0.69	2.71±0.88	0.037
BUN(mmol/L)	6.61±6.56	6.52±5.54	0.914
SCr($\mu\text{mol/L}$)	77.99±26.74	70.92±17.85	0.016
hs-CRP(mg/L)	6.19±10.90	11.65±40.33	0.249
入院随机血糖(mmol/L)	8.15±3.30	8.33±3.79	0.730
BNP(ng/L)	150.41±331.87	123.68±213.46	0.606
cTnI($\mu\text{g/L}$)	14.10±19.10	13.19±19.22	0.729
肌红蛋白($\mu\text{g/L}$)	433.29±360.55	331.93±344.26	0.041
CK-MB(U/L)	56.20±81.93	43.45±76.96	0.296
LVEDV(mm)	47.91±4.91	48.66±4.94	0.279
LVEF(%)	58.86±9.18	59.28±8.77	0.735
病变血管支数[例(%)]			
单支血管	27(31.40)	50(31.85)	0.942
两支血管	28(32.55)	57(36.30)	0.558
多支血管	31(36.05)	50(31.85)	0.507
Gensini 评分	65.97±26.99	64.28±29.44	0.707
MACE[例(%)]	21(24.42)	19(12.10)	0.013

表 2. MACE 危险因素单因素回归分析

Table 2. Univariate analysis of factors associated with MACE

项目	OR	95% CI		P
		下限	上限	
年龄	1.060	1.028	1.094	<0.001
性别	1.160	0.494	2.725	0.734
心率	1.002	0.998	1.005	0.385
收缩压	0.962	0.943	0.982	<0.001
舒张压	0.961	0.939	0.985	0.001
高血压病史	0.996	0.510	1.946	0.991
糖尿病病史	0.905	0.408	2.009	0.807
吸烟史	1.233	0.865	1.758	0.246
白细胞	0.977	0.884	1.080	0.649
中性粒细胞	0.999	0.973	1.027	0.959
淋巴细胞	1.000	0.968	1.033	0.994
RDW	2.347	1.180	4.665	0.015
血红蛋白	0.977	0.959	0.995	0.012
血小板	0.995	0.989	1.001	0.082
平均血小板体积	1.070	0.823	1.392	0.613
ALT	0.998	0.990	1.006	0.564
AST	1.000	0.993	1.006	0.917
TC	0.709	0.463	1.087	0.115
TG	0.652	0.389	1.090	0.103
HDL	0.886	0.188	4.178	0.879
LDL	0.641	0.372	1.104	0.109
BUN	1.031	0.986	1.078	0.181
SCr	1.017	1.002	1.031	0.024
hs-CRP	1.000	0.989	1.011	0.951
入院随机血糖	1.155	1.063	1.256	0.001
BNP	1.005	1.002	1.008	0.113
cTnI	1.009	0.992	1.026	0.301
肌红蛋白	1.000	0.999	1.001	0.338
CK-MB	1.002	0.997	1.006	0.444
Gensini 评分	1.025	1.009	1.042	0.102
病变血管支数				
单支血管	1.000			
两支血管	0.809	0.345	1.900	0.627
多支血管	1.119	0.494	2.536	0.788
LVEDV	1.026	0.956	1.100	0.482
LVEF	0.926	0.888	0.965	<0.001

表 3. MACE 危险因素多因素回归分析

Table 3. Multivariate analysis of factors associated with MACE

项目	OR	95% CI		P
		下限	上限	
年龄	1.053	1.013	1.094	0.009
收缩压	0.966	0.944	0.988	0.003
RDW	3.007	1.275	7.093	0.012
入院随机血糖	1.145	1.035	1.267	0.009
LVEF	0.919	0.876	0.964	0.001

在我们的研究结果中,也显示了 RDW 可能是 STEMI 患者在住院期间 MACE 发生的独立预测因子,尽管 RDW 与 STEMI 患者住院期间发生 MACE 之间的机制尚不清楚。我们大胆猜想可能是由于 STEMI 患者 RDW 的升高与炎症、氧化应激、缺血缺氧、神经体液系统的激活等各种机制间的共同作用有关^[11-12]。研究表明,在 C 反应蛋白、纤维蛋白原水平等炎症因子的刺激下,红细胞半衰期缩短,红细胞膜特性改变,红细胞膜受损,存活率下降,诱导骨髓将未成熟的红细胞释放到外周血中,红细胞生成异常,RDW 升高。还有研究显示 RDW 水平似乎与 CD34⁺造血干祖细胞活性呈负相关,与对照组相比,心衰患者组的 RDW 水平升高,骨髓中的 CD34⁺造血干祖细胞数量显著减少,骨髓对促红细胞生成素反应性减弱,血清铁、血清铁蛋白和转铁蛋白饱和度显著降低,可溶性转铁蛋白受体水平升高,造血功能下降,而且,骨髓中的 CD34⁺造血干祖细胞数量减少程度还与心力衰竭的严重程度相关。除了炎症,氧化应激还可能是另外一种重要机制。红细胞的氧化损伤作用影响红细胞膜的稳定性,变形能力差,降低红细胞存活率^[13-15]。同时,肾上腺素能神经系统和内分泌系统的激活导致红细胞成熟过程发生障碍,无效的红细胞生成,红细胞存活率下降^[9]。为了排除贫血患者本身的影响,我们的研究排除了贫血的 STEMI 患者,可以发现,RDW 升高,STEMI 患者住院期间 MACE 发生率也升高,因此推断出,RDW 可能是 STEMI 患者住院期间发生 MACE 的独立预测因子。我们可以通过这一指标评估 STEMI 患者 PCI 术后治疗的预后,在早期积极给予抗炎、抗血小板聚集、吸氧、补充血容量等对症支持治疗,控制危险因素,防止或减少 STEMI 患者住院期间 MACE 的发生。

当然,我们的研究有一定的局限性,第一,样本量过少,本研究 ROC 曲线中,RDW 的最佳截点是 13.35%,在之前的研究成果与我们本次研究的最佳截点不同,可能是由于大都是单中心研究,而且灵敏度和特异度都不够高,需要更大规模的多中心研究来验证其预测价值及最佳截点;第二,每个研究中心实验室血常规检测仪器的校准、检测能力或许有差别,这也可能影响我们最佳截点的数值;第三,本研究是一个单中心的回顾性研究,需要在前瞻性队列研究中进一步验证 RDW 与 STEMI 患者住院期间 MACE 之间的关联及其预测价值。

[参考文献]

- [1] 王军,华琦,王丽,等. 红细胞分布宽度对置入药物洗脱支架急性 ST 段抬高心肌梗死患者晚期预后的影响[J]. 中国介入心脏病学杂志, 2015, 23(3): 156-162.
- [2] Li N, Zhou H, Tang Q. Red blood cell distribution width: a novel predictive indicator for cardiovascular and cerebrovascular diseases [J]. *Dis Markers*, 2017, 2017: 7089493.
- [3] Shao Q, Li L, Li G, et al. Prognostic value of red blood cell distribution width in heart failure patients: a meta-analysis [J]. *Int J Cardiol*, 2015, 179: 495-499.
- [4] Puymirat E, Cayla G, Cottin Y, et al. Twenty-year trends in profile, management and outcomes of patients with ST-segment elevation myocardial infarction according to use of reperfusion therapy: Data from the FAST-MI program 1995-2015 [J]. *Am Heart J*, 2019, 214: 97-106.
- [5] Catic J, Jurin I, Lucijanic M, et al. High red cell distribution width at the time of st segment elevation myocardial infarction is better at predicting diastolic than systolic left ventricular dysfunction: a single-center prospective cohort study [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2018, 97(18): e0601.
- [6] Evans TC, Jehle D. The red blood cell distribution width [J]. *J Emerg Med*, 1991, 9(Suppl 1): 71-74.
- [7] 中华医学会心血管病学分会. 急性 ST 段抬高型心肌梗死诊断和治疗指南[J]. 中华心血管病杂志, 2015, 43(5): 380-393.
- [8] Dabbah S, Hammerman H, Markiewicz W, et al. Relation between red cell distribution width and clinical outcomes after acute myocardial infarction [J]. *Am J Cardiol*, 2010, 105(3): 312-317.
- [9] Bozorgi A, Khaki S, Mortazavi SH, et al. Effect of baseline red blood cell distribution width on short- and intermediate-term mortality of patients under primary percutaneous coronary intervention: a survival analysis [J]. *Crit Pathw Cardiol*, 2016, 15(2): 69-74.
- [10] 赵映璇, 赵玉兰, 黄亚萍, 等. 急性 ST 段抬高型心肌梗死患者红细胞分布宽度与左心室收缩功能不全的关系[J]. 实用医学杂志, 2018, 34(24): 4080-4083.
- [11] Ma FL, Li S, Li XL, et al. Correlation of red cell distribution width with the severity of coronary artery disease: a large Chinese cohort study from a single center [J]. *Chin Med J (Engl)*, 2013, 126(6): 1053-1057.
- [12] Wu TT, Zheng YY, Hou XG, et al. Red blood cell distribution width as long-term prognostic markers in patients with coronary artery disease undergoing percutaneous coronary intervention [J]. *Lipids Health Dis*, 2019, 18(1): 140.
- [13] Westenbrink BD, Voors AA, de Boer RA, et al. Bone marrow dysfunction in chronic heart failure patients [J]. *Eur J Heart Fail*, 2010, 12(7): 676-684.
- [14] Föhrhéc Z, Gombos T, Borgulya G, et al. Red cell distribution width in heart failure: prediction of clinical events and relationship with markers of ineffective erythropoiesis, inflammation, renal function, and nutritional state [J]. *Am Heart J*, 2009, 158(4): 659-666.
- [15] Salvatori M, Formiga F, Moreno-González R, et al. Red blood cell distribution width as prognostic factor for mortality in elderly patients firstly hospitalized due to heart failure [J]. *Kardiologia Pol*, 2019, 77(6): 632-638.

(此文编辑 许雪梅)