

DOI: 10.19296/j.cnki.1008-2409.2022-06-009

· 论 著 ·

## 不同 PI 值下新生儿 TcPCO<sub>2</sub>、TcPO<sub>2</sub> 与 PaCO<sub>2</sub>、PaO<sub>2</sub> 的一致性分析<sup>①</sup>

徐惠芳<sup>②</sup>, 周敏丽, 钟力力, 蒋文星, 邓秋燕, 李琳

(江西省儿童医院新生儿重症监护病房, 江西 南昌 330006)

**摘要** 目的: 探究不同血流灌注指数(PI)下新生儿动脉血气与经皮血气检测指标的一致性, 分析经皮血气检测指标对不同 PI 值下新生儿的评估价值。方法: 选取新生儿重症监护室(NICU)收治的 120 例新生儿为研究对象, 根据检测的 PI 值分为 3 组, PI ≥ 1.4 为 A 组, 0.7 ≤ PI < 1.4 为 B 组, PI < 0.7 为 C 组。监测 3 组 TcPCO<sub>2</sub>、TcPO<sub>2</sub>、PaCO<sub>2</sub>、PaO<sub>2</sub> 并进行相关性及其一致性分析。结果: A 组 TcPCO<sub>2</sub>、PaCO<sub>2</sub> 明显高于 B、C 组, TcPO<sub>2</sub>、PaO<sub>2</sub> 明显低于 B、C 组 ( $P < 0.05$ ); 3 组新生儿 TcPCO<sub>2</sub> 与 PaCO<sub>2</sub>、TcPO<sub>2</sub> 与 PaO<sub>2</sub> 均呈正相关; Bland-altman 结果表明 TcPCO<sub>2</sub> 与 PaCO<sub>2</sub>、TcPO<sub>2</sub> 与 PaO<sub>2</sub> 均呈显著一致性。结论: 不同 PI 值下新生儿中 TcPCO<sub>2</sub> 与 PaCO<sub>2</sub>、TcPO<sub>2</sub> 与 PaO<sub>2</sub> 的一致性显著, 可以减少动脉血气分析次数, 较真实反映新生儿氧合情况。

**关键词:** 血流灌注指数; 经皮二氧化碳分压; 经皮氧分压; 动脉二氧化碳分压; 动脉氧分压

中图分类号: R722.1

文献标志码: A

文章编号: 1008-2409(2022)06-0046-05

### Consistency analysis of TcPCO<sub>2</sub> and TcPO<sub>2</sub> with PaCO<sub>2</sub> and PaO<sub>2</sub> in neonates with different PI values<sup>①</sup>

XU Huifang<sup>②</sup>, ZHOU Minli, ZHONG Lili, JIANG Wenxing, DENG Qiuyan, LI Lin. (Neonatal Intensive Care Unit, Jiangxi Children's Hospital, Nanchang 330006, China)

**Abstract** Objective: To explore the consistency of neonatal arterial blood gas and percutaneous blood gas testing indexes under different blood perfusion index (PI) values, and to analyze the evaluation value of percutaneous blood gas test indexes for neonates under different PI values. Methods: A total of 120 neonates admitted to neonatal intensive care unit (NICU) were selected as research subjects, and were divided into three groups according to the detected PI value: group A with PI values ≥ 1.4, group B with 0.7 ≤ PI values < 1.4, and group C with PI values < 0.7. Transcutaneous partial pressure of carbon dioxide (TcPCO<sub>2</sub>), transcutaneous oxygen pressure (TcPO<sub>2</sub>), arterial partial pressure of carbon dioxide (PaCO<sub>2</sub>) and arterial partial pressure of oxygen (PaO<sub>2</sub>) of the three groups were monitored and their correlation and consistency were analyzed. Results: TcPCO<sub>2</sub> and PaCO<sub>2</sub> in group A were significantly higher than those in group B and C, while TcPO<sub>2</sub> and PaO<sub>2</sub> were significantly lower ( $P < 0.05$ ); TcPCO<sub>2</sub> and PaCO<sub>2</sub>, PaCO<sub>2</sub> and TcPO<sub>2</sub> in the three groups were positively; the bland-altman results showed that

① 基金项目: 江西省卫生健康委科技计划项目(202211215)。

② 作者简介: 徐惠芳(1978—), 女, 江西丰城人, 2012年宜春学院护理学专业毕业, 现为江西省儿童医院 NICU 主管护师。研究方向: 新生儿护理。

TcPCO<sub>2</sub>, PaCO<sub>2</sub>, and TcPO<sub>2</sub> were significantly consistent with PaO<sub>2</sub>. Conclusion: The consistency between TcPCO<sub>2</sub>, PaCO<sub>2</sub> and TcPO<sub>2</sub> and PaO<sub>2</sub> is significant in neonates with different PI values, which can reduce the number of arterial blood gas analyses and reflect the neonatal oxygenation more truly.

**Keywords:** perfusion index value; transcutaneous partial pressure of carbon dioxide; transcutaneous oxygen pressure; arterial partial pressure of carbon dioxide; arterial partial pressure of oxygen

近年来,随着社会的进步和医学技术的发展,已经有越来越多的现代化先进仪器,尤其是无创监测仪器应用于临床,对于临床判断新生儿的病情进展非常有意义。新生儿在新生儿重症监护病房(neonatal intensive care unit, NICU)住院期间,需要经常做血气分析检测动脉二氧化碳分压(PaCO<sub>2</sub>)及动脉氧分压(PaO<sub>2</sub>),来了解机体氧合能力<sup>[1]</sup>。动脉采血是有创的操作,次数频繁可对新生儿造成一定伤害,也增加新生儿感染机会。同时在NICU内,因患儿病情危重,有时获得动脉血标本会相对困难。多次抽血产生的局部创伤易发生感染,且无法连续检测<sup>[2]</sup>。经皮二氧化碳分压(TcPCO<sub>2</sub>)、经皮氧分压(TcPO<sub>2</sub>)监测作为一种无创操作,可以进行动态监测<sup>[3-4]</sup>,与传统的动脉采血测血气分析相比具有很多优点,同时也存在局限性。PI值能对新生儿的外周循环严重程度进行检测,且方法简单,在国内外大多数的血氧饱和度检测仪器上都能显示<sup>[5]</sup>。在外周组织灌注不良时,PI值会出现下调,同时提示病情危重及并发症发生<sup>[6]</sup>。潘诚等<sup>[7]</sup>认为PI值<0.7预示可能有心脏疾病,而PI值<0.5则可以明确心脏存在灌注不足的情况,但没有文献阐述以上预示灌注不足的PI值下TcPO<sub>2</sub>与PaO<sub>2</sub>、TcPCO<sub>2</sub>与PCO<sub>2</sub>的一致性如何。鉴于此,本文将探究不同PI值下新生儿TcPO<sub>2</sub>与PaO<sub>2</sub>、TcPCO<sub>2</sub>与PCO<sub>2</sub>的一致性,分析TcPO<sub>2</sub>、TcPCO<sub>2</sub>对不同PI值下新生儿的检测价值,旨在降低血气分析检测对新生儿的危害。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选取2020年1月至2022年1月江西省儿童医院NICU收治的新生儿患儿120例,根据监测到的PI值

分组,PI≥1.4为A组;0.7≤PI<1.4为B组;PI<0.7为C组。A组患儿45例,男21例,女23例;平均胎龄(39.2±1.4)周;平均出生体重(3.54±0.73)Kg。B组患儿56例,男34例,女22例;平均胎龄(39.0±1.3)周;平均出生体重(3.42±0.96)Kg。C组患儿19例,男8例,女11例;平均胎龄(39.0±1.6)周;平均出生体重(3.34±0.82)Kg。3组患儿一般资料比较,差异无统计学意义(P>0.05)。本研究经江西省儿童医院医学伦理委员会审核批准,家属知情同意。

纳入标准:①胎龄34~41周;②NICU收治的需血气分析检测的新生儿。

排除标准:①TcPO<sub>2</sub>、TcPCO<sub>2</sub>监测探头固定部位皮肤水肿、感染、皮肤损伤者;②右上肢存在皮肤破损、肢体感觉或活动障碍、动脉或静脉栓塞者;③伴发热或体温不升;④严重先天性心脏病。

### 1.2 方法

设置室温为24~26℃,患儿均入住暖箱,只着纸尿裤,按胎龄及出生天数设定箱温,保持正常体温,适当安抚患儿,保证患儿在读取PI、TcPO<sub>2</sub>、TcPCO<sub>2</sub>前30min内为安静状态。

PI读取方法:统一使用飞利浦MP-5监护仪进行测定,使用原装血氧饱和度探头。测量部位均选择右手腕部,覆盖遮光布。在监护仪上开通PI监测功能。安静状态下待脉搏波形稳定后,每6s记录1次PI值,共记录10次,取平均值作为最终PI值。

TcPO<sub>2</sub>、TcPCO<sub>2</sub>读取方法:患儿每次动脉采血监测血气分析前20min,为患儿连接经皮血气监测仪监测患儿TcPO<sub>2</sub>和TcPCO<sub>2</sub>,设定电极温度为43℃,进行标准气体校正。清洁患儿上腹部皮肤后擦干,粘贴电极固定环,防止气体泄漏,将接触液滴入固定环内,稳固电极,待监测数值稳定后(约10~15min)读取并分析经皮监测结果。

PaO<sub>2</sub>、PaCO<sub>2</sub>读取方法:使用(雷度 ABL90)动脉血气分析仪对采取的动脉血进行动脉血气分析,检测并读取 PaCO<sub>2</sub>和 PaO<sub>2</sub>。

### 1.3 观察指标

①经皮监测指标:采血前 20 min 的 TcPO<sub>2</sub>、TcPCO<sub>2</sub>的平均值。②动脉血气指标:动脉血气分析中的 PaO<sub>2</sub>和 PaCO<sub>2</sub>的平均值。

### 1.4 统计学方法

采用 SPSS 21.0 统计学软件处理数据,计量资料

以( $\bar{x}\pm s$ )表示,多组间比较采用单因素方差分析;计数资料以  $n$ 、%表示,采用  $\chi^2$  检验;相关性分析采用 Pearson 相关分析法;一致性分析采用 Bland-altman 法。 $P<0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 TcPCO<sub>2</sub>、PaCO<sub>2</sub>、TcPO<sub>2</sub>和 PaO<sub>2</sub>水平

A 组 TcPCO<sub>2</sub>、PaCO<sub>2</sub>明显高于 B、C 组,TcPO<sub>2</sub>、PaO<sub>2</sub>明显低于 B、C 组( $P<0.05$ ),见表 1。

表 1 3 组 TcPCO<sub>2</sub>、PaCO<sub>2</sub>、TcPO<sub>2</sub>和 PaO<sub>2</sub>水平比较( $\bar{x}\pm s$ , mmHg)

分组	$n$	TcPCO <sub>2</sub>	PaCO <sub>2</sub>	TcPO <sub>2</sub>	PaO <sub>2</sub>
A 组	45	43.58±8.66	42.45±9.77	71.12±8.59	73.29±10.57
B 组	56	38.21±7.73	37.96±7.24	76.14±8.93	77.62±7.69
C 组	19	36.22±9.07	35.96±8.79	77.98±9.14	78.13±11.46
$F$		7.504	5.158	6.408	4.033
$P$		<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

### 2.2 TcPCO<sub>2</sub>与 PaCO<sub>2</sub>、TcPO<sub>2</sub>与 PaO<sub>2</sub>的相关性分析

不同 PI 值下的 A、B、C 组患儿, TcPCO<sub>2</sub>与 PaCO<sub>2</sub>、TcPO<sub>2</sub>与 PaO<sub>2</sub>均呈正相关( $P<0.05$ ),见表 2。

### 2.3 TcPCO<sub>2</sub>与 PaCO<sub>2</sub>、TcPO<sub>2</sub>与 PaO<sub>2</sub>的一致性分析

TcPCO<sub>2</sub>与 PaCO<sub>2</sub>、TcPO<sub>2</sub>与 PaO<sub>2</sub>的差值均数(-0.463、-1.207)没有明显偏离数字 0,说明 TcPCO<sub>2</sub>与 PaCO<sub>2</sub>、TcPO<sub>2</sub>与 PaO<sub>2</sub>的一致性显著,见表 3。

表 2 3 组 TcPCO<sub>2</sub>与 PaCO<sub>2</sub>、TcPO<sub>2</sub>与 PaO<sub>2</sub>的相关性分析

组别	$n$	TcPCO <sub>2</sub> 与 PaCO <sub>2</sub>		TcPO <sub>2</sub> 与 PaO <sub>2</sub>	
		$r$	$P$	$r$	$P$
A 组	45	0.918	<0.05	0.545	<0.05
B 组	56	0.504	<0.05	0.614	<0.05
C 组	19	0.896	<0.05	0.732	<0.05

表 3 TcPCO<sub>2</sub>与 PaCO<sub>2</sub>、TcPO<sub>2</sub>与 PaO<sub>2</sub>的一致性分析

项目	均值差数	均值差数的 95%CI	95%LoA	
			上限的 95%CI	下限的 95%CI
TcPCO <sub>2</sub> 与 PaCO <sub>2</sub>	-0.463	-1.583~0.657	9.759~13.598	-14.524~-10.687
TcPO <sub>2</sub> 与 PaO <sub>2</sub>	-1.207	-2.689~0.274	12.323~17.403	-19.818~-14.738

## 3 讨论

危重新生儿在 NICU 期间经常进行血气分析,为辅助呼吸及监测病情提供一定依据<sup>[8]</sup>。目前,临床上为精确检测新生儿呼吸、代谢等生理功能,大多通

过动脉血气分析仪对 PaO<sub>2</sub>与 PaCO<sub>2</sub>的水平进行记录,对后续治疗提供准确的数据支持,具有重要的指导意义。但是,动脉血气分析亦有局限之处,如不能进行持续性观察记录,只能于某一时间点采集动脉

血进行分析,血气水平结果较为单一,容易错失异常现象。此外,采集血液标本进行血气分析以满足治疗需求,需对新生儿薄弱且稚嫩的皮肤进行多次穿刺,因为频繁的侵袭、皮肤屏障脆弱等因素,易影响检测结果的精确性,增加感染风险从而导致医源性贫血,严重影响新生儿的正常发育<sup>[9]</sup>。低水平PaCO<sub>2</sub>与发生不良事件存在较强的相关性,频繁过度通气亦会损伤新生儿肺部,使肺功能下降。因此,深入研究PaO<sub>2</sub>与PaCO<sub>2</sub>的安全检测方式,探讨有效检测方法,对缓解患儿病情、减少伤害具有重要的意义。经皮血气检测的工作原理是需测量局部皮下组织,通过测量探头处的加热材料提高温度,使该部位的毛细血管扩张,血流速度加快,增加皮肤通透性,使氧气和二氧化碳弥散到探头接触部位的皮肤后,利用氧电极检测该皮肤处的氧分压和二氧化碳分压。此法操作简单,可以持续、动态地监测患儿氧分压和二氧化碳分压变化,可以弥补动脉血气检测间隔期无法评估患者氧气和二氧化碳的空白,以及早发现危急重症患儿随时可能出现的病情突变,为早期抢救争取时间;同时,其无创的监测,减少患儿的反复穿刺,避免反复采血困难、感染和医源性贫血的风险,这对了解新生儿特别是呼吸机支持治疗的患儿病情变化具有重要的指导意义<sup>[10]</sup>。过往研究表明,国内外NICU均使用过TcPCO<sub>2</sub>与TcPO<sub>2</sub>监测仪,且应用效果较好,与动脉血气数据的一致性较强<sup>[11-12]</sup>。

在新生儿重症监护工作中,采用PI监测外周血流灌注情况已得到广泛应用,其具有无创、实时、便捷等优势。PI监测是无创测量实时外周血流灌注的方法,通过计算外周组织中脉动血流与非脉动或静止血流的比例,对监测部位脉动强度进行评估。而在不同PI值下,新生儿的TcPCO<sub>2</sub>与TcPO<sub>2</sub>、PaO<sub>2</sub>与PaCO<sub>2</sub>的相关研究较少。本研究根据监测到的PI值,分析TcPCO<sub>2</sub>与TcPO<sub>2</sub>对新生儿的血气检测的评估价值。本研究结果显示,不同PI值新生儿分组下,A组TcPCO<sub>2</sub>、PaCO<sub>2</sub>明显高于B、C组,TcPO<sub>2</sub>、PaO<sub>2</sub>明显低于B、C组。分析原因可能是PI值较低,

新生儿气血屏障未发育完善,肌肤薄弱,其气体扩散程度更高。通过相关性分析显示,在不同PI值新生儿分组下TcPCO<sub>2</sub>与PaCO<sub>2</sub>、TcPO<sub>2</sub>与PaO<sub>2</sub>均呈正相关。蔡琳等<sup>[13]</sup>的研究显示,TcPCO<sub>2</sub>与TcPO<sub>2</sub>监测可以准确评估危重新生儿的PaO<sub>2</sub>与PaCO<sub>2</sub>,特别是PaCO<sub>2</sub>。TcPCO<sub>2</sub>、TcPO<sub>2</sub>持续监测的使用可以减少对危重新生儿的采血次数、疼痛刺激,这与本研究结果相一致。为了进一步探究经皮血气与动脉血气检测指标的一致性,通过Bland-altman一致性显示,3组患儿TcPCO<sub>2</sub>与PaCO<sub>2</sub>、TcPO<sub>2</sub>与PaO<sub>2</sub>存在较高的一致性,提示不同PI值新生儿TcPO<sub>2</sub>、TcPCO<sub>2</sub>监测数据对PaCO<sub>2</sub>、PaO<sub>2</sub>水平的预测能力较佳。但是TcPO<sub>2</sub>、TcPCO<sub>2</sub>还不能真实预测出PaCO<sub>2</sub>、PaO<sub>2</sub>数值,临床应用时应综合考虑,必要时还需结合动脉血气分析PaCO<sub>2</sub>、PaO<sub>2</sub>水平来明确新生儿氧合情况。相关研究<sup>[14]</sup>表明,同一情况下,TcPO<sub>2</sub>预测PaO<sub>2</sub>的准确度相较于TcPCO<sub>2</sub>预测PaCO<sub>2</sub>明显降低,可能与CO<sub>2</sub>在血液中扩散速度较快、弥散程度较高有关。本研究还发现2例患儿TcPCO<sub>2</sub>异常升高,但是观察新生儿未发现有呼吸困难及躁动等表现。分析其原因可能是痰积聚堵塞气道导致CO<sub>2</sub>排出困难,疏通气道后TcPCO<sub>2</sub>便恢复正常,因此TcPO<sub>2</sub>、TcPCO<sub>2</sub>动态监测还能帮助及时了解新生儿病情变化。虽然本研究检测经皮血气后再进行穿刺取动脉血,但因较低PI值新生儿具有较低的痛觉感应能力,故动脉血气相关操作对PaCO<sub>2</sub>、PaO<sub>2</sub>的改变较小,使得TcPCO<sub>2</sub>、PaCO<sub>2</sub>的一致性均较佳。既往研究结果显示,判断氧合情况仍是以动脉血气分析为准,TcPO<sub>2</sub>、TcPCO<sub>2</sub>只能作为一种辅助手段,其动态监测能力以及无创的便利性,值得推广应用<sup>[15]</sup>。

综上所述,不同PI值下新生儿TcPCO<sub>2</sub>、TcPO<sub>2</sub>与PaCO<sub>2</sub>、PaO<sub>2</sub>的相关性和一致性较为显著。TcPCO<sub>2</sub>和TcPO<sub>2</sub>监测作为一种无创操作,可有效减少反复有创动脉血气分析所带来的并发症,保障患儿安全,对危重症新生儿具有较高价值。

## 参考文献:

- [1] 卢文锋.不同吸入氧浓度对新生儿术中动脉氧分压的影响[J].中国城乡企业卫生,2021,36(4):85-87.
- [2] 谢林娟,李军文,侯冬勤,等.新生儿经皮氧分压及经皮二氧化碳分压与动脉血气相关性的 Meta 分析[J].循证护理,2021,7(15):2021-2026.
- [3] 刘巍巍,马建荣,邹丽颖.经皮氧气二氧化碳分压监测在呼吸支持新生儿的应用[J].北京医学,2020,42(3):193-196.
- [4] SMALLWOOD C D, WALSH B K. Noninvasive monitoring of oxygen and ventilation[J]. Respir Care, 2017, 62(6):751-764.
- [5] 刘宏程,张旻瑞,薛阳.新生儿脉搏血氧灌注指数的分布以及不同监测部位的差异性研究[J].中国医学装备,2021,18(1):41-45.
- [6] 武玮,王华.脉搏灌注指数监测在新生儿中的应用研究进展[J].北京医学,2021,43(8):788-791.
- [7] 潘诚,邹小明,陈刚,等.体格检查、脉搏血氧饱和度筛查和灌注指数在新生儿先天性心脏病筛查中的作用[J].临床儿科杂志,2018,36(3):166-169.
- [8] 马金金.危重新生儿头皮动脉留置针的采集标本应用于血气分析的可行性研究[J].青岛医药卫生,2019,51(4):308-310.
- [9] 王婷婷,富建华.新生儿重症监护病房诊治及监护技术新进展—经皮二氧化碳分压及氧分压监测在新生儿重症监护病房临床应用进展[J].中国实用儿科杂志,2017,32(5):323-327.
- [10] HOCHWALD O, BORENSTEIN-LEVIN L, DINUR G, et al. Continuous noninvasive carbon dioxide monitoring in neonates: from theory to standard of care[J]. Pediatrics, 2019, 144(1): e20183640.
- [11] 崔晶.经皮二氧化碳分压与经皮氧分压在 NICU 监测中的应用[J].中国现代医生,2021,59(12):83-86.
- [12] VAN-WETERINGRN W, VAN-ESSEN T, GANGARAM-PANDAY N H, et al. Validation of a new transcutaneous tcPO<sub>2</sub>/tcPCO<sub>2</sub> sensor with an optical oxygen measurement in preterm neonates[J]. Neonatology, 2020, 117(5):628-636.
- [13] 蔡琳,李晓东,刘丽芳,等.经皮无创血气监测在危重新生儿中的应用价值[J].中国临床新医学,2018,11(3):273-276.
- [14] 唐林林,符跃强,刘成军.经皮无创血气监测在儿童危重症中的应用价值评估[J].重庆医科大学学报,2017,42(1):37-41.
- [15] 李萍,钱微琳.新生儿重症监护病房危重新生儿不同部位监测经皮氧分压、二氧化碳分压的临床效果观察[J].中国实用护理杂志,2019,35(14):1084-1087.

[收稿日期:2022-07-06]

[责任编辑:杨建香 英文编辑:阳雨君]