

## 血常规指标与早产儿视网膜病变发病率及严重程度的相关性

吴斯琪<sup>1)</sup>, 陈刚<sup>2)</sup>, 肖亦爽<sup>1)</sup>

(1)昆明市儿童医院眼科, 云南昆明 650034; 2)大理州妇幼保健院眼科, 云南大理 671000)

**[摘要]** **目的** 分析血常规指标与早产儿视网膜病变发病率(retinopathy of prematurity, Rop)及严重程度的相关性, 为临床防治及减轻ROP严重程度提供依据。**方法** 回顾性系列病例研究(Retrospective case study), 选取自2018年9月至2023年9月到昆明市儿童医院进行眼底检查的早产儿648例, 男371例, 女277例, 分为无ROP组和ROP组(包括阈值前ROP、阈值ROP及急进型后极部ROP(A-ROP), 收集患儿胎龄、出生体重、血常规各参数, 采用卡方检验检测性别组间差异, 单因素方差分析胎龄、出生体重的组间差异, 采用秩和检验检测血常规各项数据组间差异, 及Logistic回归分析确立相关独立危险因素, 并通过绘制受试者工作特征(ROC)曲线, 评估LMR及NLR对ROP的早期预测价值。**结果** 性别在组间比较差异无统计学意义( $P>0.05$ ), BW、GA在4组间比较中差异具有统计学意义( $P<0.05$ )。3组ROP相较于无ROP组患儿WBC、N、M、HB、NLR比值均明显降低, LMR比值明显增高, 差异均有统计学意义( $P<0.05$ )。多因素Logistic回归分析提示BW、GA、HB、NLR、N、M、LMR是发生ROP的独立危险因素( $P<0.05$ )。ROC曲线显示, LMR的曲线下面积为0.651, LMR对ROP具有一定早期预测价值。**结论** BW、GA、HB、NLR、N、M、LMR是ROP的独立危险因素, LMR对ROP具有一定早期预测价值。

**[关键词]** 早产儿视网膜病变; 危险因素; 血常规指标; 疾病严重程度

**[中图分类号]** R77 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 2095-610X(2024)05-0130-06

## The Correlation between Routine Blood Indicators and Severity of Retinopathy of Prematurity

WU Siqi<sup>1)</sup>, CHEN Gang<sup>2)</sup>, XIAO Yishuang<sup>1)</sup>

(1) Dept. of Ophthalmology, Kunming Children's Hospital, Kunming Yunnan 650034; 2) Dept. of Ophthalmology, Dali Maternal and Child Health Hospital, Dali Yunnan 671000, China)

**[Abstract]** **Objective** To analyze the morbidity rate and severity of retinopathy of prematurity (ROP) so as to provide a basis for the clinical prevention and treatment and reduce the severity of ROP. **Methods** 648 premature infants, including 371 males and 277 females, who underwent the fundus examination at Kunming Children's Hospital from September 2018 to September 2023 were selected and divided into a non ROP group and a ROP group (including pre threshold ROP, threshold ROP, and rapidly advancing posterior pole ROP (A-ROP)). The parameters of gestational age, birth weight, and blood routine were collected, and chi square test was used to detect gender group differences. Univariate analysis of variance was used to analyze the inter group differences in gestational age and birth weight. Rank sum test was used to detect the inter group differences in blood routine data, and the logistic regression analysis were conducted to establish the relevant independent risk factors, and evaluate the early predictive value of LMR and NLR for ROP by drawing receiver operating characteristic (ROC) curves. **Results** The rank-sum test showed that the differences in gestational age, daytime age, and birth weight were statistically significant ( $P<0.05$ ) in the four groups compared with the no-ROP, pre-threshold, threshold, and A-

**[收稿日期]** 2024-01-15

**[基金项目]** 昆明市卫计委昆明市儿童眼病诊治技术中心计划基金资助项目 [2016-SW(技)-18]

**[作者简介]** 吴斯琪(1989~), 女, 云南玉溪人, 医学硕士, 主治医师, 主要从事眼视光学、小儿眼病临床工作。

**[通信作者]** 肖亦爽, E-mail: 603504269@qq.com

ROP groups. The white blood cell count, neutrophil count, monocyte count, hemoglobin, and NLR ratio were significantly lower and the LMR ratio was significantly higher in the three ROP groups compared to the children in the no-ROP group, and the differences were statistically significant ( $P < 0.05$ ). Multi-factor logistic regression analysis suggested that birth weight, gestational age, hemoglobin, NLR, and LMR were independent risk factors for the development of ROP ( $P < 0.05$ ). The ROC curve showed that the area under the curve for LMR was 0.651 (95% CI: 0.605–0.698), with a best predictive value was 7.36, corresponding to a sensitivity of 55.8% and a specificity of 71.4%. **Conclusion** Birth weight, gestational age, hemoglobin, and NLR are independent risk factors for ROP, with birth weight, gestational age, and hemoglobin as the protective factors. LMR has some early predictive value for ROP.

[**Key words**] Retinopathy of prematurity; Risk factors; Blood indices; Disease severity

早产儿视网膜病变(retinopathy of prematurity, ROP)是一类视网膜缺血缺氧导致视网膜新生血管生成及增殖性视网膜病变,其主要发生在早产儿及低体重儿<sup>[1-2]</sup>。随着新时代科技的不断发展,新生儿的存活率逐渐增加,ROP的发病率也随着增加<sup>[3-4]</sup>。我国早产儿占7%~10%,ROP的发生率为15%~20%,6%~13%有失明的危险<sup>[5-6]</sup>。WHO统计ROP在儿童致盲中占比高达6%~18%,成为了幼儿失明的主要原因<sup>[7]</sup>。低出生体重和早产是ROP发生的2个重要因素,此外,也有研究指出与血常规相关的指标如血红蛋白(hemoglobin, HB)、血小板(platelet, PLT)、全身性炎症与ROP有关,其中白细胞(white blood cell, WBC)被认为是一般炎症反应的标志<sup>[8]</sup>,中性粒细胞与淋巴细胞比值(neutrophil to lymphocyte ratio, NLR)、淋巴细胞与单核细胞比值(lymphocyte to monocyte ratio, LMR)、血小板与淋巴细胞比值(platelet to lymphocyte ratio, PLR)则是反映炎症反应的新的潜在标记物<sup>[9]</sup>。本文拟分析血常规指标与ROP发病率及严重程度相关性,为临床防治及减轻ROP严重程度提供依据,现总结报告如下。

## 1 资料与方法

### 1.1 研究对象

收集2018年9月至2023年9月在昆明市儿童医院住院行眼底检查的早产儿的临床资料。根据眼底检查结果进行分组:无ROP组及ROP组,其中ROP组包括:1~2期病变为阈值前组、3~5期病变为阈值组、急进型早产儿视网膜病变(aggressive posterior retinopathy of prematurity, A-ROP)组。共纳入648例研究对象:男性371例,女性277例;无ROP组189例,阈值前组268例,阈值组167例,A-ROP组24例。

纳入标准:(1)病例组(ROP组):根据《早产儿治疗用氧和视网膜病变防治指南》<sup>[10]</sup>筛查准则,经眼底检查诊断为ROP,出生胎龄<37周,出生体重<2500g;(2)对照组(无ROP组):出生胎龄<37周,出生体重<2500g,行眼底检查无ROP及其他眼底疾病,且此后随诊中无ROP发生。

排除标准:(1)出生胎龄 $\geq 37$ 周,出生体重 $\geq 2500$ g;(2)符合上述标准的早产儿未行血常规检验者或检验未得所研究参数者;(3)伴有血液系统疾病或其他严重感染等严重影响血常规及凝血功能参数的疾病;(4)其他眼部器质性病变及可引起眼部病变的全身疾病。

### 1.2 检查方法

(1)检查仪器:RetCam是ROP筛查的“金标准”,是一种无非侵入式的眼底筛查仪器,易于操作,可观察到视网膜周边,检查时间短,图像存储方便<sup>[6]</sup>;(2)检查者:为通过儿童眼底病培训的专业眼科医师;(3)被检者:评估被检患儿的生命体征并取得患儿家属知情同意,禁饮食1h;(4)眼底检查操作步骤:①复方托吡卡胺滴眼液点眼3~4次进行散瞳,每次间隔5~10min,待瞳孔充分散大(瞳孔直径约5~6mm,直接对光反射消失);②约束患儿四肢并固定头部后,0.5%盐酸丙美卡因滴眼液点眼表麻后,婴儿专用开睑器开睑;③使用Retcam III数字化广角视网膜照相机(Clarity公司生产)进行眼底检查,取正中位、上下左右共5个方向的视网膜逐一检查,ROP确诊者用间接眼底镜再次检查确认,减少误诊率及漏诊率。

### 1.3 观测指标

记录患儿的出生体重(birth weight, BW)、性别(sex, S)、胎龄(gestational age, GA)、眼底检查情况、血常规结果:WBC、淋巴细胞(lymphocyte, L)、中性粒细胞(neutrophil, N)、单核细

胞(monocyte, M)、红细胞(red blood cell, RBC)、HB、PLT、嗜酸性粒细胞(eosinophil, E)、嗜碱性粒细胞(basophil, B), 计算相关指标: NLR、LMR、PLR。

#### 1.4 统计学处理

采用 SPSS 22.0 软件进行统计学分析, 性别计数资料以例(%)表示, 组间比较采用卡方检验; BW、GA 计量资料服从正态分布, 方差齐, 用均值 $\pm$ 标准差( $\bar{x}\pm s$ )表示, 采用单因素方差分析; 血常规指标不符合正态分布, 方差不齐用中位数及四分位数间距 [ $M(Q_U, Q_L)$ ] 表示, 组间比较采用非参数 Kruskal-Wallis 秩和检验; 将具有统计学意义的上述各指标行多因素 Logistic 回归分析; 绘制 ROC 曲线对曲线下面积 (area under curve, AUC) 进行评估明确各个指标早期预测价值, 选择

约登指数最大的点作为最佳临界值, 计算其灵敏度及特异度,  $P < 0.05$  表示差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 一般情况比较

性别组间比较: 男性 371 例, 占比 57.25%, 女性 277 例, 占比 42.75%, ( $\chi^2 = 2.879, P = 0.411$ ), 差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ), 即性别不是发生 ROP 的危险因素, 与 ROP 的严重程度无关。出生体重、胎龄 4 组间差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ ), 见表 1, 即体重越低、胎龄越小越容易发生 ROP。组间进一步两两比较, 阈值前组与阈值组之间出生体重、胎龄的差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ ), BW、GA 与 ROP 的严重程度相关, 见表 2。

表 1 BW(g)和GA(周)4组比较( $\bar{x}\pm s$ )

Tab. 1 Comparison of gestational age (weeks), birth weight (grams) in four groups ( $\bar{x}\pm s$ )

组别	无ROP组( $n=189$ )	阈值前组( $n=268$ )	阈值组( $n=167$ )	A-ROP组( $n=24$ )	$F$	$P$
BW(g)	1878.84 $\pm$ 384.62	1476.73 $\pm$ 337.52	1344.58 $\pm$ 362.88	1408.2 $\pm$ 428.78	11.73	<0.001*
GA(周)	33.15 $\pm$ 2.27	30.25 $\pm$ 2.1	29.51 $\pm$ 2.30	29.63 $\pm$ 2.19	15.28	<0.001*

\* $P < 0.05$ 。

表 2 不同组之间 BW 与 GA 比较

Tab. 2 Comparison of gestational age (weeks), birth weight (grams) in two groups

组别	BW(g)		GA(周)	
	均值差	$P$	均值差	$P$
①与②	402.03	<0.001*	2.89	<0.001*
①与③	534.25	<0.001*	3.64	<0.001*
①与④	470.54	<0.001*	3.52	<0.001*
②与③	132.22	<0.001*	0.75	<0.001*
②与④	68.51	<0.001*	0.62	<0.001*
③与④	-63.71	<0.001*	1.27	<0.001*

①无ROP组; ②阈值前组; ③阈值组; ④A-ROP组; \* $P < 0.05$ 。

### 2.2 血常规各参数比较

通过比较分析四组患儿周血细胞参数, 提示 N、M、HB、NLR、LMR 几项指标在组间差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ ), 而 L、WBC、PLT、E、B、PLR 组间差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ), 见表 3。

### 2.3 ROP 多因素 Logistic 回归

分析根据以上结果无 ROP 组与 ROP 组(阈值前组、阈值组比较 BW、GA、HB、NLR、N、M、

LMR 具有统计学差异, 将上述指标进一步行 Logistic 回归分析, 结果表明 BW、GA、HB、NLR、N、M、LMR 均为发生 ROP 的独立危险因素, 见表 4。

### 2.4 绘制 ROC 曲线评估各指标对 ROP 的早期预测价值

通过绘制 ROC 曲线评估 NLR、LMR 对 ROP 发生的早期预测价值, NLR 的 ROC 曲线下面积 (AUC) 为 0.312, 95% 的置信区间为 0.267 ~ 0.357 ( $P < 0.001$ ), LMR 的 ROC 曲线下面积为 0.651, 95% 的置信区间为 0.605 ~ 0.698 ( $P < 0.001$ )。其中 NLR 的曲线下面积小于 0.5, 即 NLR 对早产儿视网膜病变的发生没有预测价值, LMR 的曲线下面积为 0.651, 最佳界值为 0.272, 对应的灵敏度为 55.8%, 特异度为 71.4%, AUC 在 0.5 ~ 0.7, 即 LMR 对早产儿视网膜病变的发生具有一定预测价值, 见表 5、图 1。

## 3 讨论

ROP 是一类视网膜血管增生的疾病, 随着新生儿的存活率增加, 导致 ROP 发病率随着增

表 3 血常规参数 4 组比较

Tab. 3 Comparison of routine blood indicators in four groups

组别	无ROP组(n=189)	阈值前组(n=268)	阈值组(n=167)	A-ROP组(n=24)	Z	P
WBC( $\times 10^9/L$ )	9.37(7.01, 12.18)	8.08(6.63, 10.00)	8.24(6.36, 10.70)	7.97(6.02, 9.22)	12.035	0.007*
L( $\times 10^9/L$ )	4.55(3.51, 6.18)	5.185(4.08, 6.41)	4.94(3.67, 6.45)	4.18(3.34, 5.94)	9.643	0.22
N( $\times 10^9/L$ )	2.65(1.72, 4.10)	1.65(1.13, 2.38)	1.68(1.23, 2.73)	1.76(1.17, 3.52)	53.659	<0.001*
M( $\times 10^9/L$ )	0.85(0.56, 1.22)	0.645(0.46, 0.87)	0.57(0.41, 0.94)	0.68(0.34, 0.97)	28.254	<0.001*
RBC( $\times 10^{12}/L$ )	3.64(3.17, 4.08)	3.5(3.19, 3.86)	3.58(3.21, 3.98)	3.45(3.24, 3.90)	2.997	0.392
HB(g/L)	115(102.5, 134)	103(94, 111)	102(93, 113)	102(96.5, 116)	62.102	<0.001*
PLT( $\times 10^9/L$ )	385(255.5, 481)	389(305.75, 446.75)	371(287, 449)	330.5(247.5, 441.25)	1.619	0.655
E( $\times 10^9/L$ )	0.31(0.15, 0.51)	0.27(0.18, 0.39)	0.24(0.16, 0.42)	0.2(0.13, 0.32)	4.73	0.193
B( $\times 10^9/L$ )	0.01(0, 0.02)	0.01(0.01, 0.02)	0.01(0.01, 0.02)	0.01(0, 0.01)	5.331	0.149
NLR	0.52(0.33, 1.03)	0.32(0.22, 0.47)	0.35(0.24, 0.62)	0.39(0.23, 1.05)	61.429	<0.001*
LMR	5.74(3.68, 8.16)	7.93(5.62, 11.30)	7.87(5.09, 12.18)	7.81(4.44, 10.60)	36.97	<0.001*
PLR	77.(55.27, 108.83)	76.63(54.81, 96.34)	73.(54.50, 103.70)	73.56(58.38, 108.72)	2.353	0.502

\*P < 0.05.

表 4 ROP 多因素 Logistic 回归分析

Tab. 4 Multivariate logistic regression analysis of ROP

相关因素	回归系数B	回归系数标准误(s <sub>b</sub> )	Wald	P	OR	95%CI
BW	0.000	0.000	4.369	0.037	0.999	0.998 ~ 1.000
GA	-0.423	0.069	37.936	0.000	0.655	0.573 ~ 0.749
HB	-0.025	0.006	19.337	0.000	0.975	0.964 ~ 0.986
NLR	-0.424	0.133	10.106	0.001	0.655	0.504 ~ 0.850
N	-0.433	0.069	45.786	0.000	1.250	0.567 ~ 0.742
M	-0.587	0.140	17.606	0.000	0.649	0.567 ~ 0.742
LMR	-0.004	0.001	8.895	0.004	0.996	0.994 ~ 0.999

表 5 各个指标早期预测价值比较

Tab. 5 Prediction value of each index to ROP

指标	AUC	灵敏度	特异度	最佳界值	95%CI	P
NLR	0.312	0.987	0.021	0.008	0.267 ~ 0.357	<0.001*
LMR	0.651	0.558	0.714	0.272	0.605 ~ 0.698	<0.001*

\*P < 0.05.

加<sup>[11]</sup>。ROP 的发生除了小 GA 和低 BW 两大危险因素外, 还包括其他很多影响因素如: 母亲孕产因素、多胎、吸氧、贫血、输血<sup>[12-13]</sup>、新生儿肺发育不良、多种细胞因子等, 也有报道指出血红蛋白、血小板、感染及炎症等指标在 ROP 发生发展中起到一定作用<sup>[14]</sup>, 这些指标对 ROP 的早期诊断、早期治疗、减轻 ROP 严重程度及降低致盲率具有重要意义。

胎儿视网膜的发育到成熟需要一定时间和过程, 这一过程的提前终止会促进 ROP 的发生, 由于胎儿过早出生导致各器官系统发育不成熟, 在受到种内外环境的共同刺激后进一步加速了 ROP

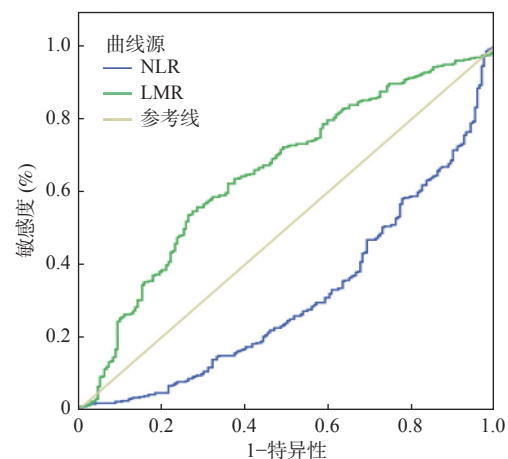


图 1 患儿 NLR、LMR 预测早产儿视网膜病变的 ROC 曲线  
Fig. 1 Receiver operating characteristic curve of LMR and NLR

的进展。GA 越小、BW 越低, 发生 ROP 的风险越高, 本次研究中阈值前病变组、阈值病变组、A-ROP 组的平均胎龄及出生体重均显著低于无 ROP 组, 且差异具有统计学意义, 在多因素分析

中显示 GA 及 BW 均是早产儿视网膜病变的独立危险因素。

炎症或感染是早产的重要始发因素,同时也增加了早产儿视网膜病变的发病风险<sup>[15]</sup>。炎症在视网膜血管的生成的同时,一定程度也诱发了 ROP 的发生, Hong 等<sup>[16]</sup>通过在大鼠体内诱导炎症反应,破坏视网膜中抗血管生成和促血管生成之间的平衡从而影响血管的发育。本研究中无 ROP 组白细胞计数均高于其余 3 组 ROP 但差异无统计学意义,这与 Lundgren 等<sup>[14]</sup>的研究中白细胞增多是 ROP 的 1 个危险因素不相符,考虑到新生儿血液中白细胞的高变异性,与本研究所纳入患儿出生时矫正胎龄不一致有关;而有研究报道在早产儿中,白细胞减少及中性粒细胞减少是炎症的一种表现,会增加新生儿感染的频率<sup>[17]</sup>。不管是白细胞的增高还是降低都有可能是感染的信号,因此,患者体内的炎症状态除了白细胞外还要综合考虑其他指标。在本研究中,无 ROP 组患儿的中性粒细胞计数明显高于其余 3 组 ROP 组且组间比较差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),说明中性粒细胞是 ROP 的危险因素。单核细胞在炎症反应中发挥重要作用,是巨噬细胞和树突状细胞的前身,巨噬细胞参与组织创伤修复、血管生成和组织重建,在维持身体内环境的平衡中也发挥着重要的作用<sup>[18]</sup>。研究显示,缺乏巨噬细胞小鼠的氧诱导性视网膜病变率也随着减少,这表明巨噬细胞促进了新生血的发生<sup>[19]</sup>。本研究中无 ROP 组的单核细胞计数显著高于 ROP 组,且组间差异具有统计学意义( $P < 0.05$ ),说明单核细胞是 ROP 的危险因素,而单核细胞计数降低影响 ROP 的发生。

贫血在胎龄低于 28 周的早产儿中常见<sup>[20]</sup>,主要原因可能是由于早产儿血液系统发育不成熟、机体生长速度过快、红细胞寿命缩短、促红细胞生成素分泌不足<sup>[21]</sup>。本研究发现,3 组 ROP 患儿的 Hb 明显低于无 ROP 组,组间差异有统计学意义,血红蛋白的下降与 ROP 的发生有关联,多因素分析显示血红蛋白是早产儿视网膜病变发生的独立危险因素。新生儿血红蛋白主要由 HbF 组成,HbF 是早产儿视网膜病变的保护因子<sup>[22]</sup>。早产儿血浆中的 CER 和 TRF 浓度低,输血后 TRF 快速饱和,血浆中过量的游离铁催化活性氧反应并形成氧自由基,视网膜损伤增加<sup>[23]</sup>,但目前尚未有研究表明血红蛋白与 ROP 发生发展的相关性。

NLR 是中性粒细胞与淋巴细胞的比率,是 1 种潜在的炎症标志物,不容易受脱水、年龄、应

激等因素的影响。有研究者提出 NLR 与视网膜血管增殖性疾病的发生及严重程度相关<sup>[24]</sup>。Akdoğan 等<sup>[8]</sup>研究指出 NLR 是 ROP 发生发展的预测因子,在本次研究中 3 组不同严重程度的 ROP 中的 NLR 值都显著低于无 ROP 组,且差异具有统计学意义,表明 NLR 是 ROP 发生的一个危险因素,但 NLR 值与 ROP 的严重程度无相关性。这与 Hu 等<sup>[25]</sup>的研究结果相同,ROP 组的 NLR 显著降低,但不是 ROP 的独立危险因素。LMR 是淋巴细胞与单核细胞的比值, Kurtul 等<sup>[26]</sup>的研究中表明 LMR 是 ROP 的独立危险因素, Hu 等<sup>[25]</sup>也提出了相同的研究结果,并提出 LMR 可作为 ROP 发生风险的预测指标。本研究中发现 LMR 值在无 ROP 组与 ROP 组 4 组比较中差异具有统计学意义,且无 ROP 组的 LMR 值均小于 ROP 组,通过绘制 ROC 曲线发现 LMR 具有一定早期预测价值,与 Hu 等<sup>[26]</sup>的研究结果相同,该研究显示 ROP 组 LMR 水平显著升高,并且通过绘制 ROC 曲线提示 LMR 是 ROP 的早期预测指标。

综上所述,本研究发现出生 BW、GA、HB、N、M、NLR、LMR 是早产儿视网膜病变的独立危险因素。因此,提高胎儿成熟度,延长胎儿孕周,增加胎儿的 BW,减少医源性失血,及时纠正严重贫血可有效预防并减少 ROP 的发生。此外,LMR 具有一定早期预测 ROP 的价值,尚需更多研究结果证实,以期通过简单、可靠和量化的预测性指标来降低早产儿视网膜病变的发病率和严重程度。

#### [参考文献]

- [1] 中华医学会眼科学分会眼底病学组. 中国早产儿视网膜病变筛查指南(2014 年)[J]. 中华眼科杂志, 2014, 50(12): 933-935.
- [2] Hellström A, Smith L E H, Dammann O. Retinopathy of prematurity[J]. *Lancet*, 1991, 337(8733): 83-84.
- [3] Kim T I, Sohn J, Pi S Y, et al. Postnatal risk factors of retinopathy of prematurity[J]. *Paediatr Perinat Epidemiol*, 2004, 18(2): 130-134.
- [4] Ronit, Lubetzky, Chaim, et al. Nucleated red blood cells in preterm infants with retinopathy of prematurity[J]. *Pediatrics*, 2005, 116(5): e619-22.
- [5] 姜海涛, 李国仁. 我国早产儿视网膜病变的筛查现状[J]. 国际眼科杂志, 2021, 21(8): 1386-1389.

- [6] 陈志伟, 凌华, 林琳. 早产儿视网膜病变筛查结果及其高危因素分析 [J]. 中国医药科学, 2019, 9(2): 77-80.
- [7] Waheeb S, Alshehri K. Incidence of retinopathy of prematurity at two tertiary centers in Jeddah, Saudi Arabia [J]. Saudi J Ophthalmol, 2016, 30(2) : 109- 112.
- [8] Akdogan M, Ustundag Y, Cevik S G, et al. Correlation between systemic immune-inflammation index and routine hemogram-related inflammatory markers in the prognosis of retinopathy of prematurity [J]. Indian J Ophthalmol, 2021, 69(8): 2182-2187.
- [9] Song Y, Jiahua Z, Jingyang W, et al. Use of the monocyte-to-lymphocyte ratio to predict diabetic retinopathy [J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2015, 12(8): 10009-10019.
- [10] 中国医师协会新生儿科医师分会. 早产儿治疗用氧和视网膜病变防治指南(2016年) [J]. 发育医学电子杂志, 2016, 4(4): 196-198.
- [11] Paul, Courtright, Amy, et al. Visual impairment in children in middle- and lower-income countries [J]. Archives of Disease in Childhood, 2011, 96(12): 1129.
- [12] 高宏程, 陈晨, 张迎秋, 等. 早产儿视网膜病变的危险因素研究进展 [J]. 国际眼科杂志, 2018, 18(1): 80-83.
- [13] 陈鹤. 早产儿视网膜病变危险因素分析及发病预测模型研究 [D]. 广州: 南方医科大学, 2019.
- [14] Modrzejewska M. Retinopathy of prematurity-pathogenesis and prevalence [J]. Ann Acad Med Stetin, 2006, 52(1): 67-72.
- [15] Lundgren P, Klevebro S, Brodin P, et al. Leucocytosis is associated with retinopathy of prematurity in extremely preterm infants [J]. Acta Paediatr, 2019, 108(7): 1357-1358.
- [16] Hong H, Lee H, Ko J, et al. Neonatal systemic inflammation in rats alters retinal vessel development and simulates pathologic features of retinopathy of prematurity [J]. Journal of Neuroinflammation, 2014, 11(1): 707-717.
- [17] Correa-Rocha R, Alicia Pérez, Lorente R, et al. Preterm neonates show marked leukopenia and lymphopenia that are associated with increased regulatory T-cell values and diminished IL-7 [J]. Pediatric Research, 2012, 71(5): 590.
- [18] Mosser D M, Edwards J P. Exploring the full spectrum of macrophage activation [J]. Nature Reviews Immunology, 2008, 8(12): 958-969.
- [19] 高翔, 王雨生. 巨噬细胞在小鼠氧诱导视网膜新生血管形成中的作用 [J]. 眼科新进展, 2015, 35(3): 201-204.
- [20] Jopling J, Henry E, Wiedmeier S E, et al. Reference ranges for hematocrit and blood hemoglobin concentration during the neonatal period: Data from a multihospital health care system [J]. Pediatrics, 2009, 123(2): 2008-2654.
- [21] Lundgren P, Athikarisamy S E, Patole S, et al. Duration of anaemia during the first week of life is an independent risk factor for retinopathy of prematurity [J]. Acta Paediatr, 2018, 107(5): 759-766.
- [22] Lundgren P, Hellgren G, Pivodic A, et al. Erythropoietin serum levels, versus anaemia as risk factors for severe retinopathy of prematurity [J]. Pediatr Res, 2019, 86(2): 276-282.
- [23] Dani C, Martelli E, Bertini G, et al. Effect of blood transfusions on oxidative stress in preterm infants [J]. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed, 2004, 89(5): F408-F411.
- [24] 申金付, 张琴, 李茂, 等. 中性粒细胞/淋巴细胞比值与糖尿病视网膜病变的相关性分析 [J]. 中国糖尿病杂志, 2016, 24(7): 617-621.
- [25] Hu Y X, Xu X X, Shao Y, et al. The prognostic value of lymphocyte-to-monocyte ratio in retinopathy of prematurity citation [J]. International Journal of Ophthalmology, 2017, 10(11): 1716-1721.
- [26] Kurtul B E. Neutrophil-to-lymphocyte ratio in ocular diseases: A systematic review [J]. International Journal of Ophthalmology, 2019, 12(12): 1951-1958.