

# 外周红细胞体积分布宽度与原发性闭角型青光眼的关联性研究

李樱珠<sup>1</sup>, 李圣杰<sup>1,3</sup>, 邵明希<sup>1</sup>, 曹文俊<sup>1,3</sup>, 孙兴怀<sup>2,3</sup>

引用:李樱珠,李圣杰,邵明希,等. 外周红细胞体积分布宽度与原发性闭角型青光眼的相关性研究. 国际眼科杂志 2021; 21(8):1435-1439

基金项目:国家自然科学基金重大项目(No.81790641);上海市青年科技英才扬帆计划项目(No.18YF1403500);上海市卫生和计划生育委员会课题(No.201840050);上海市科学技术委员会课题(No.19411964600)

作者单位:(200031)中国上海市,复旦大学附属眼耳鼻喉科医院<sup>1</sup>检验科;<sup>2</sup>眼科;<sup>3</sup>(200032)中国上海市,复旦大学脑科学研究院 医学神经生物学国家重点实验室 中国医学科学院近视眼重点实验室

作者简介:李樱珠,本科,临床检验技师,研究方向:青光眼。

通讯作者:曹文俊,博士,硕士研究生导师,主任技师,研究方向:人类眼耳鼻喉特殊感受器疾病的检验诊断和研究. wqkjkj@aliyun.com

收稿日期:2021-01-19 修回日期:2021-07-09

## 摘要

**目的:**检测原发性闭角型青光眼(PACG)患者外周红细胞体积分布宽度(RDW)变化水平。

**方法:**采用回顾性病例对照研究。收集2019-02/2020-10在本院确诊的PACG住院患者306例和体检正常者126名。根据平均视野缺损(MD)大小,将PACG患者分为轻度组(MD≤6dB)、中度组(6<MD≤12dB)和重度组(MD>12dB)。收集纳入研究对象的眼科检查数据和人口学资料。采用全血细胞分析仪和全自动生化分析仪对外周血(RDW)、红细胞计数(RBC)、平均红细胞体积(MCV)、血红蛋白含量(HG)、白细胞计数(WBC)、谷丙转氨酶(ALT)和血清肌酐(Cr)等指标进行检测分析。

**结果:**PACG组与对照组间年龄、性别、体质量指数、高血压和糖尿病疾病史无差异( $P>0.05$ )。PACG组RDW水平(12.64%±0.96%)高于对照组(12.45%±0.49%)( $t=2.132, P=0.034$ )。轻度PACG组RDW水平显著低于中度PACG组和重度PACG组( $P<0.05$ )。Pearson相关分析显示,PACG组RDW水平与IOP( $r=0.148, P=0.002$ )、MD( $r=0.141, P=0.013$ )呈正相关、与MS( $r=-0.154, P=0.007$ )呈负相关。多因素线性回归分析显示RDW对MD具有正向影响( $\beta=1.405, P=0.018, 95\% CI:0.240\sim 2.570$ )。

**结论:**PACG患者RDW水平高于正常,且RDW水平可以评估PACG疾病进展情况。

**关键词:**原发性闭角型青光眼;红细胞;红细胞体积分布宽度;视野缺损;相关性

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2021.8.24

## Association between the red blood cell distribution width with primary angle - closure glaucoma

Ying - Zhu Li<sup>1</sup>, Sheng - Jie Li<sup>1,3</sup>, Ming - Xi Shao<sup>1</sup>, Wen - Jun Cao<sup>1,3</sup>, Xing - Huai Sun<sup>2,3</sup>

**Foundation items:** National Natural Science Foundation of China (No.81790641); Shanghai Sailing Program (No.18YF1403500); Research Found Project of Shanghai Municipal Commission of Health and Family Planning (No.201840050); Research Found Project of Shanghai Science and Technology Committee (No.19411964600)

<sup>1</sup>Department of Clinical Laboratory; <sup>2</sup>Department of Ophthalmology, Eye & ENT Hospital of Fudan University, Shanghai 200031, China; <sup>3</sup>Institutes of Brain Science, Fudan University; State Key Laboratory of Medical Neurobiology, Fudan University; Key Laboratory of Myopia, Shanghai 200032, China

**Correspondence to:** Wen - Jun Cao. Department of Clinical Laboratory, Eye & ENT Hospital of Fudan University, Shanghai 200031, China; Institutes of Brain Science, Fudan University; State Key Laboratory of Medical Neurobiology, Fudan University; Key Laboratory of Myopia, Shanghai 200032, China. wqkjkj@aliyun.com

Received:2021-01-19 Accepted:2021-07-09

## Abstract

• **AIM:** To study the changes of the red blood cell volume distribution width (RDW) level and the correlation between them in patients with primary angle - closure glaucoma (PACG).

• **METHODS:** Retrospective case - control study was conducted. A total of 306 PACG patients in Eye & ENT Hospital of Fudan University from February 2019 to October 2020 were selected as the case group and 126 healthy patients who received physical examination at the hospital during the same period were selected as the control group. The PACG patients were divided into three subgroups according to the mean defect of visual field (MD): mild (MD≤6dB), moderate (6<MD≤12dB), and severe (MD > 12dB). The detailed eye and physical examinations information of the two groups were collected from the medical data platform of Eye & ENT Hospital of Fudan University. The blood sample parameters were detected by automated hematology and biochemistry analyzers. Independent sample *t*-test, Chi-square test, one - way ANOVA test, Pearson correlation analyses and multiple linear regression analyses were performed in this research.

• **RESULTS:** There was no significant difference between the PACG group and the control group in age, gender, body mass index and blood pressure ( $P>0.05$ ). Based on the laboratory results, the mean RDW level was significantly higher ( $t=2.132, P=0.034$ ) in the PACG group ( $12.64\%\pm 0.96\%$ ) than that in the control group ( $12.45\%\pm 0.49\%$ ). Moreover, the mean RDW level and the mean hemoglobin (HG) level was significantly lower ( $P<0.05$ ) in the mild PACG subgroup than that in the moderate and severe PACG subgroups. The Pearson correlation analyses showed a positive correlation between the MD and the RDW level ( $r=0.141, P=0.013$ ), a significantly positive correlation between the IOP and the RDW level ( $r=0.148, P=0.002$ ), and a negative correlation between the MS and the RDW level ( $r=-0.154, P=0.007$ ) in patients with PACG. After adjusting for the confounding factors, multiple linear regression analyses showed a positive association between the MD and the RDW level in patients with PACG ( $\beta=1.405, P=0.018, 95\% CI=0.240-2.570$ ).

• **CONCLUSION:** The RDW level of PACG patients is higher than normal. The RDW level may help to predict the PACG patients' conditions for better treatments.

• **KEYWORDS:** primary angle - closure glaucoma; erythrocyte; red blood cell volume distribution width; mean deviation; correlation

**Citation:** Li YZ, Li SJ, Shao MX, et al. Association between the red blood cell distribution width with primary angle - closure glaucoma. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2021;21(8):1435-1439

## 0 引言

青光眼是全球范围内首位不可逆性致盲眼病,根据前房角解剖结构的差异和发病机制不同,传统上将原发性青光眼分为闭角型和开角型两类。原发性闭角型青光眼(primary angle-closure glaucoma, PACG)的定义为房角关闭导致急性或慢性眼压(intraocular pressure, IOP)升高,伴有或不伴有青光眼性视盘改变和视野损伤的一类青光眼<sup>[1]</sup>。PACG黄种人最多见,主要分布在亚洲地区<sup>[2]</sup>,是我国最常见的青光眼类型,中国人群 PACG 的患病率约为1.4%,女性发病率高于男性,多数40岁以上发病<sup>[3]</sup>。PACG发病机制复杂,越来越多的研究发现神经血管调节功能、内分泌因子乃至精神心理因素与 PACG 发病相关,局部血管调节异常,血液循环障碍及氧化应激状态被认为参与 PACG 的发生和发展<sup>[4]</sup>。外周血红细胞体积分布宽度(red blood cell volume distribution width, RDW)是反映体内红细胞体积异质性指标, RDW 变化可以反映局部缺血、缺氧、炎症及氧化应激状态<sup>[5]</sup>。因此,本研究采用回顾性病例对照研究方法,探讨外周血 RDW 水平在 PACG 中的变化及意义,为临床诊断及治疗提供参考。

## 1 对象和方法

**1.1 对象** 采用回顾性病例对照研究。收集 2019-02/2020-10 在本院眼科就诊并确诊的 PACG 患者 306 例。所有患者都经过详细的眼科检查和体格检查。病例纳入标准:(1)符合 PACG 诊断标准;(2)病史资料和检查资料明确。排除标准:(1)患有其他眼部疾病;(2)眼部感染史;(3)眼外伤史或接受过眼科手术;(4)有全身系统性疾病

(肿瘤,感染,肝、肾功能不全等);(5)血液系统疾病;(6)自愿加入本研究并签署知情同意书。对照组纳入标准:(1)体检正常人群;(2)排除青光眼及其他眼科疾病;(3) IOP < 21mmHg,垂直杯盘比(vertical cup disk ratio, VCDR) < 0.5;(4)肝、肾功能正常;(5)排除全身系统疾病和血液系统疾病。本研究经我院伦理委员会批准,遵循《赫尔辛基宣言》原则。

## 1.2 方法

**1.2.1 临床资料收集** 检索病史资料库,收集 PACG 患者眼部临床资料及体格检查资料。眼部检查资料包括 IOP, VCDR,中央角膜厚度(central corneal thickness, CCT),前房深度(anterior chamber depth, ACD),眼轴长度(axial length, AL),平均视野缺损(MD),视觉敏感度(MS)。体格检查资料包括年龄、性别、身高、体质量、收缩压、舒张压、肝肾功能、糖尿病和高血压等疾病史资料。

**1.2.2 血液检测** 空腹采血, EDTA 抗凝管采集全血 2mL,采用全自动血细胞分析仪对红细胞参数进行检测,红细胞参数包括 RDW、红细胞计数(red blood cell count, RBC)、血红蛋白含量(hemoglobin, HG)、平均红细胞体积(mean corpuscular volume, MCV)、白细胞计数(white blood cell count, WBC);促凝管采集全血 4mL, 3000 转/分×10min 离心分离得到血清,采用全自动生化仪对肝肾功能指标谷丙转氨酶(alanine transaminase, ALT)和肌酐(creatinine, Cr)进行检测,检测系统均使用原装试剂和质控。

统计学分析:数据复核后录入 Excel 2016 软件,采用 SPSS 23.0 软件进行数据处理。连续变量采用均数±标准差表示,两组间分类变量比较采用四格表 $\chi^2$ 检验,两组间连续变量比较采用独立样本  $t$  检验;三组间连续变量比较采用单因素方差分析,进一步的两两比较采用 LSD- $t$  检验。应用 Pearson 相关性分析和多因素线性回归模型分析 RDW 水平与 PACG 眼部参数的相关性。 $P<0.05$  为差异具有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 PACG 组与对照组一般资料的比较** 本研究共纳入 PACG 患者 306 例,其中男 108 例,女 198 例,平均年龄  $63.15\pm 10.43$  岁;对照组 126 例,其中男 41 例,女 85 例,平均年龄  $61.54\pm 11.35$  岁,两组间年龄和性别差异无统计学意义( $P>0.05$ )。两组间体质量指数、糖尿病和高血压疾病史差异均无统计学意义( $P>0.05$ ),见表 1。

**2.2 PACG 组与对照组的血液检查参数比较** PACG 组外周血 RDW 水平高于对照组水平,差异有统计学意义( $t=2.132, P=0.034$ )。两组间外周血 HG、WBC、ALT、Cr 水平差异无统计学意义( $P>0.05$ ),见表 2。

**2.3 轻度和中度及重度 PACG 患者一般资料的比较** 根据 MD 大小,将 PACG 患者分为轻度( $MD\leq 6dB$ )、中度( $6<MD\leq 12dB$ )、重度( $MD>12dB$ ) PACG 3 个亚组<sup>[6]</sup>。三组患者年龄比较差异有统计学意义( $P<0.05$ ),轻度 PACG 组年龄显著低于中度 PACG 组和重度 PACG 组,差异有统计学意义( $P<0.05$ ),中度 PACG 组和重度 PACG 组间年龄差异无统计学意义( $P>0.05$ )。三组患者间性别、体质量指数、糖尿病和高血压病史,差异无统计学意义( $P>0.05$ ),见表 3。

**2.4 轻度和中度及重度三组 PACG 患者血常规参数的比较** 三组间 RDW 和 HG 及 WBC 水平比较差异有统计学意义( $P<0.05$ ),轻度 PACG 组 RDW 水平显著低于中度

表1 PACG组与对照组一般资料的比较

分组	例数	性别 (男/女,例)	年龄 ( $\bar{x}\pm s$ ,岁)	体质量指数 ( $\bar{x}\pm s$ ,kg/m <sup>2</sup> )	糖尿病 (是/否,例)	高血压(是/ 否,例)	眼压( $\bar{x}\pm s$ , mmHg)	收缩压 ( $\bar{x}\pm s$ ,mmHg)
PACG组	306	108/198	63.15±10.43	22.54±3.14	25/281	85/221	22.56±11.89	124.13±16.81
对照组	126	41/85	61.54±11.35	22.86±3.04	10/116	32/94	12.98±3.10	128.35±14.07
$\chi^2$		0.300	1.419	0.961	0.007	0.256	8.920	2.827
<i>P</i>		0.584	0.157	0.337	0.936	0.613	<0.001	0.061

注:对照组:体检正常人群。

表2 PACG组与对照组的血液检查参数比较

分组	例数	RDW(%)	HG(g/L)	WBC( $\times 10^9$ /L)	ALT(U/L)	Cr( $\mu$ mol/L)
PACG组	306	12.64±0.96	134.52±12.98	6.16±1.59	19.81±11.55	65.80±11.55
对照组	126	12.45±0.49	132.83±12.76	5.97±1.54	20.16±12.37	64.15±12.61
<i>t</i>		2.132	1.233	1.153	0.276	1.288
<i>P</i>		0.034	0.218	0.250	0.782	0.199

注:对照组:体检正常人群。

表3 轻度和中度及重度 PACG 患者一般资料的比较

分组	例数	性别(男/女,例)	年龄( $\bar{x}\pm s$ ,岁)	体质量指数 ( $\bar{x}\pm s$ ,kg/m <sup>2</sup> )	糖尿病 (是/否,例)	高血压 (是/否,例)
轻度 PACG 组	67	26/41	59.40±10.72	22.99±3.51	6/61	17/50
中度 PACG 组	66	16/50	64.58±6.88	23.27±2.86	3/63	20/46
重度 PACG 组	173	66/107	64.05±11.13	22.15±3.02	16/157	48/125
$F\chi^2$		4.510	5.764	0.013	1.479	0.403
<i>P</i>		0.105	0.002	0.987	0.477	0.818

注:轻度 PACG 组:MD≤6dB;中度 PACG 组:6<MD≤12dB;重度 PACG 组:MD>12dB。

表4 轻度和中度及重度三组 PACG 患者血常规参数的比较

分组	例数	RDW(%)	RBC( $\times 10^{12}$ /L)	MCV(fL)	HG(g/L)	WBC( $\times 10^9$ /L)
轻度 PACG 组	67	12.30±0.70	4.53±0.39	90.74±3.8	138.08±11.99	5.80±1.26
中度 PACG 组	66	12.68±0.73	4.44±0.47	90.68±4.37	133.78±13.52	6.16±1.64
重度 PACG 组	173	12.70±0.88	4.45±0.50	90.22±5.48	133.43±12.96	6.30±1.68
<i>F</i>		5.994	0.890	0.374	3.285	2.429
<i>P</i>		0.001	0.227	0.464	0.013	0.028

注:轻度 PACG 组:MD≤6dB;中度 PACG 组:6<MD≤12dB;重度 PACG 组:MD>12dB。

PACG 组和重度 PACG 组,差异具有统计学意义( $P < 0.05$ ),中度 PACG 组和重度 PACG 组间 RDW 水平差异无统计学意义( $P > 0.05$ );轻度 PACG 组 HG 水平显著高于重度 PACG 组和中度 PACG 组,差异具有统计学意义( $P < 0.05$ ),中度 PACG 组和重度 PACG 组间 HG 水平差异无统计学意义( $P > 0.05$ );轻度 PACG 组 WBC 水平显著低于中度 PACG 组和重度 PACG,差异具有统计学意义( $P < 0.05$ ),中度 PACG 组和重度 PACG 组间 WBC 水平差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。三组间 RBC 和 MCV 指标差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),见表 4。

### 2.5 轻度和中度及重度三组 PACG 患者眼部参数的比较

三组间 IOP、VCDR、AL、MD、MS 比较差异均具有统计学意义( $P < 0.05$ );重度 PACG 组 IOP 显著高于轻度 PACG 组和中度 PACG 组,差异具有统计学意义( $P < 0.05$ ),轻度 PACG 组和中度 PACG 组间 IOP 差异无统计学意义( $P > 0.05$ );重度 PACG 组 VCDR 显著大于轻度 PACG 组和中度 PACG 组,差异具有统计学意义( $P < 0.05$ ),轻度 PACG 组和中度 PACG 组间 VCDR 差异无统计学意义( $P > 0.05$ );中度 PACG 组 AL 显著低于重度 PACG 组,差异具

有统计学意义( $P < 0.05$ ),轻度 PACG 组和中度 PACG 组、重度 PACG 比较,AL 差异无统计学意义( $P > 0.05$ );三组间两两比较 MD 和 MS,差异均具有统计学意义( $P < 0.05$ )。三组间 CCT 和 ACD 指标比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),见表 5。

**2.6 Pearson 相关性分析** 应用 Pearson 相关性分析对 RDW 水平与 PACG 眼部参数进行相关性分析,发现 PACG 患者 RDW 水平与 IOP ( $r = 0.148, P = 0.002$ )、MD ( $r = 0.141, P = 0.013$ )呈正相关、与 MS ( $r = -0.154, P = 0.007$ )呈负相关;PACG 患者 RDW 水平与 VCDR、CCT、ACD 和 AL 无相关性。

**2.7 多因素线性回归分析** 采用多因素线性回归分析时,首先根据相关性评估,剔除与 RDW 相关的自变量,后根据回归计算所得的方差膨胀因子(VIF)等统计数据,以逐步回归的方式增加或删除相应的自变量,观察模型拟合度变化。通过三种模型(模型 1,模型 2,模型 3)探讨 RDW 与 PACG 疾病的相关性。模型 1 校正年龄、性别,发现 RDW 水平与 MD 具有正向影响( $\beta = 1.394, P = 0.020, 95\% CI: 0.221 \sim 2.567$ );模型 2 校正年龄、性别、糖尿病、高血

表5 轻度及中度及重度三组 PACG 患者眼部参数的比较

分组	例数	IOP (mmHg)	VCDR	CCT(μm)	ACD(mm)	AL(mm)	MD (dB)	MS (dB)
轻度 PACG 组	67	19.37±9.19	0.51±0.20	543.31±37.47	1.87±0.28	22.52±1.27	3.69±1.62	23.19±3.48
中度 PACG 组	66	19.94±11.40	0.52±0.19	548.42±39.40	1.76±0.48	22.24±1.13	8.68±1.78	18.65±1.89
重度 PACG 组	173	24.79±12.55	0.75±0.21	540.33±41.32	2.00±1.12	22.59±1.16	14.94±8.67	5.77±4.60
<i>F</i>		7.344	49.154	0.982	1.988	2.119	721.369	582.699
<i>P</i>		0.001	<0.001	0.164	0.055	0.042	<0.001	<0.001

注:轻度 PACG 组:MD≤6dB;中度 PACG 组:6<MD≤12dB;重度 PACG 组:MD>12dB。

表6 PACG 组 MD 相关多因素线性回归模型

因素	模型 1β(P,95% CI)	模型 2β(P,95% CI)	模型 3β(P,95% CI)
RDW (%)	1.394(0.020,0.221~2.567)	1.383(0.021,0.211~2.554)	1.405(0.018,0.240~2.570)
年龄(岁)	0.089(0.058,-0.003~0.182)	0.068(0.177,-0.031~0.168)	0.062(0.221,-0.370~0.161)
性别(男/女)	-1.374(0.180,-3.388~0.64)	-1.493(0.147,-3.512~0.526)	-1.161(0.261,-3.191~0.868)
糖尿病(是/否)		1.521(0.405,-2.071~5.114)	0.952(0.604,-2.657~4.561)
高血压(是/否)		-1.132(0.346,-3.491~1.227)	-1.266(0.290,-3.614~1.082)
收缩压(mmHg)		0.057(0.079,-0.007~0.120)	0.061(0.059,-0.002~0.124)
WBC(×10 <sup>9</sup> /L)			0.673(0.033,0.055~1.291)

压、收缩压,发现 RDW 水平与 MD 具有正向影响( $\beta = 1.383, P = 0.021, 95\% CI: 0.211 \sim 2.554$ );模型 3 校正年龄、性别、糖尿病、高血压、收缩压、WBC,发现 RDW 水平与 MD 具有正向影响( $\beta = 1.405, P = 0.018, 95\% CI: 0.240 \sim 2.570$ ),模型进一步优化,见表 6。

### 3 讨论

PACG 的病变过程是由于房角关闭,导致 IOP 升高,然后出现视神经损伤,其中前房浅,房角窄,造成眼前节拥挤是基本的解剖学特点<sup>[7]</sup>。PACG 的视神经损伤和视野缺损,主要因素是急性或慢性高眼压,但是临床上发现通过药物降低患者的眼压并非对所有青光眼患者适用,并不能完全阻止视神经损伤的进展,而免疫因素、局部血管功能、缺血缺氧和氧化应激被认为可能在慢性视神经损伤中起重要作用。

外周血指标 RDW 反映红细胞体积不均一性,临床上铁、叶酸、维生素 B12 等缺乏引起贫血时,RDW 会出现病理性增高<sup>[8]</sup>。此外,溶血性贫血、镰状细胞性贫血、骨髓增生及输血治疗后也会出现 RDW 水平的升高,因此 RDW 常规用于鉴别诊断各种贫血类型或反映骨髓造血情况。近年来,RDW 被认为是一种系统性缺氧指标,是多种慢性病、癌症和感染的危险因素。血管相关疾病包括心脑血管疾病、肾病和外周血管病变等<sup>[9-11]</sup>,RDW 水平增高,缺血性病变如心衰、急性冠脉综合征等并发症发生率明显增高,且患者预后不良<sup>[12]</sup>。Vayá 等<sup>[13]</sup>发现校正性别、年龄、贫血、血脂和纤维蛋白原等混杂因素,RDW>14%,发生脑中风的概率将增加 2.5 倍。RDW 还是癌症和某些感染性疾病的预后指标,Wang 等<sup>[14]</sup>研究发现 RDW 和体质指数联合使用,可以对鼻咽癌预后总生存率有预测作用;Lee 等<sup>[15]</sup>研究发现高水平的 RDW 与新型冠状病毒 COVID-19 患者的不良结局相关。Ozkok 等<sup>[16]</sup>研究发现,RDW 水平在视网膜静脉阻塞患者中显著增高,并与起始、终末最佳矫正视力呈负相关。王维宏等<sup>[17]</sup>通过用光学相干断层扫描 PACG 患者的血管成像图发现,PACG 患者的视盘旁血管密度显著低于正常人群,且与神经纤维层厚度和视灵

敏度呈显著相关性,证明 PACG 患者的血管功能可能存在异常。有研究发现,新生血管性青光眼、原发性开角型青光眼患者外周血小板平均分布宽度水平明显高于正常对照组,推测青光眼患者眼内压升高后导致眼部血流减少,血管功能存在异常,血管内壁损伤进一步导致血小板聚集程度增高<sup>[18-19]</sup>。因此,急性或慢性的高眼压可能会影响到视网膜血流,导致 PACG 患者眼内局部组织的缺血和缺氧,导致视神经的损伤,RDW 可能与局部缺血现象相关。

青光眼发病机制十分复杂,与多种免疫炎症反应有关,涉及部位包括小梁网、前房、视网膜等<sup>[20]</sup>。慢性免疫炎症反应可以导致房水流出受阻,也可能直接造成视神经节细胞的损伤。有研究发现高水平的 RDW 可能与慢性炎症相关,尤其是局部缺血或缺氧引起的免疫炎症反应、氧化应激与青光眼损伤具有密切的关系。持续的缺氧和血流灌注不足可以导致急性或长期的炎症反应,炎症细胞进入缺血组织,Tezel 等<sup>[21]</sup>研究发现青光眼患者视网膜组织和视神经乳头缺氧诱导因子-1α(HIF-1α)表达增加。HIF-1α 可以诱导内皮细胞生长因子(VEGF)和一氧化氮合酶(NOS)的产生,破坏血-视网膜屏障,缺氧还会诱导神经胶质细胞表达肿瘤坏死因子(TNF-α)和白介素(IL-1β)<sup>[22]</sup>。本研究多因素线性回归分析发现,调整白细胞因素后,PACG 严重程度相关线性模型得以优化,RDW 显示对 MD 正向影响作用,意味着 RDW 越高,MD 越大,提示 RDW 水平可以用于评估 PACG 疾病进展情况。中度和重度 PACG 患者的 RDW 水平显著高于轻度 PACG 患者,可能与疾病发展的进程相关,表明 PACG 患者越到后期,或急性眼压升高,局部缺血或缺氧的情况更为显著。Balistreri 等<sup>[23]</sup>建议在使用 RDW 生物指标时,能结合其他生物标志物,如 RDW 值升高,高敏 C 反应蛋白血浓度升高,白细胞端粒长度、端粒酶活性和内皮祖细胞平均值降低与血管老化、散发性升主动脉瘤发病和预后的高风险独立相关。

越来越多的研究发现,RDW 指标是一个良好的联合

评估指标,特别是在存在血管功能异常、糖代谢异常和脂类代谢异常中与血常规其他参数、糖化血红蛋白、血脂指标联合应用,用于评估某类疾病的发病率、炎症反应状态及预后。PACG 发病机制十分复杂,本研究仅从外周血 RDW 的角度来探讨其作用,初步探讨 RDW 水平与 PACG 之间的相关性,未深入研究具体发生机制,具有一定的局限性;另外本研究样本量较少,前瞻性、大样本、多中心的相关性研究亟待开展。

#### 参考文献

- 1 中国青光眼指南(2020年).中华眼科杂志 2020;56(8):573-586
- 2 Tham YC, Li X, Wong TY, et al. Global prevalence of Glaucoma and projections of Glaucoma burden through 2040: a systematic review and meta-analysis. *Ophthalmology* 2014;121(11):2081-2090
- 3 Song PG, Wang JW, Buan K, et al. National and subnational prevalence and burden of Glaucoma in China: a systematic analysis. *J Glob Heal* 2017;7(2):020705
- 4 孙兴怀. 原发性闭角型青光眼的特点再认识. *眼科* 2006;15(2):76-78
- 5 Salvagno GL, Sanchis-Gomar F, Picanza A, et al. Red blood cell distribution width: A simple parameter with multiple clinical applications. *Crit Rev Clin Lab Sci* 2015;52(2):86-105
- 6 Atalay E, Nongpiur ME, Yap SC, et al. Pattern of visual field loss in primary angle-closure Glaucoma across different severity levels. *Ophthalmology* 2016;123(9):1957-1964
- 7 中华医学会眼科学分会青光眼学组. 中国原发性闭角型青光眼诊治方案专家共识(2019年).中华眼科杂志 2019;55(5):325-328
- 8 Sultana GS, Haque SA, Sultana T, et al. Value of red cell distribution width (RDW) and RBC indices in the detection of iron deficiency anemia. *Mymensingh Med J* 2013;22(2):370-376
- 9 Fava C, Cattazzo F, Hu ZD, et al. The role of red blood cell distribution width (RDW) in cardiovascular risk assessment: useful or hype? *Ann Transl Med* 2019;7(20):581
- 10 Xiao YQ, Cheng W, Wu X, et al. Novel risk models to predict acute kidney disease and its outcomes in a Chinese hospitalized population with acute kidney injury. *Sci Rep* 2020;10(1):15636
- 11 Ye Z, Smith C, Kullo IJ. Usefulness of red cell distribution width to predict mortality in patients with peripheral artery disease. *Am J Cardiol* 2011;107(8):1241-1245

- 12 Li N, Zhou H, Tang Q. Red blood cell distribution width: a novel predictive indicator for cardiovascular and cerebrovascular diseases. *Dis Markers* 2017;2017:7089493
- 13 Vayá A, Hernández V, Rivera L, et al. Red blood cell distribution width in patients with cryptogenic stroke. *Clin Appl Thromb Hemost* 2015;21(3):241-245
- 14 Wang Y, He SS, Cai XY, et al. The Novel Prognostic Score Combining Red Blood Cell Distribution Width and Body Mass Index (COR - BMI) Has Prognostic Impact for Survival Outcomes in Nasopharyngeal Carcinoma. *J Cancer* 2018;9(13):2295-2301
- 15 Lee JJ, Montazerin SM, Jamil A, et al. Association between red blood cell distribution width and mortality and severity among patients with COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *J Med Virol* 2021;93(4):2513-2522
- 16 Ozkok A, Nesmith BLW, Schaal S. Association of red cell distribution width values with vision potential in retinal vein occlusion. *Ophthalmol Retina* 2018;2(6):582-586
- 17 王维宏, 胡玮, 赵岩松, 等. 原发性青光眼视网膜神经纤维层厚度和视盘周围血管密度分析. *眼科新进展* 2020;40(2):153-156
- 18 Li S, Cao W, Sun X. Role of platelet parameters on neovascular glaucoma: a retrospective case-control study in China. *PLoS One* 2016;11(12):e0166893
- 19 Ma Y, Han JP, Li SJ, et al. Association between platelet parameters and Glaucoma severity in primary open-angle Glaucoma. *J Ophthalmol* 2019;2019:1-9
- 20 Baudouin C, Kolko M, Melik-Parsadaniantz S, et al. Inflammation in Glaucoma: From the back to the front of the eye, and beyond. *Prog Retin Eye Res* 2020 [Online ahead of print]
- 21 Tezel G, Wax MB. Hypoxia-inducible factor 1alpha in the glaucomatous Retina and optic nerve head. *Arch Ophthalmol Chic Ill* 2004;122(9):1348-1356
- 22 Ergorul C, Ray A, Huang W, et al. Hypoxia inducible factor-1α (HIF-1α) and some HIF-1 target genes are elevated in experimental Glaucoma. *J Mol Neurosci* 2010;42(2):183-191
- 23 Balistreri CR, Pisano C, Bertoldo F, et al. Red blood cell distribution width, vascular aging biomarkers, and endothelial progenitor cells for predicting vascular aging and diagnosing/prognosing age-related degenerative arterial diseases. *Rejuvenation Res* 2019;22(5):399-408