

评估 RDW 预测 COPD 合并肺动脉高压发生的价值

白艳玲 朱海燕 孙启玉 顾国忠 张灵宇 李 颖 杨宝峰

摘要 **目的** 分析慢性阻塞性肺病(COPD)并发肺动脉高压与红细胞体积变异(RDW)的相关性。**方法** 以2008年1月~2014年1月笔者医院收治的103例COPD患者为观察对象,36例并发肺动脉高压患者为观察组,67例单纯COPD患者为对照组。检测两组患者的RDW值、脑钠肽(BNP)、尿酸、肺动脉收缩压(PASP)、肺功能指标和血气指标。分析两组受试者的相关指标,分析受试者的RDW值与肺功能指标、血气指标、BNP、尿酸的相关性;绘制ROC曲线评估RDW、BNP、尿酸预测COPD合并肺动脉高压发生的价值。**结果** 与对照组比较,观察组的RDW、动脉血二氧化碳分压(PaCO_2)、PASP、BNP、尿酸水平明显升高,而动脉血氧分压(PaO_2)、第1秒用力呼气容积(FEV_1)、及 FEV_1 所占用力肺活量百分比(FEV_1/FVC)显著降低,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。受试者的RDW与 PaCO_2 、PASP、BNP、尿酸呈正相关,与 PaO_2 、 FEV_1 、 FEV_1/FVC 呈负相关($r = 0.612, 0.659, 0.685, 0.576, -0.433, -0.630, -0.705$, P 均 < 0.05)。RDW预测COPD肺动脉高压患病的ROC曲线下面积分别为 $\text{AUC} = 0.724, 0.799, 0.796$, P 均 $= 0.000$ 。**结论** RDW能有效的反映COPD肺动脉高压患者的病情变化,且对COPD肺动脉高压的发生有一定的预测价值。

关键词 肺动脉高压 红细胞体积变异 慢性阻塞性肺病

中图分类号 R543.2

文献标识码 A

DOI 10.11969/j.issn.1673-548X.2018.08.018

Evaluate the Predictive Value of RDW in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease Complicated with Pulmonary Hypertension.

Bai Yanling, Zhu Haiyan, Sun Qiyu, et al. Respiratory Medicine Department, Training Hospital Daqing Oil Field General Hospital, Affiliated to Qiqihar Medical School, Heilongjiang 163001, China

Abstract **Objective** To analyze the correlation between chronic obstructive pulmonary disease complicated with pulmonary hypertension and red blood cell distribution width (RDW). **Methods** One hundred and three patients with COPD in our hospital from January 2008 to January 2014 were involved as observation objects. Thirty-six patients with chronic obstructive pulmonary disease complicated with pulmonary hypertension were involved as the observation group. Sixty-seven patients with simple chronic obstructive pulmonary disease were involved as the control group. The RDW value, brain natriuretic peptide (BNP), uric acid, pulmonary artery systolic pressure (PASP), pulmonary function index and blood gas index of two groups were detected. The related indexes of two groups were analyzed. The correlation between RDW and pulmonary function index, blood gas index, BNP and uric acid was analyzed. The ROC curve was used to evaluate the predictive value of RDW and BNP and uric acid in patients with chronic obstructive pulmonary disease complicated with pulmonary hypertension. **Results** Compared with the control group, the RDW, arterial partial pressure of carbon dioxide (PaCO_2), PASP, BNP and uric acid value of observation group were significantly increased, while the arterial partial pressure of oxygen (PaO_2), forced expiratory volume in the first second (FEV_1) and the FEV_1 percentage of forced vital capacity (FEV_1/FVC) of observation group were decreased, the differences were statistically significant ($P < 0.05$). RDW was positively correlated with PaCO_2 , PASP, BNP and uric acid value, and negatively correlated with PaO_2 , FEV_1 and FEV_1/FVC ($r = 0.612, 0.659, 0.685, 0.576, -0.433, -0.630, -0.705$, all $P < 0.05$). The area under the ROC curve and P value of RDW and BNP and uric acid predict of chronic obstructive pulmonary disease complicated with pulmonary hypertension were $\text{AUC} = 0.724, 0.799, 0.796$, all $P = 0.000$. **Conclusion** RDW can effectively reflect the changes of patients with COPD complicated with pulmonary hypertension, and it has some predictive value for COPD complicated with pulmonary hypertension.

Key words Pulmonary hypertension; Red blood cell distribution width; Chronic obstructive pulmonary disease

基金项目:黑龙江省自然科学基金资助项目(面上项目)(H2013114)

作者单位:163001 齐齐哈尔医学院附属教学大庆油田总医院呼吸内科(白艳玲、孙启玉、顾国忠、张灵宇、李颖);201203 上海复旦大学药学院(朱海燕);163000 齐齐哈尔医学院附属教学医院大庆油田总医院临床药学部(杨宝峰)

通讯作者:杨宝峰,电子信箱:yangbaofeng011@sina.com

COPD 晚期合并肺动脉高压是导致患者死亡的主要原因,早期检测肺动脉压改变对预测病情和预后具有重要的价值^[1]。目前临床检测肺动脉压的方法主要有超声和肺动脉导管直接测量^[2,3]。但现有的检测方法具有操作复杂、有创伤、技术要求高等不足之处。因此,寻找一种高效、便捷、创伤小的检测方法对临床诊断和预测肺动脉高压具有重要的意义。相关文献报道,通过检测患者血浆某些因子表达量的变化可在一定程度上预测肺动脉高压,如血浆脑钠肽(BNP)、尿酸、红细胞体积变异(RDW)的变化均与肺动脉高压的发生发展密切相关,其中血浆 BNP、尿酸水平的变化均能在一定程度上预测 COPD 肺动脉高压的发生和发展^[7,8]。但 RDW 能否有效的评价 COPD 患者肺动脉压的变化仍需大量的临床实验证实。所以本研究通过对 COPD 合并肺动脉高压者和单纯 COPD 患者的 RDW 值、肺动脉压值及肺功能指标等进行检测和分析,来探索 RDW 与 COPD 合并肺动脉高压的相关性,探究 RDW 在判断患者病情及预测 COPD 肺动脉高压发生中的价值,为寻找高效、便捷的 COPD 肺动脉高压诊断方法,提供理论依据。

对象与方法

1. 研究对象:选取自 2008 年 1 月~2014 年 1 月笔者医院收治的 COPD 患者为观察对象,共 103 例,其中,男性 61 例,女性 42 例,患者年龄 54~81 岁,平均年龄 68.50 ± 10.33 岁。按照患者是否并发肺动脉高压,将患者分为并发肺动脉高压患者的观察组和无肺动脉高压的对照组。观察组共 36 例,其中男性 21 例,女性 15 例,患者年龄 55~80 岁,平均年龄 68.75 ± 11.22 岁;对照组 67 例。男性 40 例,女性 27 例,年龄 54~81 岁,平均年龄 68.29 ± 10.01 岁。(1)纳入标准:①有咳嗽、咳痰、呼吸困难、喘息等 COPD 临床表现者;②根据《COPD 诊治指南(2013 年修订版)》诊断标准确诊为 COPD 者。(2)排除标准:①有严重高血压、冠心病及肺慢性间质性病变者;②血栓栓塞性、心源性或其他非肺源性的肺动脉高压患者;③有严重心脏、肝脏、肾脏功能不全或脑疝、昏迷、严重感染者;④伴有免疫系统疾病或活动性出血等疾病者。所有观察对象本人或其家属签署知情同意书,本实验符合医院伦理委员会要求并通过审批。

2. 方法:(1)分组依据:根据国际肺动脉高压诊断标准^[9],利用超声心动图测量患者的肺动脉收缩压(PASP), $PASP > 35\text{mmHg}$ ($1\text{mmHg} = 0.133\text{kPa}$)者

诊断为肺动脉高压患者,为本实验观察组观察对象。其余患者为对照组。(2)检测受试者的血气指标和肺功能:所有患者于入院当天抽取 0.5ml 的桡动脉血,利用血气分析仪(丹麦雷度公司)检测患者的 PaO_2 、 PaCO_2 。采用肺功能测试仪测试所有患者的肺功能指标检测。在测试前停用支气管扩张药物 24h,嘱患者最大限度吸气后嘴对准呼吸过滤器口再以最大速度呼出,记录 FEV_1 及 FEV_1/FVC 。(3)RDW、BNP、尿酸的水平:于入院次日留取空腹静脉血,4h 内测定 RDW、BNP、尿酸的水平,其中 RDW 采用常规细胞分析仪进行测定,酶联免疫吸附法测量患者血液中 BNP 的水平,尿酸含量用尿酸酶-过氧化物酶法进行测定。(4)检查受试者肺动脉压:心脏彩超对患者肺动脉压进行测定,嘱患者平卧及左侧卧,评估患者右心房压,于患者心尖四腔心切面上测定三尖瓣的反流频谱,计算三尖瓣最大反流流速,肺动脉收缩压 = 右心房压 + $4 \times$ 三尖瓣最大反流流速。

3. 统计学方法:采用 SPSS 19.0 统计学软件对实验数据进行统计分析,血气及肺功能指标等计量资料用均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)来表示,观察组和对照组间计量资料的均数比较采用 t 检验,计数资料间比较用 χ^2 检验。Pearson 相关分析法对受试者 RDW 值与 BNP、尿酸及肺动脉压等的相关性进行分析。建立 ROC 曲线,评估 RDW、BNP、尿酸在预测 COPD 合并肺动脉高压发生方面的价值,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 两组的一般资料、RDW 值及各临床指标比较:对数据进行分析,发现两组患者的性别组成和年龄间差异无统计学意义(P 均 > 0.05)。与对照组比较,观察组的 RDW、 PaCO_2 、PASP 明显升高,而 PaO_2 、 FEV_1 、 FEV_1/FVC 显著降低,差异均有统计学意义($P < 0.05$,表 1)。对受试者的 RDW 值与 PaO_2 、 PaCO_2 、 FEV_1 、 FEV_1/FVC 及 PASP 的相关性进行分析,结果提示 RDW 与 PaCO_2 、PASP 呈正相关,与 PaO_2 、 FEV_1 、 FEV_1/FVC 呈负相关(P 均 < 0.05 ,表 2)。

2. RDW、BNP 及尿酸水平预测患者预后的价值分析:检测受试者血浆 BNP 及尿酸含量,结果见表 3。对两组患者血浆 BNP 及尿酸水平进行比较分析,结果显示观察组的血浆 BNP、尿酸含量均明显高于对照组,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。分析 RDW 与 BNP、尿酸的相关性,发现 RDW 与 BNP、尿酸均呈正

表 1 观察组与对照组一般资料、RDW 值及各临床指标比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	<i>n</i>	性别 (男性/女性)	年龄 (岁)	RDW (%)	PaO ₂ (mmHg)	PaCO ₂ (mmHg)	FEV ₁ (%)	FEV ₁ /FVC (%)	PASP (mmHg)
观察组	36	21/15	68.75 ± 11.22	14.26 ± 1.61	52.33 ± 7.23	59.45 ± 8.62	1.27 ± 0.28	36.52 ± 10.25	44.13 ± 8.18
对照组	67	40/27	68.29 ± 10.01	12.64 ± 1.74	67.74 ± 8.53	52.70 ± 7.93	2.04 ± 0.29	52.09 ± 10.65	27.43 ± 7.72
<i>t/χ²</i>		0.006	0.213	4.622	-9.203	3.995	-13.002	-7.167	10.252
<i>P</i>		0.940	0.832	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

表 2 分析患者 RDW 与各临床指标的相关性 ($\bar{x} \pm s$)

相关性指标	PaO ₂	PaCO ₂	FEV ₁	FEV ₁ /FVC	PASP
<i>r</i>	-0.433	0.612	-0.630	-0.705	0.659
<i>P</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

表 3 比较两组的 BNP 和尿酸水平 ($\bar{x} \pm s$)

组别	<i>n</i>	BNP (pg/ml)	尿酸 (μmol/L)
观察组	36	443.93 ± 144.99	395.18 ± 147.32
对照组	67	287.87 ± 89.55	243.98 ± 78.17
<i>t</i>		6.770	6.819
<i>P</i>		0.000	0.000

相关($r=0.685、0.576, P=0.000、0.000$,图 1)。设定观察组的 COPD 合并肺动脉高压患者为患病 = 1,对照组的单纯 COPD 患者为未患病 = 0,绘制 RDW、BNP 及尿酸预测 COPD 并发肺动脉高压的 ROC 曲线,详见图 2,经分析可知 RDW 判断 COPD 肺动脉高压患病的 ROC 曲线下面积 AUC = 0.724, $P=0.000$, 95% CI: 0.626 ~ 0.822, BNP 的 ROC 曲线下面积 AUC = 0.799, $P=0.000$, 95% CI: 0.709 ~ 0.888, 尿酸的 ROC 曲线下面积 AUC = 0.796, $P=0.000$, 95% CI: 0.699 ~ 0.893。

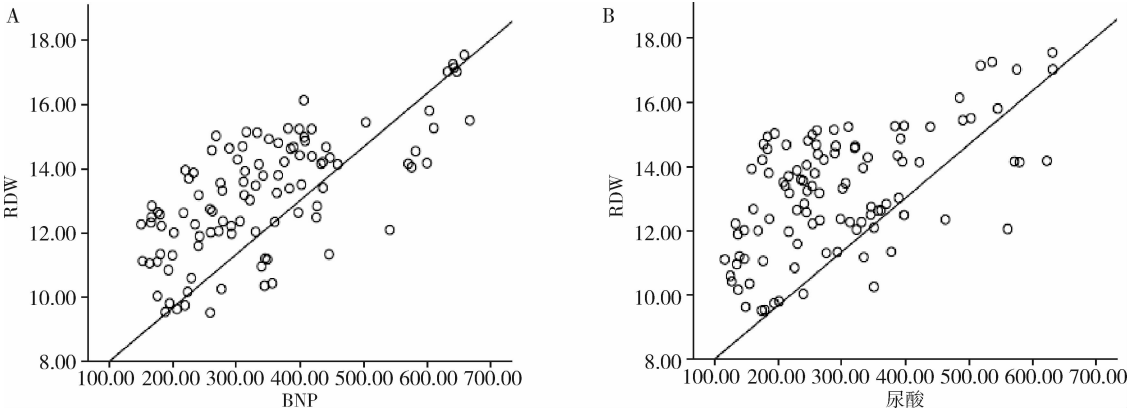


图 1 RDW 与 BNP、尿酸的相关性
A. BNP; B. 尿酸

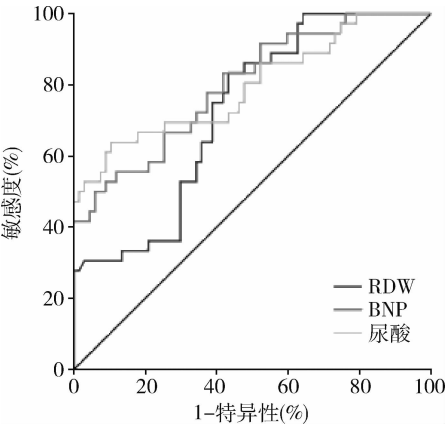


图 2 RDW、BNP 及尿酸预测 COPD 肺动脉高压的 ROC 曲线

讨 论

随着病程进展 COPD 患者肺动脉压逐渐升高,相关研究证实,肺动脉高压是 COPD 疾病的独立危险因素^[1]。肺动脉高压的发病机制包括低氧所致的肺血管收缩、血管内皮细胞功能改变、炎症反应、肺部血管重塑及肺部损伤等^[9]。因此肺动脉高压患者常伴有血脑钠肽(BNP)、尿酸、内皮素及炎症因子水平的变化^[10]。有文献报道,血 BNP、尿酸、内皮素及炎症因子等的改变与肺动脉高压的发生、发展密切相关,具有判断患者病情及预后的价值^[11,12]。红细胞体积变异(RDW)是血常规检查的项目之一,且研究表明 RDW 与特发性、血栓栓塞性等类型肺动脉高压的发

生、发展密切相关,是肺动脉高压的独立危险因素之一^[6,13]。亦有研究得出 RDW 与 COPD 肺动脉高压的预后密切相关,但目前关于 RDW 与 COPD 并发肺动脉高压的研究较少,RDW 与 COPD 肺动脉高压的关系仍需大量的临床实验证实。本研究以 36 例 COPD 合并肺动脉高压患者和 67 例单纯 COPD 患者为观察对象,分析受试者 RDW 与多种临床指标的关系,来推测 RDW 在判断患者病情及预测 COPD 肺动脉高压发生中的价值。

COPD 合并肺动脉高压者的肺通气功能严重受损,患者的 FEV₁ 及 FEV₁/FVC 明显下降,长时间的通气受损造成 PaO₂ 降低而 PaCO₂ 升高。本研究的结果显示,观察组的 PaCO₂、PASP 明显高于对照组,而 PaO₂、FEV₁ 及 FEV₁/FVC 低于对照组,差异均有统计学意义。该结果显示,与单纯 COPD 患者比较,观察组的 COPD 肺动脉高压患者的肺功能明显下降,患者的病情明显加重,与马佳等的研究结果相识。RDW 主要是反应外周血中红细胞的体积情况,RDW 的改变受多种因素的影响,如机体铁代谢、肾功能、氧化应激、炎症反应、激素水平等^[13-15]。COPD 患者由于呼吸系统的反复感染机体长期处于炎症、低血氧、应激状态,导致肺组织受损,部分肺毛细血管损伤,肺血流阻力增大,最终导致肺动脉压力升高。同时炎症因子可影响到血细胞的生成和成熟过程导致 RDW 升高,此外 COPD 患者血中炎症因子及肾素、血管紧张素等物质的分泌量明显增加,降低了肾脏的血流量影响到促红细胞生成素的分泌,同样导致 RDW 值升高^[16,17]。所以 COPD 患者会伴有 RDW 的异常升高。特发性及血栓栓塞性肺动脉高压患者长期处于低氧及炎症的状态也会伴有 RDW 升高的改变。可见,RDW 与肺动脉高压症的发生、发展密切相关。在本研究中观察组的 RDW 明显高于对照组,且 RDW 与 PaCO₂、PASP 呈正相关,与 PaO₂、FEV₁ 及 FEV₁/FVC 呈负相关。可见,COPD 肺动脉高压患者的 RDW 值高于单纯 COPD 患者,且 RDW 与患者的肺功能有相关性,患者的肺功能越差 RDW 值越高,提示 RDW 值能反应 COPD 肺动脉高压患者病情的严重程度。该结果与董蕙等^[18]得出的 RDW 升高提示肺动脉高压患者病情较差的结果相似。

董蕙等^[18]研究发现,COPD 肺动脉高压患者、栓塞后肺动脉高压患者及房间隔缺损肺动脉高压患者的血 BNP 水平均明显升高,且 BNP 的升高与肺动脉压呈正相关。魏龙等^[8]研究提出,血尿酸水平的升

高与 COPD 性、心力衰竭性肺动脉高压密切相关。本研究对数据进行分析得出,观察组的 BNP、尿酸水平明显高于对照组,提示 COPD 肺动脉高压患者血 BNP、尿酸水平高于单纯 COPD 患者,与前述研究结果相似。本研究结果还包括 RDW 与 BNP、尿酸呈正相关,RDW、BNP、尿酸预测 COPD 肺动脉高压患病的 ROC 曲线下面积分别为 AUC = 0.724、0.799、0.796, P 均 = 0.000。可见 RDW、BNP、尿酸预测 COPD 肺动脉高压患病的检验效能接近,提示 RDW 与 BNP、尿酸在预测 COPD 肺动脉高压中的价值相似。因此,推测血 RDW 值的变化可在一定程度上预测 COPD 合并肺动脉高压的发生。

本研究样本量较少,且只是观察了 RDW 与 COPD 合并肺动脉高压患者的相关性,患者血 RDW 改变的分子机制尚未明确,只能初步推测血 RDW 与 COPD 合并肺动脉高压的关系,若要明确 RDW 与 COPD 合并肺动脉高压的关系及其预测价值,一方面需多中心大样本的临床研究证明,另一方面还需要分子生物学实验来探究 RDW 变化的分子机制。阐明 RDW 变化的分子机制加之临床研究验证,可更准确的阐明 RDW 与 COPD 合并肺动脉高压的关系,将 RDW 开发为诊断和预测 COPD 肺动脉高压的检测指标。

综上所述,本研究结果显示,RDW 与 COPD 肺动脉高压患者的病情变化和肺动脉高压的发生密切相关,RDW 值的改变能有效的反映患者的病情变化,且 RDW 对 COPD 肺动脉高压的发生有一定的预测价值。为进一步研究 RDW 与 COPD 肺动脉高压的关系,开发其在判断和诊断 COPD 肺动脉高压中的价值提供了理论依据。

参考文献

- 1 Solidoro P, Patrucco F, Bonato R, *et al.* Pulmonary hypertension in chronic obstructive pulmonary disease and pulmonary fibrosis: prevalence and hemodynamic differences in lung transplant recipients at transplant center's referral time [J]. *Transplant Proc*, 2015, 47(7): 2161-2165
- 2 Lopez-candales A, Dohi K, Rajagopalan N, *et al.* Defining normal variables of right ventricular size and function in pulmonary hypertension: an echocardiographic study [J]. *Postgraduate Med J*, 2008, 84(987): 40-45
- 3 Hou Y, Sun D, Yuan L, *et al.* Clinical application of superior vena cava spectra in evaluation of pulmonary hypertension: a comparative echocardiography and catheterization study [J]. *Ultrasound Med Biol*, 2016, 42(1): 110-117

(下转第 87 页)

- Proteomics, 2012, 11(2):694
- 9 Legg K. Metabolomics: gaining insight into pain [J]. Nat Rev Drug Discov, 2012, 11(3): 188-189
 - 10 Bentley-lewis R, Huynh J, Xing G, et al. Metabolomic profiling in the prediction of gestational diabetes mellitus [J]. Diabetologia, 2015, 58(6):1329-1332
 - 11 Patti GJ, Yanes O, Shriver LP, et al. Metabolomics implicates altered sphingolipids in chronic pain of neuropathic origin[J]. Nat Chem Biol, 2012, 8(3): 232-234
 - 12 Scarlet F, Brockmüller. Integration of metabolomics and expression of glycerol-3-phosphate acyltransferase (GPAM) in breast cancer-link to patient survival, hormone receptor stat [J]. J Proteome Res, 2012, 11(2): 850-860
 - 13 Fang J W, Wang W Y, Sun S J, et al. A urine metabonomics study of

chronic renal failure and intervention effects of total aglycone extracts of *Scutellaria baicalensis* in 5/6 nephrectomy rats [J]. RSC Adv, 2015, 92: 75612-75621

- 14 张婕,王琦,杨建军,等. 高脂高糖饮食诱导妊娠糖尿病小鼠模型的建立[J]. 宁夏医科大学学报,2013,35(7):756-762
- 15 陈娇,周佳,韦双双,等. 基于气相色谱-质谱联用技术的痛风病人血清代谢特征分析[J]. 分析测试学报,2016,35(2):137-142
- 16 Vincent AM, Russell J W, Low P, et al. Oxidative stress in the pathogenesis of diabetic neuropathy[J]. Endocr Rev, 2004, 25(4): 612-628
- 17 和红兵,石先哲,陈静. 气相色谱-质谱和液相色谱-质谱联用方法用于口腔癌代谢组学分析[J]. 色谱,2012,30(3):245-251
(收稿日期:2017-10-25)
(修回日期:2017-11-06)

(上接第 81 页)

- 4 Partridge E, Hanna B, Rintoul N, et al. Brain-type natriuretic peptide levels correlate with pulmonary hypertension and requirement for extracorporeal membrane oxygenation in congenital diaphragmatic hernia [J]. J Pediatr Surg, 2015, 50(2): 263-266
- 5 Dhaun N, Vachieri J, Benza R, et al. Endothelin antagonism and uric acid levels in pulmonary arterial hypertension: clinical associations [J]. J Heart Lung Transplant, 2014, 33(5): 521-527
- 6 Xi Q, Liu Z, Zhao Z, et al. Red blood cell distribution width predicts responsiveness of acute pulmonary vasodilator testing in patients with idiopathic pulmonary arterial hypertension [J]. Clin Chim Acta, 2015, 446(2):72-76
- 7 陈比特,陈志斌,陈成,等. 血浆脑钠肽水平对老年慢性阻塞性肺疾病患者肺动脉高压及预后的评估价值[J]. 中国临床保健杂志, 2015, 18(5): 472-475
- 8 魏龙,李峰,秦勇,等. 慢性阻塞性肺疾病并发肺动脉高压与尿酸水平的相关性研究[J]. 中国现代医学杂志, 2014, 24(26): 90-93
- 9 Galie N, Humbert M, Vachieri JL, et al. 2015 ESC/ERS Guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension The Joint Task Force for the Diagnosis and Treatment of Pulmonary Hypertension of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Respiratory Society (ERS): Endorsed by: Association for European Paediatric and Congenital Cardiology (AEPC), International Society for Heart and Lung Transplantation (ISHLT)[J]. Euro Heart J, 2016, 37(1): 67-119
- 10 Jasiewicz M, Knapp M, Waszkiewicz E, et al. Enhanced IL-6 trans-signaling in pulmonary arterial hypertension and its potential role in disease-related systemic damage[J]. Cytokine, 2015, 76(2): 187-192
- 11 Zhang C, Ma L, Wang L. Relationship between serum uric acid levels

and ventricular function in patients with idiopathic pulmonary hypertension [J]. Exp Clin Cardiol, 2013, 18(1): e37-39

- 12 Racke K, Fuhrmann M, Juergens U R, et al. Over expression of endothelin-1 (ET-1) in lung fibroblasts (LFb) from patients with pulmonary arterial hypertension (PAH), evidence for loss of inhibitory control[J]. European Respiratory Journal,2016,48(Suppl 60): PA1820
- 13 Xi Q, Wang Y, Liu Z, et al. Red cell distribution width predicts chronic thromboembolic pulmonary hypertension in patients with acute pulmonary embolism in a long-term follow-up [J]. Clin Chem Lab Med, 2014, 52(9): e191-195
- 14 Kurtul BE, Kabatas EU, Boybeyi SD, et al. Increased red cell distribution width levels in children with seasonal allergic conjunctivitis [J]. Int Ophthalmol, 2017;5(18):1-6
- 15 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
- 16 Seyhan EC, Özgül MA, Tutar N, et al. Red blood cell distribution and survival in patients with chronic obstructive pulmonary disease [J]. J Chronic Obstruct Pulmonary Dis, 2013, 10(4): 416-424
- 17 Sincer I, Zorlu A, Yilmaz M B, et al. Relationship between red cell distribution width and right ventricular dysfunction in patients with chronic obstructive pulmonary disease [J]. Heart Lung, 2012, 41(3): 238-243
- 18 董蕙,刘华,王小军,等. 红细胞分布宽度、脑钠肽与慢性阻塞性肺疾病并肺动脉高压的相关性研究[J]. 实用老年医学, 2016, 13(5): 436-437

(收稿日期:2017-05-07)

(修回日期:2017-06-27)