

# 胎龄小于 32 周超低出生体重儿早产儿视网膜病变的危险因素分析及预测指标研究

陈嘉雯<sup>1,2</sup>, 李敏许<sup>2</sup>, 阮敏仪<sup>2</sup>, 骆庆明<sup>1,2</sup>

(1.广东医科大学,广东 湛江 524000;2.东莞市妇幼保健院新生儿科,广东 东莞 523000)

**[摘要]**目的 分析胎龄小于 32 周超低出生体重儿早产儿视网膜病变(ROP)的危险因素并探讨 ROP 发生的预测指标,为制定精准防控策略和改善预后提供科学依据。**方法** 基于回顾性研究,选择 2016 年 1 月至 2023 年 6 月在东莞市妇幼保健院治疗的 145 名胎龄小于 32 周超低出生体重儿为研究对象。根据视网膜筛查结果,分为 ROP 组(86 例)和非 ROP 组(59 例)。比较 2 组患儿临床资料及实验室指标,分析超低出生体重儿发生 ROP 的危险因素。**结果** 单因素结果显示:两组新生儿小于胎龄儿、胎膜早破、母亲妊娠期合并高血压、母亲妊娠期合并糖尿病、体外受精胚胎移植术率的比较,差异均有统计学意义( $\chi^2$ 值分别为 4.149、4.722、7.879、5.358、6.079,均  $P < 0.05$ )。ROP 组支气管肺发育不良(BPD)发生率、输注红细胞次数、有创呼吸通气时间及呼吸机辅助通气总时间高于非 ROP 组,差异有统计学意义( $\chi^2/Z$ 值分别为 3.860、-2.505、-3.070、-3.021,均  $P < 0.05$ )。两组血红蛋白、C-反应蛋白、活化部分凝血活酶时间 & 尿素比较,差异均有统计学意义( $t/Z$ 值分别为 2.070、-2.525、-2.258、-2.834,  $P < 0.05$ )。多因素二元 Logistic 回归分析显示:母亲妊娠期糖尿病( $OR = 3.605, 95\%CI: 1.385 \sim 9.387$ )及患儿呼吸机辅助通气总时间( $OR = 1.028, 95\%CI: 1.012 \sim 1.044$ )是 ROP 发生的独立危险因素( $P < 0.05$ )。受试者工作特征(ROC)曲线显示呼吸机辅助通气总时间对 ROP 的预测效果较好,其 ROC 曲线下面积(AUC)为 0.648( $95\%CI: 0.564 \sim 0.725$ ),灵敏度为 62.8%,特异度为 62.1%,截断值为 43.55 天。**结论** 母亲妊娠期糖尿病及患儿呼吸机辅助通气总时间是胎龄小于 32 周超低出生体重儿 ROP 发生的独立危险因素,且呼吸机辅助通气总时间对 ROP 的发生有较好的预测价值。

**[关键词]**超低出生体重儿;早产儿视网膜病变;危险因素;预测价值

Doi:10.3969/j.issn.1673-5293.2025.07.008

**[中图分类号]**R174

**[文献标识码]**A

**[文章编号]**1673-5293(2025)07-0058-06

## Risk factors and predictive markers for retinopathy of prematurity in extremely low birth weight infants born before 32 weeks of gestation

CHEN Jiawen<sup>1,2</sup>, LI Minxu<sup>2</sup>, RUAN Minyi<sup>2</sup>, LUO Qingming<sup>1,2</sup>

(1.Guangdong Medical University,Guangdong Zhanjiang 524000,China;2.Department of Neonatology, Dongguan Maternal and Child Health Hospital,Guangdong Dongguan 523000,China)

**[Abstract]****Objective** To analyze the risk factors for retinopathy of prematurity (ROP) in extremely low birth weight (ELBW) infants with a gestational age of less than 32 weeks and to explore predictive indicators of ROP occurrence,aiming to provide a scientific basis for precise prevention strategies and improved prognosis. **Methods** This retrospective study included 145 ELBW infants with a gestational age of  $< 32$  weeks who were hospitalized at Dongguan Maternal and Child Health Hospital between January 2016 and June 2023.According to retinal screening results,infants were divided into an ROP group ( $n = 86$ ) and a non-ROP group ( $n = 59$ ).Clinical characteristics and laboratory indicators were compared between the two groups to identify risk factors for ROP. **Results** Univariate analysis showed statistically significant differences between the two groups in terms of small for gestational age status,premature rupture of membranes,maternal gestational hypertension,maternal gestational diabetes mellitus,and rate of in vitro fertilization and embryo transfer ( $\chi^2 = 4.149, 4.722, 7.879, 5.358$  and  $6.079$ , respectively,  $P < 0.05$ ).The ROP group had significantly higher rates of bronchopulmonary dysplasia (BPD),more frequent red blood cell transfusions,longer durations of invasive ventilation,and total mechanical ventilation compared to the non-ROP group ( $\chi^2/Z = 3.860, -2.505, -3.070$  and  $-3.021$ , respectively,  $P < 0.05$ ).Significant differences were also observed in hemoglobin,C-reactive protein,activated partial thromboplastin time (APTT),and urea levels ( $t/Z = 2.070, -2.525, -2.258$  and  $-2.834$ , respectively,  $P < 0.05$ ).Multivariate

**[收稿日期]**2024-09-28

**[基金项目]**东莞市社会科技发展项目(20231800905282)

**[作者简介]**陈嘉雯(1990—),女,主治医师,主要从事超早产儿并发症研究。

**[通讯作者]**骆庆明,主任医师。

binary logistic regression identified maternal gestational diabetes ( $OR = 3.605, 95\%CI: 1.385-9.387$ ) and total mechanical ventilation duration ( $OR = 1.028, 95\%CI: 1.012-1.044$ ) as independent risk factors for ROP ( $P < 0.05$ ). Receiver operating characteristic (ROC) curve analysis demonstrated that total mechanical ventilation duration had moderate predictive value for ROP ( $AUC = 0.648, 95\%CI: 0.564-0.725$ ), with a sensitivity of 62.8%, specificity of 62.1%, and a cutoff value of 43.55 days. **Conclusion** Maternal gestational diabetes and prolonged total mechanical ventilation are independent risk factors for ROP in ELBW infants born before 32 weeks of gestation. Moreover, total mechanical ventilation duration shows moderate predictive value for the development of ROP.

[Key words] extremely low birth weight infant; retinopathy of prematurity; risk factor; predictive value

早产儿视网膜病变(retinopathy of prematurity, ROP)作为一种严重的眼科疾病,已被世界卫生组织确定为全球可预防的儿童期失明的主要原因之一<sup>[1-2]</sup>。随着新生儿医疗技术提升,早产儿存活率显著上升,ROP患病率也同步增加<sup>[3]</sup>。出生胎龄<32周和出生体重<1 500g的极低出生体重儿ROP发病率为25%~40%<sup>[4]</sup>,超低出生体重儿ROP发病率高达70%~75%<sup>[5]</sup>。为有效预防ROP引起的失明,根据当前指南的推荐,对于胎龄不超过32周或出生体重低于2 000g的早产儿和低出生体重儿,建议行ROP筛查,对于长期依赖氧气的患儿,筛查标准适当放宽<sup>[6]</sup>。而超低出生体重儿是ROP的关键群体,该群体涵盖ROP多种风险因素如低胎龄、低出生体重、氧疗、呼吸窘迫等。为有效规避临床诊疗实施中的危险因素,本研究运用新生儿早期临床数据,分析超低出生体重儿发生ROP的危险因素,从而早期识别,及时采取有效预防措施,降低ROP发病率,为临床医疗实践提供指导。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

将2016年1月至2023年6月本院新生儿重症监护室收治的145例小于32周超低出生体重儿纳入研究,男77例,女68例,所有监护人知情同意。纳入标准:①早产儿出生体重<1 000g;②出生胎龄<32周;③临床资料齐全。排除标准:①存在严重先天畸形;②眼部合并其他疾病(先天性白内障、眼底出血、脉络膜缺损等);③存在遗传代谢病或存在染色体异常;④死亡或自动出院;⑤因病情转院患儿;⑥病例资料不完整(包含母亲孕产期资料)。根据视网膜筛查结果将所有患儿分为ROP组86例;非ROP组59例。

### 1.2 眼底检查方法

眼底检查由经过专业资格培训的医护人员完成,使用美国科瑞医疗公司开发的RetCam3新生儿眼底系统进行检查。检查前排查禁忌症,先用散瞳滴眼液15min/次,共计3次,待瞳孔达到6mm大小后,再用表麻药物对眼底进行表面麻醉,最后经专用开睑器开睑、涂抹凝胶后开始眼底检查,按先右后左、从内至外的原则,对各象限(九方位)进行全面的检查。

### 1.3 ROP诊断标准

依据《中国早产儿视网膜病变筛查指南(2014年)》执行ROP首次筛查、复筛和终止筛查。参考国际早产儿视网膜病变分类(International Standard Classification of Retinopathy of Prematurity, ICROP)2005年修订版进行ROP的分区、分期及严重程度评估。

### 1.4 研究方法

采用回顾性研究方法,查阅病历,收集相关资料,包括:患儿住院期间一般情况(出生胎龄、出生体重、1分钟Apgar评分、5分钟Apgar评分、小于胎龄、窒息等)和孕母情况(妊娠期高血压、妊娠期糖尿病、绒毛膜羊膜炎、体外受精胚胎移植术、高龄产妇等);实验室指标,如入院时白细胞、血红蛋白、C-反应蛋白、血小板计数、血小板平均体积、入院动脉氧分压、乳酸水平、压氧指数等;并发症及治疗情况,如坏死性小肠结肠炎(necrotizing enterocolitis, NEC)、颅内出血、支气管肺发育不良(bronchopulmonary dysplasia, BPD)、败血症、住院期间输注红细胞量与次数、无创通气时间、机械通气时间等。比较ROP组和非ROP组患儿和母亲临床资料、并发症的发生率及治疗有无差异,分析胎龄小于32周超低出生体重儿发生ROP的危险因素。

### 1.5 统计学分析

采用软件 SPSS 26.0 进行统计分析。计量资料进行 Kolmogorov-Smirnov 正态性检验,不服从正态分布以  $M(P_{25}, P_{75})$  来表示,两组间比较采用 Mann-Whitney U 秩和检验;服从正态分布以均值±标准差( $\bar{x} \pm s$ )来表示,两组间比较采用两独立样本  $t$  检验;计数资料以  $n(\%)$  来表示,采用卡方检验来比较组间差异。对于因变量 ROP 是否发生,单因素分析有意义的因素再次纳入二元 logistic 回归模型(向前法)得出独立影响因素,模型拟合时以  $\alpha_{\text{入}} = 0.05$ 、 $\alpha_{\text{出}} = 0.10$  对变量进行纳入和剔除。采用 Medcalc 软件绘制受试者工作特征(receiver operating charac-

teristic, ROC) 曲线并计算曲线下面积(area under curve, AUC),得出各指标诊断效能与截断值,其中  $AUC > 0.80$  为效能较高,  $0.50 \sim 0.80$  为中等,  $AUC \leq 0.50$  为无意义。均为双侧检验,  $P < 0.05$  为差异具有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 临床资料比较

两组新生儿小于胎龄儿、胎膜早破、母亲妊娠期合并高血压、母亲妊娠期合并糖尿病、体外受精胚胎移植术率的比较,差异均有统计学意义( $\chi^2$  值分别为 4.149、4.722、7.879、5.358、6.079,  $P < 0.05$ )。见表 1。

表 1 非 ROP 组和 ROP 组患儿基本特征 [ $M(P_{25}, P_{75})$ ,  $n(\%)$ ,  $\bar{x} \pm s$ ]

Table 1 Basic characteristics of children in non ROP group and ROP group [ $M(P_{25}, P_{75})$ ,  $n(\%)$ ,  $\bar{x} \pm s$ ]

| 临床资料          | 非 ROP 组(n=59)         | ROP 组(n=86)           | $\chi^2/Z/t$ | $P$   |
|---------------|-----------------------|-----------------------|--------------|-------|
| 出生胎龄(周)       | 27.00(26.00,29.00)    | 27.00(26.00,28.00)    | -0.555       | 0.579 |
| 出生体重(g)       | 900.00(840.00,940.00) | 880.00(800.00,950.00) | -1.157       | 0.247 |
| 性别(男/女)       | 37(62.71)/22(37.29)   | 40(46.51)/46(53.49)   | 3.688        | 0.055 |
| 剖宫产妊娠         | 42(71.18)             | 49(56.98)             | 3.023        | 0.082 |
| 小于胎龄儿         | 23(38.98)             | 20(23.26)             | 4.149        | 0.042 |
| 母亲多胎妊娠        | 9(15.25)              | 22(25.58)             | 2.220        | 0.136 |
| 出生窒息史         | 8(13.56)              | 19(22.09)             | 1.682        | 0.195 |
| 羊水异常          | 8(13.56)              | 15(17.44)             | 0.395        | 0.530 |
| 胎膜早破          | 7(11.86)              | 23(26.74)             | 4.722        | 0.030 |
| 1 分钟 Apgar(分) | 8.81±2.00             | 8.55±2.00             | 0.790        | 0.431 |
| 5 分钟 Apgar(分) | 9.44±1.26             | 9.40±1.09             | 0.231        | 0.818 |
| 产前使用地塞米松      | 49(83.05)             | 72(83.72)             | 0.011        | 0.915 |
| 母亲妊娠期合并高血压    | 30(50.85)             | 24(27.90)             | 7.879        | 0.005 |
| 母亲妊娠期合并糖尿病    | 7(11.86)              | 24(27.90)             | 5.358        | 0.021 |
| 母亲年龄≥35 岁     | 15(25.42)             | 23(26.74)             | 0.032        | 0.859 |
| 体外受精胚胎移植术     | 8(13.56)              | 27(31.40)             | 6.079        | 0.014 |
| 宫内窘迫          | 18(30.51)             | 16(18.60)             | 2.762        | 0.097 |
| 绒毛膜羊膜炎        | 14(23.73)             | 27(31.40)             | 1.014        | 0.314 |
| 宫内感染          | 21(35.59)             | 31(36.05)             | 0.003        | 0.955 |

### 2.2 住院期间并发症及治疗比较

ROP 组 BPD 发生率、输注红细胞次数、有创呼吸通气时间及呼吸机辅助通气总时间明显高于非 ROP 组,差异有统计学意义( $\chi^2/Z$  值分别为 3.860、-2.505、-3.070、-3.021,  $P < 0.05$ ),见表 2。

### 2.3 不同预后患者入院时实验室指标比较

ROP 组和非 ROP 组患儿血红蛋白、C-反应蛋白、活化部分凝血活酶时间及尿素比较,差异均有统计学意义( $t/Z$  值分别为 2.070、-2.525、-2.258、-2.834,  $P < 0.05$ ),见表 3。

表 2 两组患儿并发症及治疗比较[n(%),M(P<sub>25</sub>,P<sub>75</sub>)]

Table 2 Comparison of the clinical data and complications of the children [n(%),M(P<sub>25</sub>,P<sub>75</sub>)]

| 并发症及治疗         | 非 ROP 组(n=59)       | ROP 组(n=86)          | $\chi^2/Z$ | P     |
|----------------|---------------------|----------------------|------------|-------|
| 颅内出血           | 17(28.81)           | 28(32.56)            | 0.229      | 0.632 |
| 败血症            | 3(5.08)             | 13(15.12)            | 3.587      | 0.058 |
| NEC            | 22(37.29)           | 23(26.74)            | 1.818      | 0.178 |
| BPD            | 34(57.62)           | 63(73.26)            | 3.860      | 0.049 |
| 入院最大吸氧浓度(%)    | 30(25,35)           | 30(26,40)            | -0.590     | 0.555 |
| 生后二周末体重增长率(kg) | 0.13(0.04,0.21)     | 0.11(0.02,0.21)      | -0.644     | 0.519 |
| 输红细胞次数(次)      | 4.00(2.00,6.00)     | 6.00(4.00,7.00)      | -2.505     | 0.012 |
| 输血量(mL)        | 82.00(39.00,115.00) | 101.00(65.00,124.25) | -1.866     | 0.062 |
| 无创呼吸通气时间(d)    | 21.50(7.17,36.43)   | 27.14(17.34,35.63)   | -1.487     | 0.137 |
| 有创呼吸通气时间(d)    | 3.92(0.00,27.71)    | 26.49(4.54,36.84)    | -3.070     | 0.002 |
| 呼吸机辅助通气总时间(d)  | 38.28(20.59,56.48)  | 50.84(33.74,66.68)   | -3.021     | 0.003 |

表 3 不同预后患儿实验室指标比较[M(P<sub>25</sub>,P<sub>75</sub>), $\bar{x}\pm s$ ]

Table 3 Comparison of laboratory indicators of patients with different prognosis [M(P<sub>25</sub>,P<sub>75</sub>), $\bar{x}\pm s$ ]

| 指标                      | 非 ROP 组(n=59)         | ROP 组(n=86)           | $\chi^2/Z/t$ | P     |
|-------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------|-------|
| 白细胞数( $\times 10^9/L$ ) | 7.19(4.90,14.99)      | 7.57(5.58,10.73)      | -0.722       | 0.470 |
| 血小板数( $\times 10^9/L$ ) | 193.00(140.00,251.00) | 199.00(161.00,251.00) | -0.865       | 0.387 |
| 血红蛋白(g/L)               | 163.20 $\pm$ 25.54    | 153.71 $\pm$ 28.17    | 2.070        | 0.040 |
| 红细胞比积(%)                | 48.51 $\pm$ 6.92      | 46.28 $\pm$ 7.38      | 1.830        | 0.069 |
| 血小板平均体积(fL)             | 10.11 $\pm$ 1.01      | 10.12 $\pm$ 0.85      | -0.058       | 0.954 |
| C-反应蛋白(mg/dL)           | 0.50(0.30,0.87)       | 0.80(0.30,1.41)       | -2.525       | 0.012 |
| pH 值                    | 7.34 $\pm$ 0.11       | 7.33 $\pm$ 0.13       | 0.474        | 0.636 |
| 氧分压(mmHg)               | 91.00(55.00,159.00)   | 88.50(60.75,131.00)   | -0.137       | 0.891 |
| 二氧化碳分压(mmHg)            | 42.00(32.00,51.00)    | 42.00(33.00,52.00)    | -0.179       | 0.858 |
| 全血剩余碱(mmol/L)           | -3.40(-5.60,-2.40)    | -4.10(-5.43,-1.20)    | -0.117       | 0.907 |
| 乳酸(mmol/L)              | 3.20(2.20,4.80)       | 2.95(1.70,4.50)       | -1.343       | 0.179 |
| 氧合指数(mmHg)              | 295.24(183.30,500.00) | 299.99(188.00,433.75) | -0.201       | 0.841 |
| 总胆红素( $\mu$ mol/L)      | 93.01 $\pm$ 31.27     | 84.18 $\pm$ 23.93     | 1.831        | 0.070 |
| 活化部分凝血活酶时间(s)           | 70.50(55.70,89.50)    | 78.00(66.03,100.08)   | -2.258       | 0.024 |
| 尿素(mmol/L)              | 5.23(3.95,6.71)       | 6.40(5.17,7.66)       | -2.834       | 0.005 |
| 肌酐( $\mu$ mol/L)        | 91.00(81.00,106.00)   | 85.00(72.75,99.25)    | -1.544       | 0.123 |

2.4 多因素 Logistic 回归分析 ROP 的影响因素

患儿母亲存在妊娠期糖尿病( $OR=3.605$ ,  $95\%CI:1.385\sim9.387$ )及患儿呼吸机辅助通气总时间( $OR=1.028$ ,  $95\%CI:1.012\sim1.044$ )是 ROP 发生的独立危险因素( $P<0.05$ ),见表 4。

2.5 各指标对 ROP 的预测价值

ROC 曲线显示呼吸机辅助通气总时间对 ROP 的预测效果较好,AUC 为 0.648( $95\%CI:0.564\sim0.725$ ),截断值为 43.55 天,灵敏度 62.8%,特异度 62.1%。见表 5 和图 1。

表 4 ROP 的危险因素 Logistic 回归分析

Table 4 Risk factors for retinopathy of prematurity

| 指标              | $\beta$ | 标准误差  | 瓦尔德    | 显著性   | OR    | 95%CI |       |
|-----------------|---------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|
|                 |         |       |        |       |       | 下限    | 上限    |
| 母亲妊娠期糖尿病        | 1.282   | 0.488 | 6.900  | 0.009 | 3.605 | 1.385 | 9.387 |
| 患儿呼吸机辅助通气总时间(d) | 0.027   | 0.008 | 11.473 | 0.001 | 1.028 | 1.012 | 1.044 |
| 常量              | -1.084  | 0.416 | 6.783  | 0.009 | 0.338 |       |       |

表 5 呼吸机辅助通气总时间对 ROP 的预测价值

Table 5 Predictive value of the total duration of ventilation for ROP

| 指标            | AUC   | S.E.  | 灵敏度(%) | 特异度(%) | 约登指数  | P     | AUC 的 95%CI | 截断值   |
|---------------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|-------------|-------|
| 呼吸机辅助通气总时间(d) | 0.648 | 0.047 | 62.8   | 62.1   | 0.255 | 0.001 | 0.564~0.725 | 43.55 |

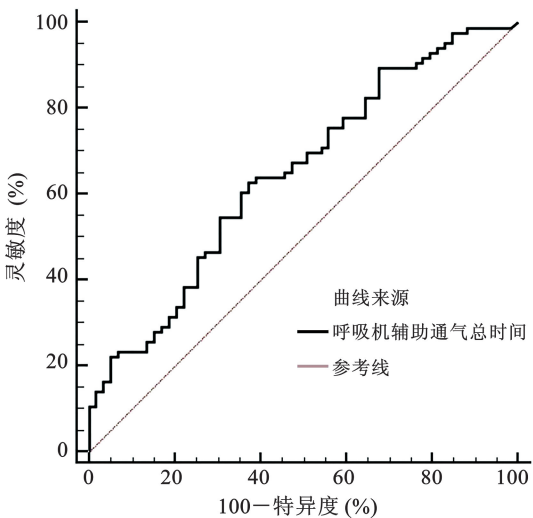


图 1 呼吸机辅助通气总时间预测 ROP 的 ROC 曲线

Fig.1 ROC curve for predicting ROP based on total duration of mechanical ventilation

3 讨论

随着医疗科技的进步,超低出生体重儿 ROP 发生率并未降低,有研究显示出生体重小于 750g 的超低出生体重儿 ROP 发生率从 35% 增至 55%<sup>[7]</sup>。ROP 每年导致美国约 550 名、全球约 50 000 名婴儿失明<sup>[8]</sup>,凸显其对视力的严重威胁。对于超低出生体重儿这一 ROP 高危人群,需进一步探索有效临床防治措施,降低 ROP 发生率。

3.1 母孕期疾病与 ROP

根据现有研究数据,低胎龄、低出生体质量以及吸氧史为 ROP 发生的三大核心风险因素<sup>[9]</sup>。本研究探索超低出生体重儿发生 ROP 的风险因素,选取出生胎龄<32 周、体重<1 000g 的高危群体为研究样本,减小群体差异导致的选择性偏倚。多因素

Logistic 回归分析结果显示,母亲存在妊娠期糖尿病是 ROP 发生的独立危险因素。与何珊、Opara 等<sup>[10-11]</sup>研究结果相符,孕期高血糖可能刺激胎儿产生氧化应激反应,导致胎儿血管壁的阻力增加及器官血流改变,进而加剧胎儿视网膜的缺氧状况,导致视网膜发育异常,最终诱发 ROP。

3.2 机械通气时间与 ROP

本研究显示,ROP 组与非 ROP 组的机械通气时间差异具有统计学意义。多因素 Logistic 回归分析提示患儿呼吸机辅助通气的总时长是 ROP 发生的独立危险因素。与目前研究结果相符,侵入性呼吸治疗与 ROP 有关<sup>[12]</sup>。现有报道显示高经皮血氧饱和度目标值与 ROP 的严重程度及其发病率存在显著的关联性<sup>[13]</sup>。有创机械通气可加剧患儿氧饱和度波动,影响视网膜血管正常发育,导致异常增殖<sup>[14]</sup>。研究显示,高眼内氧分压和氧合波动损害新视网膜血管,延迟正常发育,导致缺血、血管增生及成纤维细胞过度生长<sup>[15]</sup>。本研究应用 ROC 曲线进行分析,结果显示患儿呼吸机辅助通气总时间对 ROP 具有较好的预测效能,其 ROC 曲线下面积达到 0.648,且截断值确定为 43.55 天。因此,为降低超低出生体重儿 ROP 的发生率,优化呼吸支持策略、密切监测氧合波动并尽早撤离呼吸支持显得尤为重要。

其次,本研究显示两组患儿入院时最大吸氧浓度、动脉氧分压、压氧指数无统计学差异,考虑与 ROP 是一种血管异常生长引起的发展性疾病,其与长期高氧暴露、氧化应激导致 ROP 的信号通路失调有关<sup>[16]</sup>。荣辉等<sup>[17]</sup>研究显示,吸氧持续时间>7d 是极低出生体重儿 ROP 的独立危险因素。基于此,建议超低出生体重儿机械通气过程中早期将目标氧

饱和度调整至相对较低的安全水平,减少视网膜高氧状态<sup>[18]</sup>。由于早产儿存在氧气严格控制的需求,目前由氧合监测装置、气体输送系统和吸入氧浓度(fraction of inspiration O<sub>2</sub>, FiO<sub>2</sub>)调整时间等组成的自动氧气控制(automated oxygen control, AOC)系统临床尚未广泛应用<sup>[19]</sup>。关于 AOC 系统对超低出生体重儿临床结局影响,包括其对延长通气时间、死亡率、ROP 等方面的潜在影响,目前正处于深入研究阶段<sup>[20]</sup>。

本研究存在以下局限性,数据来源于单中心,未对临床因素做进一步分类分析,如呼吸支持方式、吸氧持续时间、经皮血氧饱和度波动等。综上所述,对于 ROP 这一预防性视网膜病变,防控工作的核心在于避免危险因素,降低呼吸机使用时间、预防氧损害。通过实施综合性的防控措施,有望在 ROP 的防治工作中发挥关键作用。

#### [参考文献]

- [1]中华医学会眼科学分会眼底病学组,中国医师协会眼科医师分会眼底病专委会.中国早产儿视网膜病变分类和治疗专家共识(2023年)[J].中华眼底病杂志,2023,39(9):720-727.
- [2]金子凡,庞玉冰,叶黎离,徐艳.出生后第一周胆汁酸水平与早产儿视网膜病变的关系[J].中国妇幼健康研究,2025,36(3):1-6.
- [3]Kratika B, Roshan P, Swapneel M, et al. A narrative review on managing retinopathy of prematurity: insights into pathogenesis, screening, and treatment strategies[J]. Cureus, 2024, 16(3): e56168.
- [4]Bas A Y, Demirel N, Koc E, et al. Incidence, risk factors and severity of retinopathy of prematurity in Turkey (TR-ROP study): a prospective, multicentre study in 69 neonatal intensive care units[J]. Br J Ophthalmol, 2018, 102(12): 1711-1716.
- [5]Lekha T, Divya B, Anubhav G, et al. Retinopathy of prematurity in extreme preterm and extreme low-birth-weight infants: incidence, course, and risk factors[J]. Middle East Afr J Ophthalmol, 2023, 30(3): 136-140.
- [6]中华医学会儿科学分会新生儿学组,中华儿科杂志编辑委员会.高危新生儿眼病筛查分类管理专家共识(2024)[J].中华儿科杂志,2024,62(6):509-513.
- [7]Audina M B, Kenneth C F, Timothy M, et al. Retinopathy of prematurity: advances in the screening and treatment of retinopathy of prematurity using a single center approach[J]. Am J Ophthalmol, 2022, 233(1): 189-215.
- [8]Andreas S, Emine A S, Wu W C, et al. Effect of intravitreal aflibercept vs laser photocoagulation on treatment success of retinopathy of prematurity: the FIREFLY randomized clinical trial[J]. JAMA, 2022, 328(4): 348-359.
- [9]Sarolta H T, Gyula T, Balazs H, et al. Airway management may influence postoperative ventilation need in preterm infants after laser eye treatment[J]. Pediatric research, 2024, 22(6): 1-7.
- [10]Opara C N, Akintorin M, Byrd A, et al. Maternal diabetes mellitus as an independent risk factor for clinically significant retinopathy of prematurity severity in neonates less than 1500g[J]. PLoS One, 2020, 15(8): 1-12.
- [11]何珊,张苗.早产儿视网膜病变早期预测模型构建分析[J].山西医药杂志,2023,52(21):1655-1659.
- [12]李勇,刘佳,许维馨,等.双胎极低出生体重早产儿 ROP 筛查结果及相关因素分析[J].中国妇幼健康研究,2022,33(9):22-26.
- [13]Marcela M E, Lauren A T, Yinxi Y, et al. Daily oxygen supplementation and risk of retinopathy of prematurity[J]. Ophthalmic epidemiology, 2023, 30(3): 317-325.
- [14]Hylke H S, Sophie J C, Arjan B P, et al. Comparison of two devices for automated oxygen control in preterm infants: a randomised crossover trial[J]. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed, 2022, 107(1): 20-25.
- [15]杨小凤,丁欣.支气管肺发育不良并发早产儿视网膜病的临床影响因素分析[J].中国妇幼健康研究,2023,34(12):14-20.
- [16]Lauren T, Joseph W W, David G, et al. Apnea of prematurity and oxidative stress: potential implications[J]. Antioxidants (Basel), 2024, 13(11): 1304.
- [17]荣辉,毛国顺,刘梅,等.极低出生体质量早产儿视网膜病变危险因素分析及风险评分系统模型构建[J].临床军医杂志,2023,51(9):940-944.
- [18]Alison F, Madeline B, Regan E G, et al. Exposure to persistent hemodynamically significant patent ductus arteriosus is associated with retinopathy of prematurity[J]. J AAPOS, 2024, 28(3): 103923.
- [19]Dargaville P A, Marshall A P, Ladow O J, et al. Automated control of oxygen titration in preterm infants on non-invasive respiratory support[J]. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed, 2022, 107(1): 39-44.
- [20]Kaltsogianni O, Dassios T, Greenough A. Does closed-loop automated oxygen control reduce the duration of mechanical ventilation? A randomised controlled trial in ventilated preterm infants[J]. Trials, 2022, 23(1): 276-286.

[专业责任编辑:史晓薇]

[中文编辑:刘昕田;英文编辑:方柳]