

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2019.24.005
文章编号: 1005-8982 (2019) 24-0027-05

临床研究·论著

红细胞分布宽度与慢性心力衰竭的相关性研究*

贾凯剑¹, 郭任维¹, 高胜利², 李莉¹, 翟晓娟¹

(1. 山西医科大学附属汾阳医院, 山西 汾阳 032200; 2. 山西医科大学汾阳学院, 山西 汾阳 032200)

摘要:目的 探讨慢性心力衰竭(CHF)患者红细胞分布宽度(RDW)与心脏收缩功能的关系及相关机制。**方法** 选取2016年9月—2018年5月于山西医科大学附属汾阳医院心血管内科住院的慢性心力衰竭患者136例。依据RDW水平将患者分为低RDW组(<13.2%)、中RDW组(13.2%~14.5%)和高RDW组($\geq 14.5\%$)。比较各组患者无创心脏血流动力学指标,比较红细胞膜 $\text{Na}^+-\text{K}^+-\text{ATPase}$ 、 $\text{Ca}^{2+}-\text{Mg}^{2+}-\text{ATPase}$ 活性。**结果** 高RDW组血红蛋白低于低RDW组($P<0.05$),高RDW组Log NT-proBNP水平高于低RDW组($P<0.05$)。高RDW组左室射血分数(LVEF)、心输出量(CO)、心指数(CI)、收缩指数、左室每搏做功指数及每搏做功指数较中RDW组低($P<0.05$),中RDW组较中RDW组低($P<0.05$)。高RDW组红细胞膜 $\text{Na}^+-\text{K}^+-\text{ATPase}$ 和 $\text{Ca}^{2+}-\text{Mg}^{2+}-\text{ATPase}$ 活性较中RDW组低($P<0.05$),中RDW组较中RDW组低($P<0.05$)。Pearson相关分析显示,CHF患者RDW与LVEF、每搏输出量、CO、CI、最大射血速率、收缩指数、收缩功能指数、左室每搏做功指数、左室做功指数及心功能指数呈负相关($r=-0.355$ 、 -0.184 、 -0.264 、 -0.276 、 -0.244 、 -0.267 、 -0.221 、 -0.199 、 -0.298 和 -0.316 , $P<0.05$);RDW与红细胞膜 $\text{Na}^+-\text{K}^+-\text{ATPase}$ 活性、红细胞膜 $\text{Ca}^{2+}-\text{Mg}^{2+}-\text{ATPase}$ 活性均呈负相关($r=-0.822$ 和 -0.737 , 均 $P<0.05$)。**结论** CHF患者的血流动力学收缩功能参数与RDW呈负相关,红细胞膜 $\text{Na}^+-\text{K}^+-\text{ATPase}$ 、 $\text{Ca}^{2+}-\text{Mg}^{2+}-\text{ATPase}$ 活性下降可能是其原因之一。

关键词: 心力衰竭; 慢性病; 心肌收缩

中图分类号: R541.6

文献标识码: A

Correlation between red blood cell distribution width and chronic heart failure*

Kai-jian Jia¹, Ren-wei Guo¹, Sheng-li Gao², Li Li¹, Xiao-juan Zhai¹

(1. Fenyang Hospital of Shanxi Medical University, Fenyang, Shanxi 032200, China; 2. Fenyang College of Shanxi Medical University, Fenyang, Shanxi 032200, China)

Abstract: Objective To investigate the relationship between red blood cell distribution width (RDW) and cardiac systolic function in patients with chronic Heart Failure (CHF) and its mechanism. **Methods** A total of 136 patients with chronic heart failure hospitalized in the department of cardiovascular medicine of Fenyang hospital from September 2016 to May 2018 were divided into three groups: low RDW group (<13.2%, 43 cases), middle RDW group (<13.2% to 14.5%, 47 cases) and high RDW group (>14.5%, 46 cases). The non-invasive cardiac hemodynamic parameters were compared among the three groups, and the activity of $\text{Na}^+-\text{K}^+-\text{ATPase}$ and $\text{Ca}^{2+}-\text{Mg}^{2+}-\text{ATPase}$ in erythrocyte membrane were compared. **Results** Hemoglobin in high RDW group was lower than that in low RDW group ($P<0.05$), and the level of log NT proBNP in high RDW group was higher than that in low RDW group ($P<0.05$). The left ventricular ejection fraction (LVEF), cardiac output (CO), cardiac index (CI), systolic index, left ventricular work per minute and work per beat index in the high RDW group were lower than those in the middle RDW group ($P<0.05$), and those in the middle RDW group were lower than those in the low RDW group ($P<0.05$). The activity of $\text{Na}^+-\text{K}^+-\text{ATPase}$ and $\text{Ca}^{2+}-\text{Mg}^{2+}-\text{ATPase}$

收稿日期: 2019-06-29

[通信作者] 郭任维, E-mail: grw_0303@163.com; Tel: 13994808654

in the high RDW group was lower than that in the middle RDW group ($P < 0.05$), and that in the middle RDW group was lower than that in the low RDW group ($P < 0.05$). Pearson linear correlation analysis showed that RDW in CHF patients was negatively correlated with LVEF ($r = -0.3551$), SV ($r = -0.1841$), CO ($r = -0.2640$), CI ($r = -0.2763$), AMPC ($r = -0.2437$), IC ($r = -0.2669$), HI ($r = -0.2213$), SW ($r = -0.1987$), CW ($r = -0.2975$) and CWI ($r = -0.3156$) (all $P < 0.05$); RDW was negatively correlated with the activity of $\text{Na}^+\text{-K}^+\text{-ATPase}$ ($r = -0.8216$) and $\text{Ca}^{2+}\text{-Mg}^{2+}\text{-ATPase}$ ($r = -0.7366$) of erythrocyte membrane (all $P < 0.05$). **Conclusions** The hemodynamic parameters of CHF patients were negatively correlated with RDW. The decrease of $\text{Na}^+\text{-K}^+\text{-ATPase}$ and $\text{Ca}^{2+}\text{-Mg}^{2+}\text{-ATPase}$ activity in erythrocyte membrane may be one of the reasons.

Keyword: heart failure; chronic disease; myocardial contraction

红细胞分布宽度 (red blood cell distribution width, RDW) 是红细胞体积异质性参数, 用红细胞体积大小的变异系数来表示。有研究表明, RDW 与慢性心力衰竭 (chronic heart failure, CHF) 患者的心脏收缩功能有关, 可用于判断心力衰竭的程度及预后, 然而其机制并不明确^[1]。有研究证实 RDW 的改变与红细胞膜 ATP 酶活性改变有关, 而各种心血管疾病 (高血压心脏病、缺血性心脏病、风湿性心脏病心病、肺源性心脏病及扩张型心肌病等) 的红细胞膜上 ATP 酶活性均有明显下降^[2-4]。CHF 患者 RDW 与心脏收缩功能的关系是否可以用红细胞膜 ATP 酶活性改变来解释, 目前相关临床研究甚少。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2016 年 9 月—2018 年 5 月于山西医科大学附属汾阳医院心血管内科住院的 CHF 患者 136 例。患者均符合《中国心力衰竭诊断和治疗指南 2014》^[5] 中的诊断标准。依据 RDW 水平将患者分为低 RDW 组 ($<13.2\%$)、中 RDW 组 ($13.2\% \sim <14.5\%$) 和高 RDW 组 ($\geq 14.5\%$), 分别有 43、47 和 46 例。所有患者依据指南方案接受治疗^[5]。排除急性心肌梗死、严重心律失常 (如 II 和 III 度房室传导阻滞、双束支阻滞、短阵或持续性室性心动过速及心室颤动等)、严重肾功能障碍、恶性肿瘤及血液系统疾病患者。本研究经本院伦理委员会审批通过, 研究对象均签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 无创血流动力学监测 采用 CHM T3002 无创心脏血流动力学监测仪, 按照说明书步骤操作并记录无创血流动力学参数。包括每搏输出量 (stroke volume, SV)、心输出量 (cardiac output, CO)、每搏输出量指数 (stroke volume index, SVI)、心指数 (cardiac

index, CI)、左室射血分数 (left ventricle ejection fraction, LVEF)、最大射血速率、收缩指数、收缩功能指数、左室每搏做功 (stroke work, SW)、左室每分做功指数、每搏做功指数 (stroke work index, SWI) 及心功能指数 (cardiac work index, CWI)。

1.2.2 红细胞膜 $\text{Na}^+\text{-K}^+\text{-ATPase}$ 、红细胞膜 $\text{Ca}^{2+}\text{-Mg}^{2+}\text{-ATPase}$ 活性检测 患者空腹 12 h 后采血 20 ml, 按照红细胞膜 $\text{Na}^+\text{-K}^+\text{-ATPase}$ 和 $\text{Ca}^{2+}\text{-Mg}^{2+}\text{-ATPase}$ 活性试剂盒说明书步骤, 采用可见分光光度法检测。 $\text{Na}^+\text{-K}^+\text{-ATPase}$ 和 $\text{Ca}^{2+}\text{-Mg}^{2+}\text{-ATPase}$ 活性试剂盒均购自南京建成科技有限公司。

1.3 统计学方法

数据分析采用 SPSS 25.0 统计软件。计量资料以均数 $\pm$ 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 比较用方差分析, 进一步的两两比较用 LSD- t 检验; 计数资料以率 (%) 或构成比表示, 比较用 χ^2 检验; 相关性分析用 Pearson 法, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 各组临床资料比较

各组血红蛋白和 Log NT-proBNP 水平的比较, 经方差分析, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 高 RDW 组血红蛋白低于低 RDW 组, 高 RDW 组 Log NT-proBNP 水平高于低 RDW 组。见表 1。

2.2 RDW 与无创血流动力学参数的相关性分析

经 Pearson 相关分析, RDW 与 LVEF、SV、CO、CI、最大射血速率、收缩指数、收缩功能指数、左室 SW、左室每分做功及 CWI 均呈负相关 ($P < 0.05$)。见表 2。

2.3 各组无创血流动力学参数比较

各组 LVEF、CO、CI、收缩指数、左室每分做功及 CWI 水平的比较, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$);

表 1 各组临床资料比较

组别	<i>n</i>	男 / 女 / 例	年龄 / (岁, $\bar{x} \pm s$)	糖尿病 例(%)	血脂异常 例 (%)	心律失常 例 (%)	BMI/ ($\bar{x} \pm s$)	心率 / (次 /min, $\bar{x} \pm s$)
低 RDW 组	43	19/24	63.65 ± 12.93	7 (16.28)	6 (13.95)	8 (18.60)	24.34 ± 4.07	80.79 ± 20.25
中 RDW 组	47	22/25	63.26 ± 11.88	9 (19.15)	7 (14.89)	7 (14.89)	23.49 ± 5.58	86.00 ± 18.96
高 RDW 组	46	21/25	69.07 ± 14.79	9 (9.57)	8 (17.39)	10 (21.74)	23.96 ± 5.28	78.52 ± 13.78
χ^2/F 值		0.620	2.748	0.188	0.218	0.728	0.323	2.149
<i>P</i> 值		0.969	0.068	0.910	0.897	0.695	0.725	0.121

组别	<i>n</i>	收缩压 / (mmHg, $\bar{x} \pm s$)	舒张压 / (mmHg, $\bar{x} \pm s$)	红细胞 / ($\times 10^{12}/L$, $\bar{x} \pm s$)	血红蛋白 / (g/L, $\bar{x} \pm s$)	白细胞 / ($\times 10^9/L$, $\bar{x} \pm s$)	血小板 / ($\times 10^9/L$, $\bar{x} \pm s$)	LogNT-proBNP/ ($\bar{x} \pm s$)
低 RDW 组	43	130.79 ± 18.62	74.91 ± 12.43	4.40 ± 0.55	139.74 ± 16.61	7.77 ± 2.54	205.00 ± 66.28	3.31 ± 0.51
中 RDW 组	47	123.12 ± 17.29	71.47 ± 13.61	4.43 ± 0.60	138.68 ± 19.52	7.93 ± 2.76	205.11 ± 64.93	3.46 ± 0.49
高 RDW 组	46	124.96 ± 22.12	71.28 ± 14.08	4.24 ± 0.63	129.96 ± 20.56 [†]	7.21 ± 2.75	185.74 ± 69.73	3.56 ± 0.38 [†]
<i>F</i> 值		1.877	1.021	1.372	3.618	0.922	1.265	3.185
<i>P</i> 值		0.157	0.363	0.257	0.030	0.400	0.286	0.045

注: † 与低 RDW 组比较, *P* < 0.05。

高 RDW 组较中 RDW 组低, 中 RDW 组较低 RDW 组低。见表 3。

2.4 各组红细胞膜 Na⁺-K⁺-ATPase 和 Ca²⁺-Mg²⁺-ATPase 活性比较

各组红细胞膜 Na⁺-K⁺-ATPase 和 Ca²⁺-Mg²⁺-ATPase 活性比较, 差异有统计学意义 (*P* < 0.05), 中 RDW 组较低 RDW 组低, 高 RDW 组较中 RDW 组低。见表 4。

2.5 RDW 与红细胞膜 Na⁺-K⁺-ATPase 和 Ca²⁺-Mg²⁺-ATPase 活性的相关性分析

经 Pearson 相关分析, RDW 与红细胞膜 Na⁺-K⁺-ATPase 活性呈负相关 (*r* = -0.822, *P* = 0.001); RDW 与红细胞膜 Ca²⁺-Mg²⁺-ATPase 活性呈负相关 (*r* = -0.737, *P* = 0.001)。

表 2 RDW 与无创血流动力学参数的相关性分析

参数	<i>r</i> 值	<i>P</i> 值
SV	-0.184	0.032
CO	-0.264	0.002
SVI	-0.152	0.078
CI	-0.276	0.001
LVEF	-0.355	0.000
最大射血速率	-0.244	0.004
收缩指数	-0.267	0.002
收缩功能指数	-0.221	0.009
左室 SW	-0.199	0.020
左室每分做功	-0.298	0.001
SWI	-0.154	0.073
CWI	-0.316	0.001

表 3 各组无创血流动力学参数比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	<i>n</i>	SV/ml	CO/ (L/min)	SVI[ml/ (ml/m ²)]	CI[L/ (min · m ²)]	LVEF	最大射血速率 / (Ω/s)
低 RDW 组	43	52.67 ± 17.33	4.44 ± 1.46	31.90 ± 10.22	2.84 ± 0.86	0.52 ± 0.14	0.87 ± 0.36
中 RDW 组	47	50.68 ± 19.99	4.27 ± 1.56	30.69 ± 14.45	2.50 ± 1.10	0.48 ± 0.14	0.80 ± 0.50
高 RDW 组	46	47.06 ± 16.79	3.57 ± 1.14 ^{①②}	29.27 ± 11.56	2.20 ± 0.75 ^①	0.41 ± 0.15 ^{①②}	0.70 ± 0.35
<i>F</i> 值		1.103	4.908	0.512	5.264	6.995	1.975
<i>P</i> 值		0.335	0.009	0.600	0.006	0.001	0.143

续表 3

组别	<i>n</i>	收缩指数 / (l/s)	收缩功能指数 / (Ω/s ²)	左室 SW/J	左室每分做功 / (J/min)	SWI/[kg/ (J/m ²)]	CWI/[kg/ (min · m ²)]
低 RDW 组	43	0.03 ± 0.01	10.86 ± 5.32	0.65 ± 0.02	5.18 ± 1.76	0.40 ± 0.13	3.14 ± 1.02
中 RDW 组	47	0.03 ± 0.01	9.15 ± 7.55	0.60 ± 0.02	4.37 ± 1.85	0.37 ± 0.15	2.69 ± 1.23
高 RDW 组	46	0.02 ± 0.01 ^①	8.40 ± 4.57	0.57 ± 0.02	3.75 ± 1.66 ^①	0.35 ± 0.14	2.22 ± 0.98 ^{①②}
<i>F</i> 值		3.879	1.997	1.689	7.420	1.034	8.045
<i>P</i> 值		0.023	0.140	0.189	0.001	0.358	0.001

注：①与低 RDW 组比较，*P* < 0.05；②与中 RDW 组比较，*P* < 0.05。

表 4 各组红细胞膜 Na⁺-K⁺-ATPase 和 Ca²⁺-Mg²⁺-ATPase 活性比较 [μmolpi/ (10⁷RBC · h) , $\bar{x} \pm s$]

组别	<i>n</i>	Na ⁺ -K ⁺ -ATPase	Ca ²⁺ -Mg ²⁺ -ATPase
低 RDW 组	43	1.09 ± 0.19	5.72 ± 0.51
中 RDW 组	47	0.86 ± 0.24 ^①	5.36 ± 0.46 ^①
高 RDW 组	46	0.63 ± 0.17 ^{①②}	4.94 ± 0.54 ^{①②}
<i>F</i> 值		56.709	26.798
<i>P</i> 值		0.001	0.001

注：①与低 RDW 组比较，*P* < 0.05；②与中 RDW 组比较，*P* < 0.05。

3 讨论

CHF 患病率、病死率呈逐渐上升的趋势，该病的诊断、病情评估及预后预测等是目前心血管疾病研究领域的热点之一。RDW 作为全血成分计数的一个组成部分，可以反映红细胞体积的异质性^[6]，主要用于贫血的诊断和病因鉴别。近年来多项研究表明，CHF 患者的心功能与 RDW 改变有关^[7-8]；柳森等^[9]通过对 179 例 CHF 患者的研究发现，心功能Ⅲ、Ⅳ级患者的 RDW 水平较心功能Ⅰ级患者显著升高，且 RDW 在死亡组较生存组明显升高。无创心脏血流动力学监测仪可用于连续监测患者的血流动力学改变，最近已普遍用于心力衰竭的诊断和治疗^[10-12]。多项研究表明，心力衰竭患者心脏血流动力学参数与 RDW 有相关性。张倩等^[13]通过对 657 例因缺血性心脏病导致急性左心室收缩功能不全患者进行观察发现，RDW 与急性左心室收缩功能不全的严重程度相关；WASILEWSKI 等^[14]通过对 1 734 例 LVEF < 35% 的 CHF 患者研究发现，与低 RDW 组 CHF 患者相比，高 RDW 组的 LVEF 明显降低，认为 RDW 是 CHF 患者长期预后不良的危险因素。

本研究发现，RDW 与 CHF 患者的 LVEF 呈负相

关，不同 RDW 组间 LVEF 比较具有差异性，患者的 RDW 水平越高，LVEF 值越小，与之前的多个研究结果一致^[15-16]。CHF 患者 LVEF 降低，心排量降低，左心室舒张末压增高，心肌受到牵张与室壁压力就越大，心力衰竭程度越重^[17]。同时本研究还发现，随着 CHF 患者的 RDW 升高，患者最大射血速率降低、SV 减少、CO 降低、收缩指数减小、收缩功能指数减小、左室 SW 降低、左室每分做功降低及 CWI 降低。相关性分析提示，RDW 升高与 CHF 患者的 SV、CO、最大射血速率、收缩指数、收缩功能指数、左室 SW、左室每分做功及 CWI 等指标呈负相关。SV、CO 及最大射血速率是反映心脏泵功能的参数，心脏泵功能是维持血液循环的基本因素，收缩指数、收缩功能指数主要反映心脏收缩功能，左室 SW、左室每分做功及 CWI 是反映心脏做功的参数。因此表明 CHF 患者的 RDW 与心脏收缩功能参数、泵功能参数及心脏做功参数呈负相关。

RDW 改变与红细胞膜 ATP 酶活性有关。红细胞膜 Na⁺-K⁺-ATPase、Ca²⁺-Mg²⁺-ATPase 是维持细胞 Na⁺、Ca²⁺ 内环境稳定的重要机制；CHF 患者由于长期肺瘀血，导致肺泡通气 - 血流比例失衡，引起低氧血症；红细胞膜 Na⁺-K⁺-ATPase 因缺氧而活性降低，引起细胞内 Na⁺ 升高，RBC 内因含有更多的水分而肿胀成球形，引起 RDW 升高^[18]；同时，红细胞膜 Ca²⁺-Mg²⁺-ATPase 活性降低，细胞内 Ca²⁺ 升高，Ca²⁺ 附着于细胞膜表面，红细胞膜可塑性降低，引起 RDW 升高^[19]。RDW 升高后，红细胞在通过毛细血管时会发生堵塞，造成局部的血流停滞，出现毛细血管扩张、瘀血，导致身体各组织的供血、供氧降低，而对代谢活跃的器官（心、脑及肺）影响更加明显。心肌缺血、缺氧后，心脏的收缩功能下降。本研究结果表明，CHF 患者的红细胞膜 Na⁺-K⁺-ATPase、Ca²⁺-Mg²⁺-ATPase 活性

与 RDW 呈负相关, 不同 RDW 组间红细胞膜 $\text{Na}^+\text{-K}^+\text{-ATPase}$ 、 $\text{Ca}^{2+}\text{-Mg}^{2+}\text{-ATPase}$ 活性比较有差异。因此, 红细胞膜 $\text{Na}^+\text{-K}^+\text{-ATPase}$ 、 $\text{Ca}^{2+}\text{-Mg}^{2+}\text{-ATPase}$ 活性下降可能是 RDW 升高的原因之一。

RDW 是血常规的一个固有参数, 临床检测简单方便, 费用低, 可以作为临床医师对 CHF 患者血流动力学进行初步评估的一个指标。但是目前 RDW 引起血流动力学改变的机制尚无定论, 因此需要更进一步研究去证实。

参 考 文 献:

- [1] SU J L, ZHANG S G, GAO R J, et al. Red cell distribution width is a predictor of mortality in patients with chronic heart failure[J]. *International Journal of Cardiology*, 2016, 212(03): 79-81.
- [2] AUDE B, YOANN S, QIMING D, et al. Modulation of cardiac Na^+ , $\text{K}^+\text{-ATPase}$ cell surface abundance by simulated ischemia-reperfusion and ouabain preconditioning[J]. *American Journal of Physiology Heart Circulatory Physiology*, 2013, 304(1): H94-H103.
- [3] REBROVA T Y, AFANASIEV S A, POPOV S V. Age-dependent changes in Na^+ (+), K^+ (+)-ATPase activity and lipid peroxidation in membranes of erythrocytes during cardiosclerosis development in rats[J]. *Bulletin of Experimental Biology Medicine*, 2016, 161(2): 235-236.
- [4] 王永发. 四逆汤和消心痛单用或联用治疗冠心病心绞痛的比较研究[J]. *心血管病防治知识*, 2017, 44(5): 48-50.
- [5] 中华医学会心血管病学分会, 中华心血管病杂志编辑委员会. 中国心力衰竭诊断和治疗指南 2014[J]. *中华心血管病杂志*, 2014, 42(2): 98-122.
- [6] LIPPI G, TURCATO G, CERVELLIN G, et al. Red blood cell distribution width in heart failure: a narrative review[J]. *World Journal of Cardiology*, 2018, 10(2): 6-14.
- [7] IBRAHIM N E, GAGGIN H K, RABIDEAU D J, et al. Worsening renal function during management for chronic heart failure with reduced ejection fraction: results from the Pro-BNP outpatient tailored chronic heart failure therapy (PROTECT) study[J]. *Journal of Cardiac Failure*, 2017, 23(2): 121-130.
- [8] IMAI R, UEMURA Y, OKUMURA T, et al. Impact of red blood cell distribution width on non-cardiac mortality in patients with acute decompensated heart failure with preserved ejection fraction[J]. *Journal of Cardiology*, 2017, 70(5/6): 591-597.
- [9] 柳森, 于永芬, 王平, 等. 红细胞分布宽度对慢性心力衰竭程度和死亡的预测价值[J]. *中国医师杂志*, 2016, 18(6): 845-853.
- [10] NGUYEN L S, SQUARA P. Non-invasive monitoring of cardiac output in critical care medicine[J]. *Frontiers in Medicine*, 2017, 20(04): 200-203.
- [11] 孟美娟, 叶红, 蔡婷, 等. 无创血流动力学监测临床应用的研究进展[J]. *现代生物医学进展*, 2016, 16(14): 2789-2792.
- [12] 齐海军, 王丽, 王祥. 血流动力学监测在心力衰竭中的临床应用进展[J]. *中国老年学杂志*, 2016, 36(3): 748-750.
- [13] 张倩, 师树田, 孙晓东, 等. 红细胞分布宽度变化与缺血性心脏病导致急性左心室收缩功能不全的相关性研究[J]. *心肺血管病杂志*, 2018, 37(06): 502-505.
- [14] WASILEWSKI J, PYKA Ł, HAWRANEK M, et al. Prognostic value of red blood cell distribution width in patients with left ventricular systolic dysfunction: insights from the COMMIT-HF registry[J]. *Cardiology Journal*, 2017, 25(3): 377-385.
- [15] 易鑫, 华琦. 不同左室射血分数老年慢性心力衰竭患者的临床特点[J]. *中国心血管病研究*, 2017, 15(7): 630-634.
- [16] SOTIROPOULOS K, YERLY P, MONNEY P, et al. Red cell distribution width and mortality in acute heart failure patients with preserved and reduced ejection fraction[J]. *Esc Heart Failure*, 2016, 3(3): 198-204.
- [17] LUPÓN J. Left ventricular ejection fraction in heart failure: a clinician's perspective about a dynamic and imperfect parameter, though still convenient and a cornerstone for patient classification and management[J]. *European Journal of Heart Failure*, 2017, 20(3): 433-435.
- [18] 郇雷, 刘红岩, 元华新, 等. 急诊 PCI 术后无复流 STEMI 患者红细胞渗透脆性的变化[J]. *中国循证心血管医学杂志*, 2016, 8(6): 712-714.
- [19] RABINI R A, PETRUZZI E, STAFFOLANI R, et al. Diabetes mellitus and subjects' ageing: a study on the ATP content and ATP-related enzyme activities in human erythrocytes[J]. *European Journal of Clinical Investigation*, 2015, 27(4): 327-332.

(李科 编辑)