

## 无创经皮监测在氧疗新生儿中的应用

吴立志, 刘云, 阚清, 杨洋, 周晓玉\*

(南京医科大学附属南京儿童医院新生儿医疗中心, 江苏 南京 210008)

**[摘要]** **目的:**评价氧疗患儿经皮氧分压(TcPO<sub>2</sub>)及二氧化碳分压(TcPCO<sub>2</sub>)与动脉血氧分压(PaO<sub>2</sub>)及二氧化碳分压(PaCO<sub>2</sub>)的一致性及其影响因素,为无创监测在氧疗新生儿中的应用提供初步的指导依据。**方法:**收集氧疗新生儿的动脉血气值,并记录采集前后 5 min 内 TcPO<sub>2</sub> 及 TcPCO<sub>2</sub> 的平均值、体重、胎龄、脉搏(P)、吸入氧浓度、动脉血氧饱和度(SaO<sub>2</sub>)、pH 等,进行 Pearson 相关分析并运用受试者工作曲线(ROC)判断诊断价值。**结果:**体重、吸入氧浓度等对 TcPCO<sub>2</sub> 与 PaCO<sub>2</sub> 在氧疗患儿中的相关性及其一致性影响较小,循环障碍组 TcPCO<sub>2</sub> 明显高于 PaCO<sub>2</sub>;TcPO<sub>2</sub> 与 PaO<sub>2</sub> 的相关性稍差,在氧合指数较低及较高组两者无统计学相关,两者的差值随着出生体重的增大及动脉氧分压的增大而增加。**结论:**TcPCO<sub>2</sub> 与 PaCO<sub>2</sub> 具有较好的相关性及其一致性,尤其在极低出生体重儿,而 TcPO<sub>2</sub> 与 PaO<sub>2</sub> 相关性及其一致性稍差,对于氧疗患儿,高氧分压下 TcPO<sub>2</sub> 与 PaO<sub>2</sub> 缺乏很好的相关性,在肺部氧合较差却无呼吸障碍表现时 TcPO<sub>2</sub> 比 PaO<sub>2</sub> 更能反映患儿的动脉氧合,对于指导氧疗新生儿的用氧更有价值。

**[关键词]** 经皮;血气分析;新生儿;氧疗;一致性

**[中图分类号]** R722.1

**[文献标志码]** B

**[文章编号]** 1007-4368(2016)04-456-05

**doi:** 10.7655/NYDXBNS20160416

## Application of transcutaneous monitoring in neonates treated with oxygen strategy

Wu Lizhi, Liu Yun, Kan Qing, Yang Yang, Zhou Xiaoyu\*

(Department of Neonatology, Nanjing Children's Hospital of NJMU, Nanjing 210008, China)

**[Abstract]** **Objective:** To determine the consistency among TcPO<sub>2</sub>, TcPCO<sub>2</sub>, PaO<sub>2</sub>, PaCO<sub>2</sub>, in neonates treated with oxygen strategy, and to find the impact factors, in order to provide guidance for the transcutaneous monitoring as a substitute of blood gas analysis in neonates with oxygen strategy. **Methods:** We collected arterial blood gas of neonates during stable transcutaneous monitoring, and recorded TcPCO<sub>2</sub> and TcPO<sub>2</sub> 5 min before and after collection, weight, pulse, gestational age, oxygen mode, fraction of inspired oxygen, arterial oxygen saturation (SaO<sub>2</sub>), and pH. Comparison was performed using descriptive statistics, Pearson correlation analysis and receiver operating characteristic(ROC) curve. **Results:** The factors including weight, inspired oxygen had no obvious impact on the consistency between TcPCO<sub>2</sub> and PaCO<sub>2</sub>, and TcPCO<sub>2</sub> was higher than PaCO<sub>2</sub> in the cases with bad circulation. Statistical correlation and consistency was lower between TcPO<sub>2</sub> and PaO<sub>2</sub>, especially in the lower oxygen index cases, there was no statistical correlation between them. The difference between TcPO<sub>2</sub> and PaO<sub>2</sub> was increased with the increase of birth weight and the increase of arterial oxygen partial pressure. **Conclusion:** TcPCO<sub>2</sub> and PaCO<sub>2</sub> have good consistency, even in very low birth weight. The correlation between TcPO<sub>2</sub> and PaO<sub>2</sub> is lower, for babies with oxygen strategy. There is no correlation between TcPO<sub>2</sub> and PaO<sub>2</sub> in high oxygen partial pressure, and TcPO<sub>2</sub> is a better marker than PaO<sub>2</sub> in revealing real arterial oxygenation, which is more valuable for the guidance of oxygen therapy in neonates.

**[Key words]** transcutaneous; blood gas analysis; neonate; oxygen strategy; consistency

[Acta Univ Med Nanjing, 2016, 36(04):456-460]

血气分析是评估氧供及水电解质酸碱平衡的金标准,新生儿病情变化较快,尤其对于重症者动

脉血气可能瞬间改变,动脉血氧分压(PaO<sub>2</sub>)过高早已被证实会引起早产儿视网膜病(retinopathy of prematurity, ROP),而低氧近年来被证实是支气管肺发育不良(bronchopulmonary dysplasia, BPD)、坏死性小肠结肠炎(necrotizing enterocolitis, NEC)以及神

**[基金项目]** 国家自然科学基金(81270725)

\*通信作者(Corresponding author), E-mail:xyzhou161@163.com

经发育滞后的影响因素<sup>[1]</sup>,动脉血二氧化碳分压(PaCO<sub>2</sub>)与脑血流有着密切的联系并影响着脑白质的发育,故持续监测氧分压及二氧化碳分压对于掌握病情和指导治疗方案是相当重要的,然而动脉血标本的采集与保存对结果有着极大的影响,而且持续的动脉血样采集不仅增加感染的机会,对于新生儿也是一种不良疼痛刺激。经皮监测具有无创及持续监测等优点,国内外已有研究表明经皮氧分压(TcPO<sub>2</sub>)与 PaO<sub>2</sub>、经皮二氧化碳分压(TcPCO<sub>2</sub>)与 PaCO<sub>2</sub>有很好的相关性<sup>[2]</sup>,在未吸氧新生儿,即使在极低出生体重儿中依然有较好的相关性<sup>[3]</sup>,然而在氧疗的患儿中 TcPO<sub>2</sub> 与 PaO<sub>2</sub> 及 TcPCO<sub>2</sub> 与 PaCO<sub>2</sub> 一致性的影响因素目前尚无定论,本研究旨在评价氧疗状态下 TcPO<sub>2</sub> 与 PaO<sub>2</sub> 以及 TcPCO<sub>2</sub> 与 PaCO<sub>2</sub> 一致性及其影响因素,为氧疗新生儿无创经皮监测的应用提供初步的指导依据。

## 1 对象和方法

### 1.1 对象

本研究收集的资料来源于 2015 年 1—6 月入住的新生儿,纳入标准:①无创监测过程中的数值稳定;②血气分析于无创监测稳定过程中采集;③同时进行常规的心电/血氧监测;④日龄>7 d。排除标准:①血气分析结果来自静脉血;②重复检测;③患儿吸入氧浓度改变 30 min 内的血气分析结果;④血气采集分析过程中因哭闹等造成无创经皮监测数值波动明显者。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 血气分析

采用 ABL-80FLEX CO-OX Analyzer 血气分析仪(雷度公司,丹麦),采集的部位为桡动脉,分析指标包括 PaO<sub>2</sub>、PaCO<sub>2</sub>、pH 值、动脉血氧饱和度(SaO<sub>2</sub>)及其他相关值。

#### 1.2.2 TcPO<sub>2</sub> 及 TcPCO<sub>2</sub> 的采集

采用 TCM CombiM 监测仪 TCM4 series (雷度公司,丹麦),监测部位为胸部或腹部,监测温度为 42℃,每 1 h 更换监测部位(为了避免灼伤等不良反应的发生),采集有效病例血气分析过程 5 min 的平均值。

#### 1.2.3 其他数据的采集

采集有效病例血气分析 5 min 内脉搏(P)的均数,患儿体重、头围、胸围、胎龄、身长及用氧模式、浓度、天数等基本信息。

### 1.3 统计学方法

使用 SPSS20.0 进行统计分析,所有计量资料均使用均数 ± 标准差( $\bar{x} \pm s$ )描述,相关性采用双变量 Pearson 相关性分析及多元线性回归分析(逐步回归法),一致性分析方法采用 Bland-Altman 作图法<sup>[4]</sup>。P ≤ 0.05 表示差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 一般信息

共收集病例 60 例(均无明显呼吸急促及呼吸困难表现),其中亚低温治疗 1 例,循环障碍组共 4 例(重症感染性休克 1 例,重症心衰 1 例,新生儿无尿休克 1 例,呼吸衰竭合并心力衰竭 1 例),无循环障碍组共 55 例(无呼吸衰竭 43 例,呼吸衰竭 12 例)。

无循环障碍组 55 例中男 43 例(78.2%),女 12 例(21.8%);同步间歇指令通气模式(SIMV)20 例(36.4%),辅助-控制通气模式(A/C)14 例(25.2%),持续气道正压通气模式(CPAP)4 例(7.3%),同步间歇指令正压通气模式(SIPPV)3 例(5.5%),5 L/min 头罩吸氧 5 例(9.1%),5 L/min 氧帐吸氧 5 例(9.1%),高频振荡通气模式(HFO)1 例(1.8%),2 L/min 氧帐吸氧 2 例(3.6%)。患儿基本信息见表 1。

表 1 患儿基本信息

Table 1 Basic information of patients

指标	均值( $\bar{x} \pm s$ )	范围
胎龄(d)	241.54 ± 28.00	194.00~287.00
身长/头围	1.47 ± 0.05	1.30~1.59
出生体重(kg)	2.30 ± 0.81	0.91~3.95
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	10.73 ± 2.56	6.07~16.00
劳雷尔指数(g/cm <sup>3</sup> )		
胎龄>37 周	2.66 ± 0.03	2.20~3.20
胎龄≤37 周	2.13 ± 0.05	1.40~4.80
FiO <sub>2</sub> (%)	46.73 ± 22.90	22.00~100.00
SaO <sub>2</sub> (%)	92.97 ± 7.34	64.60~99.90
P(次/min)	138.83 ± 12.98	112.00~175.00
动脉血 pH	7.393 ± 0.121	6.970~7.690

BMI:体重指数,体重(kg)/身长(m)<sup>2</sup>;SaO<sub>2</sub>:动脉氧饱和度;FiO<sub>2</sub>:吸入氧浓度;劳雷尔指数:体重(g)/身长(cm)<sup>3</sup>×100。

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

循环障碍组共 4 例,其中 3 例无呼吸衰竭者 TcPCO<sub>2</sub>-PaCO<sub>2</sub> 值分别为 15.2、13.0、17.2 mmHg, TcPO<sub>2</sub>-PaO<sub>2</sub> 值分别为 -8、-7、-8 mmHg,1 例呼吸衰竭者 TcPCO<sub>2</sub>-PaCO<sub>2</sub> 值为 13.8 mmHg, TcPO<sub>2</sub>-PaO<sub>2</sub> 值为 -20 mmHg, TcPCO<sub>2</sub> 与 PaCO<sub>2</sub> 的差值增大,而 TcPO<sub>2</sub> 与 PaO<sub>2</sub> 的差值缩小,但是病例数较少,故无法进行进一步的相关及一致性等统计分析。

对于 55 例无循环障碍组以经皮监测结果为纵

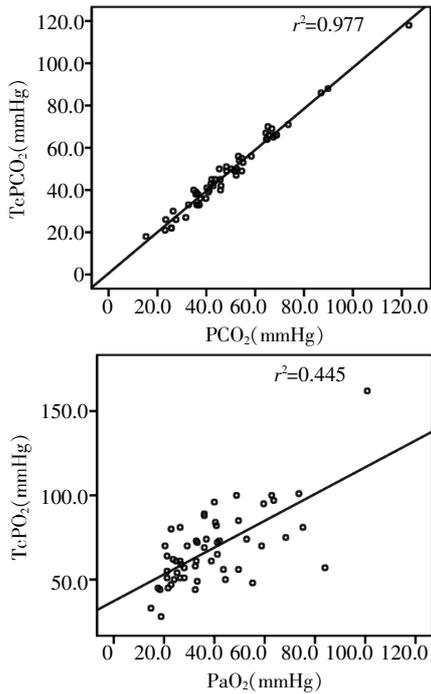


图 1 TcPCO<sub>2</sub> 与 PaCO<sub>2</sub>、TcPO<sub>2</sub> 与 PaO<sub>2</sub> 的散点图及拟合线性回归曲线 (n=55)  
Figure 1 Scatter plot and linear regression curve of TcPCO<sub>2</sub> and PaCO<sub>2</sub>, TcPO<sub>2</sub> and PaO<sub>2</sub>

表 2 循环正常组 TcPO<sub>2</sub> 与 PaO<sub>2</sub>、TcPCO<sub>2</sub> 与 PaCO<sub>2</sub> 的 Pearson 相关性分析

Table 2 Correlation analysis of TcPO<sub>2</sub> and PaO<sub>2</sub>, TcPCO<sub>2</sub> and PaCO<sub>2</sub> in group without circulation disorder

组别	TcPCO <sub>2</sub> -PaCO <sub>2</sub> (mmHg)	r 值	P 值	TcPO <sub>2</sub> -PaO <sub>2</sub> (mmHg)	r 值	P 值
无呼吸衰竭(n=43)	-0.87 ± 3.00	0.986	<0.01	-34.05 ± 35.11	0.611	<0.01
呼吸衰竭(n=12)	-0.08 ± 2.22	0.996	<0.01	1.08 ± 11.97	0.644	<0.05

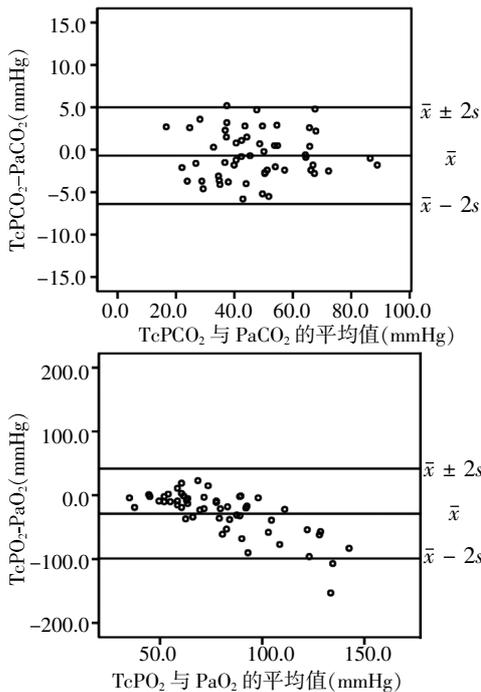


图 2 TcPO<sub>2</sub> 与 PaO<sub>2</sub>、TcPCO<sub>2</sub> 与 PaCO<sub>2</sub> 的 Bland-Altman 图  
Figure 2 Bland-Altman plot of TcPO<sub>2</sub> and PaO<sub>2</sub>, TcPCO<sub>2</sub> and PaCO<sub>2</sub>

坐标,以动脉血气分析结果为横坐标分别作散点图,并添加拟合线性回归曲线,研究发现 TcPCO<sub>2</sub> 与 PaCO<sub>2</sub> 有较好的线性相关关系 (r<sup>2</sup>=0.977),而 TcPO<sub>2</sub> 与 PaO<sub>2</sub> 的线性相关性却较低 (r<sup>2</sup>=0.445,图 1)。

对无循环障碍组进行进一步的 Pearson 相关分析:TcPCO<sub>2</sub> 与 PaCO<sub>2</sub> 在呼吸无障碍及障碍下均有统计学意义 (P < 0.01),且 TcPCO<sub>2</sub> 低于 PaCO<sub>2</sub>;TcPO<sub>2</sub> 与 PaO<sub>2</sub> 在呼吸无障碍及障碍均有统计学意义 (P < 0.05),无呼吸衰竭者 TcPO<sub>2</sub> 低于 PaO<sub>2</sub>,呼吸衰竭者 TcPO<sub>2</sub> 高于 PaO<sub>2</sub>(表 2)。

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

对无循环障碍者 TcPO<sub>2</sub> 与 PaO<sub>2</sub>、TcPCO<sub>2</sub> 与 PaCO<sub>2</sub> 应用 Bland-Altman 作图法行一致性分析:TcPO<sub>2</sub> 与 PaO<sub>2</sub>、TcPCO<sub>2</sub> 与 PaCO<sub>2</sub> 均具有较好的一致性(图 2)。

2.4 无创经皮监测与血气分析一致性的影响因素

对于不同的影响因素分层下进一步行相关分析:TcPCO<sub>2</sub> 与 PaCO<sub>2</sub> 在不同疾病(RDS 与非 RDS)、不同胎龄(足月儿与早产儿)、不同吸入氧浓度及氧合指数(RI)分组间均有较好的相关性 (r > 0.95, P < 0.01),TcPCO<sub>2</sub> 稍低于 PaCO<sub>2</sub>,且随着体重的减小两

者逐渐接近;TcPO<sub>2</sub> 与 PaO<sub>2</sub> 的相关性稍差,且在氧合指数过低或过高、极低出生体重儿中 TcPO<sub>2</sub> 与 PaO<sub>2</sub> 无统计学相关 (P > 0.05),PaO<sub>2</sub> 明显高于 TcPO<sub>2</sub>,且随着氧分压及 RI 的增高两者的差值增大,而随着体重的减小两者也逐渐接近(表 3)。

进一步对相关分析结果有意义的影响因素行多元线性回归分析(逐步法, F < 0.05 进入),结果表明线性回归极为显著 (P < 0.001),仅有 BMI、RI 及 FiO<sub>2</sub> 为共线性统计量,但其对于经皮监测与动脉血气相关性的影响均无统计学意义 (P > 0.05,表 4)。

2.5 ROC 曲线判断经皮监测的诊断价值

以 PaO<sub>2</sub> ≥ 100 mmHg 为高氧血症,以 PaO<sub>2</sub> < 80 mmHg 为低氧血症,以 PaCO<sub>2</sub> > 45 mmHg 为高二氧化碳血症,以 PaCO<sub>2</sub> < 35 mmHg 为低二氧化碳血症,以无创经皮监测数值为检测指标分别做 ROC 曲线,TcPCO<sub>2</sub> 可以较准确地预测高二氧化碳分压(曲线下面积为 0.978,TcPCO<sub>2</sub> 为 46 mmHg 时敏感度为 90%,特异度为 100%)及低二氧化碳分压(曲线下面积为 0.99,TcPCO<sub>2</sub> 为 31.5 mmHg 时敏感度为 98.9%,特异度为

表 3 相关影响因素分层下的 Pearson 相关性分析  
Table 3 Pearson correlation analysis of related influencing factors under stratification

因素	例数	TcPO <sub>2</sub> -PaO <sub>2</sub> (mmHg)	r 值	TcPCO <sub>2</sub> -PaCO <sub>2</sub> (mmHg)	r 值
病种					
RDS	26	-19.54 ± 27.20	0.805**	-0.65 ± 2.57	0.985**
非 RDS	29	-36.97 ± 39.79	0.529**	-0.74 ± 3.13	0.990**
胎龄					
早产儿	32	-33.23 ± 36.86	0.552**	-1.01 ± 3.40	0.991**
足月儿	23	-25.50 ± 34.21	0.754**	-0.47 ± 2.41	0.985**
出生体重					
2.5~4.0 kg	21	-34.43 ± 38.15	0.755**	-0.65 ± 3.35	0.988
LBW	23	-29.09 ± 36.38	0.575**	-0.77 ± 2.76	0.985**
ELBW	11	-17.09 ± 25.64	0.536	-0.63 ± 2.16	0.995**
BMI					
≥10 kg/m <sup>2</sup>	31	-31.71 ± 35.07	0.751**	-0.86 ± 3.04	0.987**
<10 kg/m <sup>2</sup>	24	-24.88 ± 35.79	0.449*	-0.48 ± 2.64	0.990**
PaO <sub>2</sub>					
<60 mmHg	12	1.08 ± 11.97	0.644*	-0.08 ± 2.22	0.996**
60~100 mmHg	21	-13.38 ± 12.77	0.437*	-1.04 ± 2.97	0.989**
≥100 mmHg	22	-59.64 ± 34.86	0.521*	-0.71 ± 3.10	0.978**
氧合指数					
≥300	20	-57.75 ± 35.88	0.311	-1.01 ± 3.07	0.975**
150~300	19	-13.68 ± 24.23	0.892**	-0.70 ± 2.78	0.978**
<150	16	-10.31 ± 18.96	0.298	-0.31 ± 2.79	0.994**
FiO <sub>2</sub>					
≥30%	39	-28.00 ± 37.06	0.691**	-0.58 ± 2.94	0.990**
<30%	16	-30.50 ± 31.31	0.520*	-0.98 ± 2.70	0.980**

RDS:呼吸窘迫综合征;LBW:低出生体重,出生体重低于 2 500 g;ELBW:极低出生体重,出生体重低于 1 500 g; \*P<0.05; \*\*P<0.01。

表 4 相关影响因素的多元线性回归分析

指标	Table 4 Multivariate linear regression analysis of related influencing factors (r)		
	BMI	RI	FiO <sub>2</sub>
TcPCO <sub>2</sub>	0.790	0.269	0.362
TcPO <sub>2</sub>	0.621	0.880	0.880

100.0%)。TcPO<sub>2</sub> 预测能力稍差,预测高氧分压(曲线下面积为 0.735,TcPO<sub>2</sub> 为 74.5 mmHg 时灵敏度为 54.5%,特异度为 85.7%)及低氧分压(曲线下面积为 0.714,TcPO<sub>2</sub> 为 48 mmHg 时灵敏度为 50.0%,特异度为 95.2%)。

### 3 讨论

影响经皮无创监测与动脉血气分析的相关性及一致性的因素甚多。

由于 CO<sub>2</sub> 的弥散能力显著高于 O<sub>2</sub>,所以理论上 TcPCO<sub>2</sub> 和 PaCO<sub>2</sub> 的相关性及一致性更好,且 TcPCO<sub>2</sub> 理论上应该高于 PaCO<sub>2</sub>,这可能与其局部电极加热效应及组织代谢 CO<sub>2</sub> 产生增加密切相关,尤其在低灌注情况下<sup>[5]</sup>,本研究的结果也表明了即使在呼吸

衰竭组 TcPCO<sub>2</sub> 和 PaCO<sub>2</sub> 都具有较好的相关性和一致性,且 4 例循环障碍者结果证实了此理论,而与相关研究<sup>[3]</sup>不同的是,本研究非循环障碍组 TcPCO<sub>2</sub> 均低于 PaCO<sub>2</sub>,可能的解释是经皮无创监测的设定温度(42℃)及监测时间的不同,而体重、FiO<sub>2</sub>、RI、SaO<sub>2</sub>、胎龄等相关影响因素均对 TcPCO<sub>2</sub> 与 PaCO<sub>2</sub> 一致性的影响甚小。

对于 TcPO<sub>2</sub> 和 PaO<sub>2</sub> 的相关性及一致性,在不同情况下可能有不同的影响因素。①循环障碍:国内有研究表明循环障碍组 TcPO<sub>2</sub> 和 PaO<sub>2</sub> 无相关性<sup>[6]</sup>,但本研究结果发现循环障碍组 TcPO<sub>2</sub> 和 PaO<sub>2</sub> 差值相比较循环正常组有所缩小,但循环障碍时常伴发呼吸障碍等,且本研究纳入的循环障碍组例数较少,故循环障碍下 TcPO<sub>2</sub> 和 PaO<sub>2</sub> 的一致性可能尚受其他因素的影响。②呼吸障碍:研究还表明呼吸障碍组无创监测与动脉血气具有一定相关性<sup>[6]</sup>,虽然本研究对于依据 PaO<sub>2</sub> 诊断呼吸衰竭者的分析得出其具有一定的相关性,但进一步分层的结果却无表明 RI<150 组,TcPO<sub>2</sub> 和 PaO<sub>2</sub> 却无统计学相关,可能的解释是该研究纳入呼吸障碍组的是有气促临床

表现及血气结果的患儿,而本研究中 RI<150 组的患儿之所以没有呼吸衰竭的临床表现,是靠人为给氧实现的,其动脉氧分压已不能反映患儿真实的氧合,且 RI 是客观指标,更为可信,故尚不能认为氧疗患儿呼吸衰竭时 TcPO<sub>2</sub> 和 PaO<sub>2</sub> 具有很好的相关性及一致性。③用氧过度:本研究结果表明随着 PaO<sub>2</sub> 的逐渐增加,TcPO<sub>2</sub> 和 PaO<sub>2</sub> 的差值逐渐增加,而对于氧疗患儿,如上所述 PaO<sub>2</sub> 并不能真实反映患儿的氧合,所以对于 SaO<sub>2</sub> 及 PaO<sub>2</sub> 过高的氧疗患儿,TcPO<sub>2</sub> 可能更能说明患儿的真实肺部 RI, 本研究结果显示在 RI 较大的氧疗患儿中 TcPO<sub>2</sub> 和 PaO<sub>2</sub> 无统计学相关,本研究纳入的患儿均为氧疗患儿,RI 较大的患儿肺部氧合功能良好,此时的外源性给氧可能是不必要的给氧,长时间氧依赖可增加 BPD 的患病风险<sup>[7]</sup>,因此对于氧疗患儿,高氧分压中 TcPO<sub>2</sub> 和 PaO<sub>2</sub> 缺乏一致,这也部分解释了相关高氧分压研究中两者缺乏一致性的原因<sup>[8]</sup>。④皮下脂肪层厚度:O<sub>2</sub> 及 CO<sub>2</sub> 扩散至皮下需要通过皮下脂肪层,理论上新生儿皮肤脂肪较薄,对气体弥散较好,测定结果比成人更准确<sup>[2]</sup>,国外有研究表明患儿胎龄、体重以及日龄对经皮无创监测与动脉血气值的一致性虽有影响,但影响很小,因此,即使对于极低出生体重儿,TcPO<sub>2</sub> 与 PaO<sub>2</sub>、TcPCO<sub>2</sub> 与 PaCO<sub>2</sub> 也具有较好的相关性及一致性<sup>[3]</sup>,本研究早产儿组结果证实了此结论,且本研究的结果也表明随着体重的不断减小,经皮监测与动脉血数值不断接近,故对于早产儿仍可认为经皮监测与血气分析有较好的相关性及一致性。⑤设定温度:研究表明动脉化的毛细血管血与动脉血具有较高一致性的 pH 值、二氧化碳分压以及氧分压(氧分压在 65 mmHg 以下一致性更高)<sup>[9]</sup>,而 45℃ 时皮肤灌流量达到最大,CO<sub>2</sub> 和 O<sub>2</sub> 才能完全从毛细血管扩散至皮下,透过接触胶进而通过高透过性薄膜改变电极的 pH 值而被经皮监测仪的镀金传感器识别并呈现。但为了避免长久 45℃ 监测造成皮肤灼伤,故当前国内外均采用 42℃ 下监测,这也可能是本研究中 TcPCO<sub>2</sub> 稍低于 PaCO<sub>2</sub> 的原因<sup>[10]</sup>,本研究过程中未发生 1 例灼伤不良反应,故本科室采取的 42℃ 下监测,1 h 更换监测部位是安全的。⑥体温:电极加热皮肤至设定的温度 O<sub>2</sub> 及 CO<sub>2</sub> 才得以扩散至皮下,研究表明 20 min 无创监测才可到达稳定数值<sup>[3]</sup>,体表温度影响无创监测达到稳定的时间,而体表温度过低(尤其低于 35℃)也使得皮下组织代谢减少及气体弥散能力减弱尤其 CO<sub>2</sub>, 本研究有 1 例亚低

温治疗病例,其 TcPCO<sub>2</sub>-PaCO<sub>2</sub> 为 -11 mmHg, TcPO<sub>2</sub>-PaO<sub>2</sub> 为 -3 mmHg, TcPCO<sub>2</sub> 显著低于 PaCO<sub>2</sub>, 但对于 TcPO<sub>2</sub> 影响不大,由于例数仅有 1 例,无统计分析意义,对于其影响意义仍有待于进一步的研究。

TcPO<sub>2</sub> 及 TcPCO<sub>2</sub> 监测与动脉血气分析具有较好的相关性及一致性,尤其在皮下脂肪层较薄的极低出生体重儿。TcPCO<sub>2</sub> 与 PaCO<sub>2</sub> 即使在呼吸衰竭时也有较好的相关性及一致性,而在循环障碍组 TcPCO<sub>2</sub> 明显高于 PaCO<sub>2</sub>。TcPO<sub>2</sub> 与 PaO<sub>2</sub> 相关性及一致性稍差,而对于氧疗患儿,在高氧分压下 TcPO<sub>2</sub> 与 PaO<sub>2</sub> 缺乏很好的相关性,在肺部氧合较差却无呼吸障碍表现时,TcPO<sub>2</sub> 比 PaO<sub>2</sub> 更能反映患儿的动脉氧合,对于指导氧疗新生儿的用氧更有价值。

#### [参考文献]

- [1] Manja V, Lakshminrusimha S, Cook DJ. Oxygen saturation target range for extremely preterm infants: a systematic review and meta-analysis [J]. *JAMA Pediatr*, 2015, 169(4): 332-340
- [2] 张凤蕊, 平芬, 韩树芝, 等. 经皮无创血气检测的临床应用及研究进展[J]. *国际呼吸杂志*, 2014, 34(3): 231-235
- [3] Sandberg KL, Brynjarsson H, Hjalmarsen O. Transcutaneous blood gas monitoring during neonatal intensive care[J]. *Acta Paediatr*, 2011, 100(5): 676-679
- [4] 缪娟娟, 史宏伟, 王振红, 等. 两种方法评估冠状动脉旁路移植术患者心脏收缩功能的比较[J]. *南京医科大学学报(自然科学版)*, 2014, 34(6): 981-985
- [5] Eberhard P. The design, use, and results of transcutaneous carbon dioxide analysis: current and future directions[J]. *Anesth Analg*, 2007, 105(6 Suppl): S48-S52
- [6] 任艳丽, 杨长仪, 陈涵强, 等. 经皮二氧化碳分压及氧分压监测在新生儿重症监护病房的应用价值探讨[J]. *中国新生儿科杂志*, 2015, 30(2): 98-103
- [7] 齐利峰, 麦玉真, 姚芳, 等. 支气管肺发育不良合并肺动脉高压危险因素的 Logistic 回归分析[J]. *南京医科大学学报(自然科学版)*, 2015, 35(7): 1022-1025
- [8] Barter LS, Hopper K. Transcutaneous monitor approximates PaCO<sub>2</sub> but not PaO<sub>2</sub> in anesthetized rabbits[J]. *Vet Anaesth Analg*, 2011, 38(6): 568-575
- [9] Kirubakaran C, Gnananayagam JE, Sundaravalli EK. Comparison of blood gas values in arterial and venous blood [J]. *Indian Pediatr*, 2003, 70(10): 781-785
- [10] Sorensen LC, Brage-Andersen L, Greisen G. Effects of the transcutaneous electrode temperature on the accuracy of transcutaneous carbon dioxide tension[J]. *Scand J Clin Lab Invest*, 2011, 71(7): 548-552

[收稿日期] 2015-08-12