

# 血流动力学指标对早产儿支气管肺发育不良的预测价值研究



扫描二维码  
查看原文

贾楠<sup>1</sup>, 贺玉娟<sup>1</sup>, 赵晓晓<sup>1</sup>, 张卫星<sup>2\*</sup>

**【摘要】** 背景 随着我国极早产儿和超早产儿存活率的提高,早产儿支气管肺发育不良(BPD)的发生率也逐年上升,严重影响早产儿生命安全及生存质量。早产儿在发生BPD的过程中存在不同程度血流动力学指标改变,但有关早产儿血流动力学指标与BPD发生的研究相对较少。目的 探讨血流动力学指标对早产儿发生BPD的预测价值。方法 选取新乡市中心医院2018年9月至2020年12月收治的出生1h内入院的161例胎龄<32周的早产儿为研究对象。收集早产儿一般资料,包括胎龄、出生体质量、性别、分娩方式;记录早产儿基础疾病及并发症,根据早产儿是否发生BPD将其分为BPD组( $n=65$ )和对照组( $n=96$ )。记录早产儿出生后1h、12h、24h、48h、72h、96h、5d、6d、7d的脉搏灌注指数(PI);记录早产儿入院后1h、12h及24h的血乳酸值;根据新生儿危重病例评分(NCIS),选择病情危重和极危重的早产儿33例(其中BPD组16例,对照组17例)进行有创动脉血压监测,并记录监测1h、12h、24h的平均动脉压(MAP)。比较两组患儿检查结果,应用受试者工作特征曲线(ROC曲线)评估PI、血乳酸值对早产儿发生BPD的预测价值。结果 确诊BPD早产儿共65例,发病率40.3%(65/161)。两组早产儿胎龄、出生体质量、性别、分娩方式比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ );BPD组新生儿窒息、新生儿呼吸窘迫综合征、新生儿肺炎及ROP发生率高于对照组( $P<0.05$ );两组早产儿败血症、动脉导管未闭、肺出血、脑室内出血、化脓性脑膜炎、贫血发生率比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ )。两组早产儿出生后1h、12h及24h的PI比较,差异均有统计学意义( $P<0.05$ );两组早产儿入院后1h血乳酸值比较,差异有统计学意义( $P<0.05$ );两组中病情危重和极危重早产儿不同时段MAP比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ )。出生后1h、12h、24hPI预测BPD发生的ROC曲线下面积(AUC)分别为0.847[95%CI(0.788, 0.906),  $P<0.001$ ]、0.776[95%CI(0.705, 0.846),  $P<0.001$ ]、0.695[95%CI(0.613, 0.778),  $P<0.001$ ];最佳截断值分别为0.55、1.15、1.45;灵敏度分别为76.9%、86.2%、81.5%;特异度分别为75.0%、60.4%、51.0%;入院后1h血乳酸值预测BPD发生的AUC为0.762[95%CI(0.686, 0.837),  $P<0.001$ ],最佳截断值为6.55,灵敏度为81.5%,特异度为68.7%。结论 血流动力学指标PI及乳酸值的改变与早产儿BPD的发生具有相关性,胎龄<32周早产儿出生后24h内PI对于BPD的预测有一定价值,但仍需进一步研究。

**【关键词】** 支气管肺发育不良; 婴儿, 早产; 血流动力学; 灌注指数; 乳酸; 平均动脉压; 预测

**【中图分类号】** R 563.9 **【文献标识码】** A DOI: 10.12114/j.issn.1007-9572.2021.01.414

贾楠, 贺玉娟, 赵晓晓, 等. 血流动力学指标对早产儿支气管肺发育不良的预测价值研究[J]. 中国全科医学, 2022, 25(8): 963-968. [www.chinagp.net]

JIA N, HE Y J, ZHAO X X, et al. Predictive value of hemodynamic indicators for bronchopulmonary dysplasia in preterm infants [J]. Chinese General Practice, 2022, 25(8): 963-968.

**Predictive Value of Hemodynamic Indicators for Bronchopulmonary Dysplasia in Preterm Infants** JIA Nan<sup>1</sup>, HE Yujuan<sup>1</sup>, ZHAO Xiaoxiao<sup>1</sup>, ZHANG Weixing<sup>2\*</sup>

1.The Fourth Clinical College of Xinxiang Medical University, Xinxiang 453000, China

2.Xinxiang Central Hospital, Xinxiang 453000, China

\*Corresponding author: ZHANG Weixing, Chief physician; E-mail: zhangweixing0420@126.com

**【Abstract】** **Background** In China, the growing prevalence of bronchopulmonary dysplasia (BPD) in increased number of survived very preterm and extremely preterm infants, seriously endangers the life and impairs quality of life in this population. There are different degrees of hemodynamic changes in preterm infants in the process of developing BPD, however, there are relatively few studies about the correlation between the occurrence of BPD and hemodynamic indicators in preterm infant.

基金项目: 河南省医学科技攻关计划联合共建项目(2018020926)

1.453000 河南省新乡市, 新乡医学院第四临床学院 2.453000 河南省新乡市中心医院

\*通信作者: 张卫星, 主任医师; E-mail: zhangweixing0420@126.com

本文数字出版日期: 2022-01-25

**Objective** To examine predictive value of the hemodynamic indexes for BPD in premature infants. **Methods** One hundred and sixty-one premature infants (hospitalized within 1 hour of birth, gestational age <32 weeks) were selected from Xinxiang Central Hospital from September 2018 to December 2020. The general data (gestational age, birth weight, sex, and mode of delivery) were collected; the basic diseases and other complications of preterm infants were collected, compared between two groups of infants divided by the prevalence of BPD ( $n=65$ ) or not ( $n=96$ ). PI values (measured at 1, 12, 48, 72 and 96 hours after delivery, and on the 5th, 6th, and 7th days after delivery, respectively), and serum lactic acid levels (measured at 1, 12, and 24 hours after admission, respectively) were collected. Mean arterial pressure (MAP) levels measured by arterial pressure monitoring at 1, 12 and 24 hours after admission for 33 infants (16 in BPD group and 17 in the control group) with critical or extremely critical conditions suggested by neonatal critical illness score were also collected. Compare the results between two groups, the receiver operating characteristic (ROC) curve was plotted to evaluate the predictive value of PI, serum lactic acid and MAP for BPD in preterm infants. **Results** Sixty-five out of the 161 cases [40.3% (65/161)] were diagnosed with BPD. Preterm infants with and without BPD had no statistically significant differences in gestational age, birth weight, gender, and mode of delivery ( $P>0.05$ ). Preterm infants with BPD had higher incidence of neonatal asphyxia, neonatal respiratory distress syndrome, neonatal pneumonia, and retinopathy of prematurity than those without ( $P<0.05$ ). Preterm infants with and without BPD had no statistically significant differences in sepsis, pulmonary hemorrhage, PDA, IVH, purulent meningitis and anemia ( $P>0.05$ ). PI values at 1, 12 and 24 hours after birth differed significantly between the two groups ( $P<0.05$ ). Serum lactic acid at 1 hour after admission differed significant between the two groups ( $P<0.05$ ). MAP levels at different time periods showed no significant differences between critical and extremely critical preterm infants with and without BPD ( $P>0.05$ ). In predicting BPD, the PI at 1-hour, 12-hour, and 24-hour was 0.847 [95%CI (0.788, 0.906),  $P<0.001$ ], 0.776 [95%CI (0.705, 0.846),  $P<0.001$ ], 0.695 [95%CI (0.613, 0.778),  $P<0.001$ ], respectively; the optimal cutoff value was chosen as 0.55, 1.15, 1.45, with the sensitivity of 76.9%, 86.2%, 81.5% and the specificity of 75.0%, 60.4%, 51.0%; serum lactic acid at 1 hour after birth had an AUC of 0.762 [95%CI (0.686, 0.837),  $P<0.001$ ], the optimal cutoff value was chosen as 6.55, with the sensitivity of 81.5%, and the specificity of 68.7%. **Conclusion** In preterm infants with a gestational age <32 weeks, the change of hemodynamic indicatou PI and lactic acid value maybe correlated with the occurrence of BPD. PI value within 24 hours after birth may be an early predictor for BPD, but further research is still needed.

**【Key words】** Bronchopulmonary dysplasia; Infant, remature; Hemodynamics; Perfusion index; Lactic acid; Mean arterial pressure; Forecasting

支气管肺发育不良 (BPD) 是早产儿常见的慢性肺部疾病。随着我国极早产儿和超早产儿存活率的逐渐升高, BPD 的发生率也逐年上升, 严重影响早产儿生命安全及生存质量。BPD 的发生与多种因素有关, 国内外学者多认为其本质是各种不利因素 (如氧中毒、炎症及气压伤等) 对早产儿发育不成熟的肺造成慢性损伤, 导致肺泡和肺血管发育受阻, 以及肺组织和肺血管受损后的异常修复<sup>[1-2]</sup>。微循环灌注不足、组织缺氧、生命器官能量供需失衡, 均可引起早产儿肺部毛细血管缺血、缺氧, 肺泡组织发育不良, 最终可导致 BPD 的发生<sup>[3]</sup>。通过监测血流动力学指标变化以预测 BPD 发生的方法少有报道。脉搏灌注指数 (PI) 是脉搏血氧饱和度仪新增的反映外周组织灌注情况的指标, 可以反映早产儿血流动力学状态; 乳酸是机体无氧代谢的产物, 可以反映机体的真实灌注情况和氧合状态; 平均动脉压 (MAP) 是临床上常用的宏观血流动力学指标, 可以反映各脏器血液灌注的情况。本研究主要探讨围生期早产儿血流动力学指标与 BPD 发生的相关性, 分析 PI、血乳酸值及 MAP 对早产儿发生 BPD 的预测价值。

#### 本文的创新点:

(1) 本文通过分析脉搏灌注指数 (PI)、血乳酸值和平均动脉压 (MAP) 与早产儿支气管肺发育不良 (BPD) 之间的相关性, 证实早产儿出生后 24 h 内 PI 对发生 BPD 有一定的预测价值, 值得临床关注; (2) PI 是脉搏血氧饱和度仪新增的参数, 可以反映早产儿血流动力学状态。与血乳酸值及 MAP 检测相比, PI 监测具有无创、操作简便、实时连续等优点, 适合在新生儿中应用, 具有较强的临床实用价值; (3) 在实际临床工作中, 若能早期发现血流动力学指标不稳定及外周组织灌注不足, 并进行相应临床干预, 可能会降低 BPD 发生率。

#### 本文的局限性:

本研究为单中心研究, 纳入的样本量相对较少; 研究只记录了出生后 1 周的 PI 值, 记录时间较短。还需进一步开展多中心、大样本的研究加以验证。

## 1 对象与方法

1.1 研究对象 选取 2018 年 9 月至 2020 年 12 月新乡

市中心医院新生儿重症监护室收治的 161 例胎龄 <32 周的早产儿为研究对象, 根据早产儿是否发生 BPD 将其分为 BPD 组和对照组。BPD 组 65 例, 男 29 例 (44.6%)、女 36 例 (55.4%) ; 胎龄 25.2~31.6 周, 平均胎龄 (29.0 ± 1.5) 周。对照组 96 例, 男 49 例 (51.0%)、女 47 例 (49.0%) ; 胎龄 25.3~31.4 周, 平均胎龄 (29.5 ± 1.4) 周。本研究经新乡市中心医院伦理委员会批准 (批准号: 2019-047), 早产儿家属均签署知情同意书。

1.2 纳入标准与排除标准 纳入标准: (1) 胎龄 <32 周; (2) 出生后 1 h 内入院; (3) 临床资料完整; (4) 住院时间 ≥ 28 d。排除标准: (1) 复杂型先天性心脏病; (2) 染色体异常; (3) 遗传代谢病; (4) 严重先天畸形; (5) 临床资料不完整。

### 1.3 观察指标

1.3.1 一般资料收集 由受过培训的人员通过电子病历系统收集早产儿一般资料, 包括胎龄、出生体质量、性别、分娩方式。

1.3.2 早产儿基础疾病及并发症诊断标准 早产儿基础疾病 [ 新生儿呼吸窘迫综合征 (NRDS)、新生儿肺炎、新生儿败血症、动脉导管未闭 (PDA) ] 与早产儿并发症 [ BPD、新生儿窒息、肺出血、脑室内出血 (IVH)、化脓性脑膜炎、贫血、早产儿视网膜病变 (ROP) ] 的诊断标准均参考第五版《实用新生儿学》<sup>[4]</sup>。

1.3.3 血流动力学指标监测 (1) PI 监测方法: 所有早产儿经常规保暖、气道清理等处置后放入闭式暖箱, 暖箱温度和湿度根据早产儿出生体质量及日龄调节, 以维持恒定的中性温度。早产儿入暖箱后, 将 Masimo Radical-7 (迈心诺, 生产厂家: 墨西哥 Masimo Corporation) 血氧饱和度检测仪探头连接于早产儿右手掌部进行动态 PI 监测, 记录早产儿安静状态下、波形稳定后 5 min 内 PI, 1 min 记录 1 次, 取 5 次数值平均值为早产儿的最终 PI, 按上述方法连续记录早产儿出生后 1 h、12 h、24 h、48 h、72 h、96 h、5 d、6 d、7 d 的 PI, 共收集 9 组数据。(2) 血乳酸值检测方法: 于早产儿入院后 1 h、12 h、24 h 抽取动脉血 0.1 ml 进行血气分析并记录血乳酸值。采血者常规洗手、戴灭菌口罩, 核对早产儿姓名、床号, 对拟穿刺部位皮肤进行消毒, 使用肝素化的空针抽取动脉血 0.1 ml, 采用 ABL90FLEX

(雷度米特, 生产厂家: 丹麦雷度米特医疗设备有限公司) 血气分析仪进行检测。(3) MAP 监测方法: 根据新生儿危重病例评分 (NCIS)<sup>[5]</sup> 标准, 选取两组评分提示病情危重和极危重 (>90 分为非危重, 70~90 分为危重, <70 分为极危重) 的早产儿 33 例 (其中 BPD 组 16 例、对照组 17 例) 进行有创血压监测。以桡动脉或股动脉为穿刺部位放置动脉留置针, 穿刺成功后连接测压装置进行有创动脉血压监测, 并记录监测 1 h、12 h、24 h 的 MAP, 仪器采用 Mindray Bene View T8 (迈瑞, 生产厂家: 深圳迈瑞医疗电子股份有限公司) 监护仪。

1.4 统计学方法 采用 SPSS 22.0 统计学软件进行数据分析。符合正态分布的计量资料以 ( $\bar{x} \pm s$ ) 表示, 两组间比较采用独立样本 *t* 检验; 计数资料以相对数表示, 两组间比较采用  $\chi^2$  检验。应用受试者工作特征 (ROC) 曲线评估 PI、血乳酸值及 MAP 对早产儿发生 BPD 的预测价值, 确定最佳截断值并计算 ROC 曲线下面积 (AUC)、灵敏度、特异度。AUC 介于 0.5~0.7 表示预测价值较差, AUC 介于 0.7~0.9 表示预测价值中等, AUC > 0.9 表示预测价值较好。以 *P* < 0.05 为差异有统计学意义。

## 2 结果

2.1 两组早产儿一般资料比较 两组间早产儿胎龄、出生体质量、性别、分娩方式比较, 差异无统计学意义 (*P* > 0.05), 见表 1。

2.2 两组早产儿基础疾病及并发症发生情况比较 两组 NRDS、新生儿肺炎发生率比较, 差异有统计学意义 (*P* < 0.05); 两组新生儿败血症、PDA 发生率比较, 差异无统计学意义 (*P* > 0.05)。两组早产儿并发症比较, 结果显示: 两组新生儿窒息、ROP 发生率比较, 差异有统计学意义 (*P* < 0.05); 两组在肺出血、IVH、化脓性脑膜炎、贫血发生率比较, 差异无统计学意义 (*P* > 0.05), 见表 2。

2.3 两组早产儿出生后不同时间点 PI 比较 BPD 组早产儿在出生后 1 h、12 h、24 h 的 PI 低于对照组, 差异有统计学意义 (*P* < 0.05); 两组早产儿出生后 48 h、72 h、96 h、5 d、6 d、7 d PI 比较, 差异无统计学意义 (*P* > 0.05), 见表 3。

2.4 两组早产儿入院后不同时间点血乳酸值比较 BPD

表 1 两组早产儿一般资料比较

Table 1 Comparison of general information between preterm infants with and without bronchopulmonary dysplasia

组别	例数	胎龄 ( $\bar{x} \pm s$ , 周)	出生体质量 ( $\bar{x} \pm s$ , kg)	性别 (男 / 女)	分娩方式 (顺 / 剖)
对照组	96	29.5 ± 1.4	1.27 ± 0.19	49/47	51/45
BPD 组	65	29.0 ± 1.5	1.23 ± 0.21	29/36	29/36
$\chi^2$ ( <i>t</i> ) 值		-1.833 <sup>a</sup>	-1.334 <sup>a</sup>	0.063	0.083
<i>P</i> 值		0.069	0.184	0.423	0.289

注: <sup>a</sup> 为 *t* 值; BPD= 支气管肺发育不良



表 2 两组早产儿基础疾病及并发症发生情况比较 [n (%)]

Table 2 Comparison of basic diseases and comorbidities occurrence of preterm infants with and without bronchopulmonary dysplasia

组别	例数	基础疾病				并发症					
		NRDS	新生儿肺炎	新生儿败血症	PDA	新生儿窒息	肺出血	IVH	化脓性脑膜炎	贫血	ROP
对照组	96	57 (59.4)	61 (63.5)	68 (70.8)	55 (57.3)	22 (22.9)	3 (3.1)	13 (13.5)	5 (5.3)	72 (75.2)	23 (24.0)
BPD 组	65	51 (78.5)	62 (95.4)	53 (81.5)	40 (61.5)	38 (58.5)	6 (9.2)	4 (6.2)	6 (9.2)	49 (75.4)	33 (50.8)
$\chi^2$ 值		6.394	21.795	2.379	0.289	20.946	2.738	2.240	0.949	0.004	12.282
P 值		0.009	<0.001	0.123	0.519	<0.001	0.098	0.134	0.330	0.956	<0.001

注: NRDS= 新生儿呼吸窘迫综合征, PDA= 动脉导管未闭, IVH= 脑室内出血, ROP= 早产儿视网膜病变

表 3 两组早产儿出生后不同时间点 PI 比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

Table 3 Comparison of perfusion index values after deliver between preterm infants with and without bronchopulmonary dysplasia at different time periods

组别	例数	出生后 1 h	出生后 12 h	出生后 24 h	出生后 48 h	出生后 72 h	出生后 96 h	出生后 5 d	出生后 6 d	出生后 7 d
对照组	96	0.69 ± 0.21	1.23 ± 0.27	1.41 ± 0.24	1.66 ± 0.27	1.93 ± 0.32	2.21 ± 0.30	2.39 ± 0.32	2.36 ± 0.32	2.38 ± 0.33
BPD 组	65	0.41 ± 0.17	0.96 ± 0.20	1.22 ± 0.27	1.62 ± 0.27	1.87 ± 0.31	2.24 ± 0.28	2.31 ± 0.28	2.30 ± 0.26	2.31 ± 0.27
t 值		-9.036	-6.980	-4.569	-0.929	-1.326	0.511	-1.669	-1.144	-1.435
P 值		<0.001	<0.001	<0.001	0.354	0.187	0.610	0.097	0.254	0.153

注: PI= 脉搏灌注指数

组早产儿入院后 1 h 血乳酸值高于对照组, 差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ ); 两组早产儿入院后 12 h、24 h 血乳酸值比较, 差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ), 见表 4。

2.5 两组不同时间点 MAP 比较 两组病情危重和极危重早产儿在监测 1 h、12 h、24 h 的 MAP 比较, 差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ), 见表 5。

2.6 PI 及血乳酸值对早产儿 BPD 的预测价值 出生后 1 h PI 预测早产儿 BPD 的 AUC 为 0.847 [95%CI (0.788, 0.906)],  $P < 0.001$ ], 最佳截断值为 0.55, 灵敏度为 76.9%, 特异度为 75.0%; 出生后 12 h PI 预测早产儿 BPD 的 AUC 为 0.776 [95%CI (0.705, 0.846)],  $P < 0.001$ ], 最佳截断值为 1.15, 灵敏度为 86.2%, 特异度为 60.4%; 出生后 24 h PI 预测早产儿 BPD 的 AUC 为 0.695 [95%CI (0.613, 0.778)],  $P < 0.001$ ], 最佳截断值为 1.45, 灵敏度为 81.5%, 特异度为 51.0%。入院后 1 h 血乳酸值预测早产儿 BPD 的 AUC 为 0.762 [95%CI (0.686, 0.837)],  $P < 0.001$ ], 最佳截断值为 6.55, 灵敏度为 81.5%, 特异度为 68.7%, 见图 1。

表 4 两组早产儿入院后不同时间点血乳酸值比较 ( $\bar{x} \pm s$ , mmol/L)

Table 4 Lactic acid value comparison between preterm infants with and without bronchopulmonary dysplasia at different time periods after admission

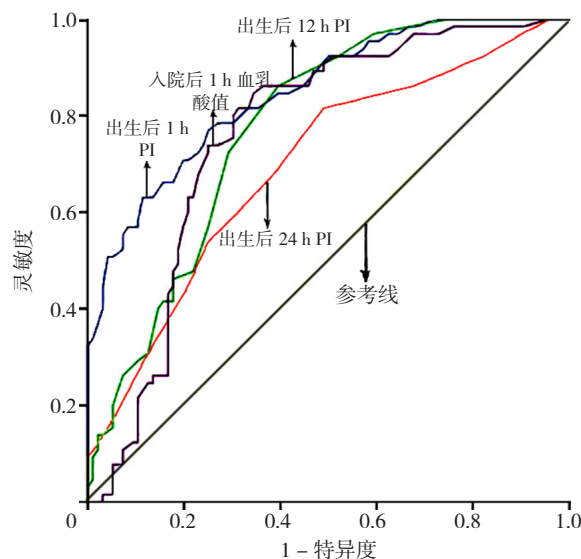
组别	例数	入院后 1 h	入院后 12 h	入院后 24 h
对照组	96	3.15 ± 2.32	1.53 ± 0.56	1.19 ± 0.43
BPD 组	65	5.02 ± 1.88	1.83 ± 0.82	1.20 ± 0.39
t 值		5.377	1.464	0.134
P 值		<0.001	0.145	0.894

表 5 两组病情危重和极危重早产儿不同监测时段 MAP 比较 ( $\bar{x} \pm s$ , mm Hg)

Table 5 Comparison of mean arterial pressure levels between critical and extremely critical preterm infants with and without bronchopulmonary dysplasia at different time periods

组别	例数	监测 1 h	监测 12 h	监测 24 h
对照组	17	36 ± 2	37 ± 3	37 ± 2
BPD 组	16	35 ± 4	36 ± 3	37 ± 3
t 值		-0.806	-0.870	0.584
P 值		0.426	0.391	0.564

注: MAP= 平均动脉压



注: PI= 脉搏灌注指数, BPD= 支气管肺发育不良, ROC= 受试者工作特征

图 1 PI 和血乳酸值对早产儿发生 BPD 预测价值的 ROC 曲线分析  
Figure 1 ROC analysis of the predictive value of perfusion index and serum lactic acid for bronchopulmonary dysplasia in preterm infants

### 3 讨论

早产儿由于各器官、系统发育不成熟,出生后早期因从宫内到宫外生存环境的转变,血流动力学状态发生改变,并发症发生率及死亡率相对较高。对早产儿出生后进行血流动力学监测可以发现早期组织灌注不足,对维持新生儿循环功能稳定具有重要意义,临床上若能够早期发现其血流动力学改变并及时采取干预措施,对改善早产儿预后十分重要。BPD是早产儿常见的并发症,许多指标及模型被用于预测早产儿BPD的发生和预后<sup>[6-8]</sup>。血压和血乳酸均是判断组织灌注不足的敏感指标<sup>[9]</sup>。目前有创血压监测在新生儿重症监护室中是较为成熟的技术,但不足以准确全面地反映早产儿血流动力学情况,且监测MAP和血乳酸值均为有创性操作。PI是新一代脉搏血氧饱和度监测仪上新增的指标,具有无创、可连续监测等优点,可以反映监测部位脉搏强度及血流量大小,因此逐渐成为新生儿重症监护室推广应用的反映新生儿外周循环灌注情况的监测指标<sup>[10]</sup>。

近年来,国内外关于PI在新生儿中的应用主要包括对疾病严重程度的评价<sup>[11]</sup>、先天性心脏病的筛查<sup>[12]</sup>、新生儿休克的早期识别<sup>[13]</sup>、健康足月新生儿PI参考范围的确定<sup>[14]</sup>等。2015年ALDERLIESTEN等<sup>[15]</sup>对311例胎龄<32周的新生儿进行出生后72h内PI监测,提出PI可用于监测新生儿血流动力学的结论。2017年CORSINI等<sup>[16]</sup>在健康足月儿出生后(48±2)h同时测量右手和右足PI,记录PI后进行超声心动图检查,发现PI与健康足月儿左心室输出量相关。同年TUTEN等<sup>[17]</sup>研究发现,出生后1hPI低的早产儿BPD发生率明显升高。2020年章斌等<sup>[18]</sup>发现,BPD组早产儿在出生后第1、7、28天的心功能均低于非BPD组,表明早产儿在发生BPD的过程中存在不同程度血流动力学改变,进而出现心功能改变。动态监测早产儿血流动力学指标变化有利于早期发现BPD,并评估BPD早产儿心功能改变情况。本研究结果显示,BPD组出生后1h、12h、24hPI显著低于对照组,提示早产儿在发生BPD的过程中存在血流动力学改变现象,早期外周组织灌注水平低下可能是早产儿发生BPD的重要危险因素。出生后1hPI预测早产儿BPD的AUC为0.847,最佳截断值为0.55,灵敏度为76.9%,特异度为75.0%;出生后12hPI预测早产儿BPD的AUC为0.776,最佳截断值为1.15,灵敏度为86.2%,特异度为60.4%;出生后24hPI预测早产儿BPD的AUC为0.695,最佳截断值为1.45,灵敏度为81.5%,特异度为51.0%,提示早产儿出生后24h内PI可作为BPD的早期预测指标。在实际临床工作中,若在早期发现血流动力学指标不稳定及外周组织灌注不足时,进行相应临床干预,可能会降低BPD发生率,但本研究监测时间短,因此PI预测BPD发生的价值仍

需进一步研究。

乳酸是机体无氧代谢的产物,可以提供细胞水平代谢能力的信息,并反映真实的灌注和氧合状态<sup>[19]</sup>。HATHERILL等<sup>[20]</sup>研究发现,以动脉血乳酸值>5mmol/L为截断值,可在一定程度上预测新生儿重症监护室中感染性休克早产儿的死亡风险。PORYO等<sup>[21]</sup>研究发现,出生后第5天的血清乳酸水平与BPD发生率显著相关。本研究显示,入院后1hBPD组血乳酸值显著高于对照组,早产儿入院后1h血乳酸值预测早产儿BPD的AUC为0.762,灵敏度为81.5%,特异度为68.7%,因此PI和血乳酸值均可以作为反映外周组织循环灌注情况的有效指标,在临床工作中可以帮助早期识别外周灌注不足,但入院后1h血乳酸值预测BPD发生的AUC小于出生后1hPI预测BPD发生的AUC,且监测血乳酸值为有创操作,不可连续观察。PI与乳酸相比具有无创、操作简便、实时连续等优点,更适合在新生儿中应用。目前国内外对于血压与BPD发生相关性的研究较少,本研究发现,BPD组与对照组早产儿监测1h、12h及24h的MAP差异无统计学意义。MAP、中心静脉压、毛细血管充盈时间、尿量等是临床上常用的宏观血流动力学指标,然而相关研究发现,尽管恢复了宏观血流动力学指标,微循环的灌注情况可能仍不能恢复,这可能与体循环和微循环的分离现象有关<sup>[22]</sup>。因此,危重早产儿可能会出现宏观血流动力学与微循环的分离,尽管血压没有明显下降,但已经存在微循环灌注不足的情况,本研究结果可能与以上因素有关。本研究仅对病情危重的早产儿进行有创血压监测,故获得的样本量较小,且本研究为单中心研究,MAP对BPD的真实预测价值需要进一步扩大样本量进行多中心研究。

综上所述,本研究通过分析PI、血乳酸值和MAP对早产儿BPD发生的预测价值,提示早产儿在发生BPD的过程中存在血流动力学的改变,出生后24h内的PI对于早产儿BPD的预测有一定的价值,但仍需进一步研究。

作者贡献:贾楠进行文章的构思、设计与撰写;贺玉娟检索和筛选相关文献资料,并对纳入文献进行质量评价;赵晓晓进行数据处理,绘制相关图表;张卫星负责文章的质量控制及审校,对文章整体负责。

本文无利益冲突。

#### 参考文献

- [1] ENDO T, SAMPEI M, FUKUDA S. Kangaroo mother care alters chromogranin A and perfusion index in preterm babies [J]. *Pediatr Int*, 2021, 63(1): 53-59. DOI: 10.1111/ped.14350.
- [2] PLANA M N, ZAMORA J, SURESH G, et al. Pulse oximetry screening for critical congenital heart defects [J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2018, 3: CD011912. DOI: 10.1002/14651858.CD011912.pub2.

- [3] 易琳, 杨传忠, 李欢, 等. 灌注指数以及灌注变异指数在早产儿动脉导管未闭中的应用 [J]. 中国医学创新, 2019, 16 (13): 134-136. DOI: 10.3969/j.issn.1674-4985.2019.13.034.
- YI L, YANG C Z, LI H, et al. Application of perfusion index and perfusion variation index in patent ductus arteriosus of premature infants [J]. Medical Innovation of China, 2019, 16 (13): 134-136. DOI: 10.3969/j.issn.1674-4985.2019.13.034.
- [4] 邵肖梅, 叶鸿瑁, 丘小汕. 实用新生儿学 [M]. 5 版. 北京: 人民卫生出版社, 2019: 727-732. 0-347.
- SHAO X M, YE H M, QIU X S. Practical Neonatology [M]. 5th Ed. Beijing: People's Medical Publishing House, 2019: 727-732. 0-347.
- [5] 魏克伦, 陈克正, 孙眉月, 等. 新生儿危重病例评分法(草案) [J]. 中华儿科杂志, 2001, 39 (1): 42-43. DOI: 10.3760/j.issn: 0578-1310.2001.01.013.
- WEI K L, CHEN K Z, SUN M Y, et al. Neonatal critical case score (draft) [J]. Chinese Journal of Pediatrics, 2001, 39 (1): 42-43. DOI: 10.3760/j.issn: 0578-1310.2001.01.013.
- [6] ECKERT G U, FORTES FILHO J B, MAIA M, et al. A predictive score for retinopathy of prematurity in very low birth weight preterm infants [J]. Eye (Lond), 2012, 26 (3): 400-406. DOI: 10.1038/eye.2011.334.
- [7] STEURER M A, NAWAYTOU H, GUSLITS E, et al. Mortality in infants with bronchopulmonary dysplasia: data from cardiac catheterization [J]. Pediatr Pulmonol, 2019, 54 (6): 804-813. DOI: 10.1002/ppul.24297.
- [8] FINE-GOULDEN M R, DURWARD A. How to use lactate [J]. Arch Dis Child Educ Pract Ed, 2014, 99 (1): 17-22. DOI: 10.1136/archdischild-2013-304338.
- [9] 费菲, 王仲. 《急性循环衰竭中国急诊临床实践专家共识》解读——病理生理、早期识别与诊断部分 [J]. 中国医药科学, 2016, 6 (9): 1-5.
- FEI F, WANG Z. Interpretation of expert consensus on emergency clinical practice of acute circulatory failure in China: part of pathophysiology, early recognition and diagnosis [J]. China Medicine and Pharmacy, 2016, 6 (9): 1-5.
- [10] LIMA A, BAKKER J. Noninvasive monitoring of peripheral perfusion [J]. Intensive Care Med, 2005, 31 (10): 1316-1326. DOI: 10.1007/s00134-005-2790-2.
- [11] DE FELICE C, DEL VECCHIO A, CRISCUOLO M, et al. Early postnatal changes in the perfusion index in term newborns with subclinical chorioamnionitis [J]. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed, 2005, 90 (5): F411-414. DOI: 10.1136/adc.2004.068882.
- [12] JEGATHEESAN P, SONG D L, ANGELL C, et al. Oxygen saturation nomogram in newborns screened for critical congenital heart disease [J]. Pediatrics, 2013, 131 (6): e1803-1810. DOI: 10.1542/peds.2012-3320.
- [13] CHOUDHARY V K, RASTOGI B, SINGH V P, et al. Comparison of hemodynamic responses along with perfusion index to tracheal intubation with Macintosh and McCoy laryngoscopes [J]. Int J Res Med Sci, 2018, 6 (5): 1673. DOI: 10.18203/2320-6012.ijrms20181757.
- [14] KROESE J K, VAN VONDEREN J J, NARAYEN I C, et al. The perfusion index of healthy term infants during transition at birth [J]. Eur J Pediatr, 2016, 175 (4): 475-479. DOI: 10.1007/s00431-015-2650-1.
- [15] ALDERLIESTEN T, LEMMERS P M, BAERTS W, et al. Perfusion index in preterm infants during the first 3 days of life: reference values and relation with clinical variables [J]. Neonatology, 2015, 107 (4): 258-265. DOI: 10.1159/000370192.
- [16] CORSINI I, CECCHI A, COVIELLO C, et al. Perfusion index and left ventricular output correlation in healthy term infants [J]. Eur J Pediatr, 2017, 176 (8): 1013-1018. DOI: 10.1007/s00431-017-2920-1.
- [17] TUTEN A, DINCER E, TOPCUOGLU S, et al. Serum lactate levels and perfusion index: are these prognostic factors on mortality and morbidity in very low-birth weight infants? [J]. J Matern Fetal Neonatal Med, 2017, 30 (9): 1092-1095. DOI: 10.1080/14767058.2016.1205019.
- [18] 章斌, 雷小平, 康兰, 等. 微创心输出量测量仪在早产儿支气管肺发育不良早期预测中的价值研究 [J]. 重庆医学, 2020, 49 (23): 3884-3888. DOI: 10.3969/j.issn.1671-8348.2020.23.005.
- ZHANG B, LEI X P, KANG L, et al. Value of non-invasive cardiac output measuring instrument in early prediction of bronchopulmonary dysplasia in preterm infants [J]. Chongqing Medicine, 2020, 49 (23): 3884-3888. DOI: 10.3969/j.issn.1671-8348.2020.23.005.
- [19] ALLEN M. Lactate and acid base as a hemodynamic monitor and markers of cellular perfusion [J]. Pediatr Crit Care Med, 2011, 12 (4 Suppl): S43-49. DOI: 10.1097/PCC.0b013e3182211aed.
- [20] HATHERILL M, WAGGIE Z, PURVES L, et al. Mortality and the nature of metabolic acidosis in children with shock [J]. Intensive Care Med, 2003, 29 (2): 286-291. DOI: 10.1007/s00134-002-1585-y.
- [21] PORYO M, WISSING A, ZEMLIN M, et al. Nucleated red blood cells and serum lactate values on days 2 and 5 are associated with mortality and morbidity in VLBW infants [J]. Wien Med Wochenschr, 2019, 169 (3/4): 87-92. DOI: 10.1007/s10354-018-0649-8.
- [22] HARIRI G, JOFFRE J, LEBLANC G, et al. Narrative review: clinical assessment of peripheral tissue perfusion in septic shock [J]. Ann Intensive Care, 2019, 9 (1): 37. DOI: 10.1186/s13613-019-0511-1.

(收稿日期: 2021-12-08; 修回日期: 2021-12-17)

(本文编辑: 程圣)