

PctO₂ 和 PctCO₂ 在不同微循环障碍新生儿诊断中的价值及与动脉血气指标的相关性分析

程可萍 陈卫园 郎平

【摘要】目的 探讨经皮氧分压(PctO₂)和经皮二氧化碳分压(PctCO₂)在不同微循环障碍新生儿诊断中的价值,分析其与PaO₂和PaCO₂的相关性。**方法** 选择重症新生儿96例,依据毛细血管充盈时间不同,分为微循环正常组36例、轻度微循环障碍组30例和重度微循环障碍组30例。应用经皮氧/二氧化碳分压监测仪测定所有新生儿PctO₂和PctCO₂,并同步监测PaO₂和PaCO₂。分析各组患儿PctO₂、PctCO₂的表达水平有无差异,对PctO₂和PaO₂、PctCO₂和PaCO₂进行相关性分析;采用ROC曲线分析PctO₂、PctCO₂对新生儿缺氧及CO₂潴留的早期反应性。**结果** 微循环正常组PctO₂和PaO₂、PctCO₂和PaCO₂均呈正相关($r=0.760$ 和 0.589 ,均 $P<0.01$);轻度微循环障碍组和重度微循环障碍组PctCO₂和PaCO₂均呈正相关($r=0.728$ 和 0.698 ,均 $P<0.01$),但PctO₂和PaO₂均无相关性($r=0.316$ 和 0.141 ,均 $P>0.05$)。3组新生儿PctO₂表达均低于PaO₂,差异均有统计学意义(均 $P<0.01$);但PctCO₂与PaCO₂比较差异均无统计学意义(均 $P>0.05$)。微循环正常组、轻度微循环障碍组和重度微循环障碍组PctO₂与PctCO₂诊断缺氧和CO₂潴留的AUC依次为 0.88 ($P=0.012$)和 0.65 ($P=0.112$), 0.58 ($P=0.348$)和 0.91 ($P=0.001$), 0.62 ($P=0.152$)和 0.89 ($P=0.008$)。**结论** 微循环正常新生儿经皮监测PctO₂和PctCO₂可较好替代PaO₂和PaCO₂;轻度及重度微循环障碍新生儿PctO₂不能较好反映PaO₂,此时需结合动脉血气指标综合判断。

【关键词】 经皮二氧化碳分压 经皮氧分压 PaCO₂ PaO₂ 微循环

Correlation of PctO₂ and PctCO₂ with arterial blood gas indexes in neonatus with different microcirculation disturbance CHENG Keping, CHEN Weiyuan, LANG Ping. Department of Pediatrics, Yongkang Maternal and Child Health Hospital, Yongkang 321300, China

【Abstract】Objective To analyze the correlation of percutaneous oxygen pressure (PctO₂) and percutaneous carbon dioxide pressure (PctCO₂) with arterial blood gas indexes in neonatus with different microcirculation (MC) disturbance. **Methods** Ninety six critical neonates treated in NICU of Yongkang Maternal and Child Health Hospital from January 2016 to January 2017 were enrolled. According to the capillary refill time (CRT) patients were divided into normal MC group($n=36$), mild MC disturbance group($n=30$) and severe MC disturbance group($n=30$). The percutaneous blood gas indexes PctO₂, PctCO₂ and the arterial blood gas indexes PaO₂, PaCO₂ were measured at the same time. The levels of PctO₂ and PctCO₂ were compared among the groups, the correlations between PctO₂ and PaO₂, between PctCO₂ and PaCO₂ were analyzed by Pearson analysis. The value of PctO₂ and PctCO₂ in assessing hypoxia and CO₂ retention was analyzed by ROC curves. **Results** There were positive correlations between PctO₂ and PaO₂ ($r=0.760$, $P<0.01$) and between PctCO₂ and PaCO₂ ($r=0.589$, $P<0.01$) in children with normal MC. In children with mild or severe MC disturbance the PctCO₂ was positively correlated with PaCO₂ ($r=0.728$ and 0.698 , both $P<0.01$), but PctO₂ was not correlated with PaO₂ ($r=0.316$ and 0.141 , both $P>0.05$). The AUC on evaluating hypoxia and CO₂ retention by PctO₂ and PctCO₂ in the normal, mild and severe MC disturbance were 0.88 ($P=0.012$) and 0.65 ($P=0.112$), 0.58 ($P=0.348$) and 0.91 ($P=0.001$), 0.62 ($P=0.152$) and 0.89 ($P=0.008$), respectively. **Conclusion** The percutaneous blood gas indexes PctO₂ and PctCO₂ can better replace arterial blood gas indexes PaO₂ and PaCO₂ in neonatus with normal MC. For neonatus with mild or severe MC disturbance PaCO₂ is correlated with PaCO₂, while PctO₂ can't reflect the changes of PaO₂ and arterial blood gas analysis is necessary.

【Key words】 PctCO₂ PctO₂ PaCO₂ PaO₂ Microcirculation

doi: 10.12056/j.issn.1006-2785.2018.40.2.2017-1208

作者单位: 321300 永康市妇幼保健院新生儿科

通信作者: 程可萍, E-mail: ckep973148@126.com

重症感染患者因休克、缺氧等因素可引起微循环障碍,临床以局部代谢产物堆积及组织灌注不足为主要特点^[1]。目前对微循环障碍的早期识别仍缺乏统一标准,皮肤花斑及血液动力学指标如中心静脉压、平均动脉压(MAP)、毛细血管充盈时间(CRT)、乳酸等仍是临床常用的评估指标^[2-3]。有学者将 CRT<2s 作为外周循环灌注良好的指标^[4-5]。虽然动脉血气指标可作为评判机体氧供氧耗的重要参数,但其为有创操作,除会增加出血感染的风险外,频繁检测亦会增加新生儿痛苦^[6]。经皮氧分压(PctO₂)和经皮二氧化碳分压(PctCO₂)监测因具有无创、操作方便及可连续监测等优点,已成为评估重症患者微循环灌注的主要方法^[7],现广泛应用于创面修复、糖尿病足及呼吸机调节等领域^[8]。有研究报道,血流动力学稳定的患者,PctO₂与PaO₂、PctCO₂与PaCO₂的相关性较好^[9]。然而在存在微循环障碍的重症患儿,尤其是新生儿中,上述指标的相关性如何,仍存在争议。本研究探讨 PctO₂和 PctCO₂在不同微循环障碍新生儿诊断中的价值,分析其与 PaO₂和 PaCO₂的相关性,为重症微循环障碍新生儿的早期诊治提供临床依据。

1 对象和方法

1.1 对象 选择 2016 年 3 月至 2017 年 3 月本院 NICU 收治的重症新生儿 96 例,纳入标准:(1)入住 NICU 并行 PctO₂和 PctCO₂监测的新生儿;(2)至少满足以下条件之一:①血压低于同年龄组正常组 2 个标准差;②尿量<0.5ml/(kg·h);③肢端凉,可见大理石样花纹。排除标准:(1)先天性心脏病(差异性紫绀);(2)遗传代谢性疾病;(3)局部皮肤水肿;(4)重型药疹、皮肤烧伤破溃新生儿。参照 2012 版儿童严重脓毒症与脓毒性休克治疗国际指南^[10],微循环正常界定为 CRT<3s,微循环灌注不良界定为 CRT≥3s。依据 CRT 不同,分为微循环正常组(CRT<3s)36 例、轻度微循环障碍组(3s≤CRT<5s)30 例和重度微循环障碍组(CRT≥5s)30 例。3 组新生儿性别、年龄、体重、入院时体温、入院时 Hb 和呼吸机治疗数比较差异均无统计学意义(均 P>0.05),但总平均住院日、NICU 平均住院日比较差异均有统计学意义(均 P<0.01),见表 1。本研究经医院伦理委员会批准和新生儿直系亲属知情同意。

表 1 患儿一般临床资料

组别	n	性别 (男/女,n)	年龄 (d)	体重 (kg)	入院时体温 (°C)	入院时 Hb (g/L)	总平均住院日 (d)	NICU 平均 住院日(d)	呼吸机 治疗数(n)
轻度微循环障碍组	30	18/12	21.36±9.86	2.25±1.52	38.43±0.68	162.34±19.58	16.75±11.62*	11.25±7.35*	24
重度微循环障碍组	30	22/8	23.28±11.12	2.56±1.76	38.56±0.82	168.28±21.34	5.27±3.98* [△]	3.92±2.36* [△]	28
微循环正常组	36	20/16	20.74±10.06	2.48±1.64	38.26±0.72	158.20±18.53	32.78±24.28	25.46±24.23	28
F/χ ² 值		2.323	1.545	1.632	1.382	2.932	13.589	16.172	3.200
P 值		0.313	0.672	0.586	0.782	0.158	0.000	0.000	0.202

注:与微循环正常组比较,*P<0.05;与轻度循环障碍组比较,△P<0.05

1.2 方法 详细记录新生儿性别、年龄、体重、入院时体温、入院时 Hb、基础疾病、总平均住院日、NICU 平均住院日、呼吸机参数、预后等临床资料。应用经皮氧/二氧化碳分压监测仪(TCM4 Series,丹麦雷度公司)对所有新生儿行 PctO₂和 PctCO₂测定。具体操作步骤:(1)设定室温 25~27°C;(2)使用前双手消毒,调试电极温度为 43°C,在新生儿皮肤上涂保护膜后,固定环贴于电极上;(3)滴 1 滴电极凝胶于固定环中央后,粘贴于脐水平旁开 2 横指处或前胸壁;(4)医用胶布固定。连续监测 PctO₂和 PctCO₂,经 10~20min 数据稳定后,应用血气分析仪(GEM Premier 3000,美国 GEM 公司)监测 PaO₂和 PaCO₂。依据新生儿病情,部分新生儿多次重复行 PctO₂/PctCO₂监测并与动脉血气指标对比。动脉采血部位为桡动脉和脐动脉。

1.3 观察指标 分析各组新生儿 PctO₂、PctCO₂的表

达水平有无差异,对 PctO₂和 PaO₂、PctCO₂和 PaCO₂进行相关性分析;评价 PctO₂、PctCO₂对新生儿缺氧及 CO₂潴留的早期反应性。以血气分析中的 PaO₂和 PaCO₂为金标准,将缺氧界定为 PaO₂<10.6kPa,将 CO₂潴留界定为 PaCO₂>6kPa。

1.4 统计学处理 采用 SPSS 20.0 统计软件。计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,组内比较采用配对 t 检验。两变量间的相关性分析采用 Pearson 相关。采用 ROC 曲线分析 PctCO₂和 PctO₂对机体 CO₂潴留及缺氧反应性的评估效力。P<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 新生儿病因及预后 50%(15/30)的轻度微循环障碍组新生儿病因以脓毒血症、宫内感染性肺炎、新生儿呼吸窘迫综合征和新生儿坏死性小肠结肠炎多见;80%

(24/30) 的重度微循环障碍组新生儿病因以新生儿窒息、脓毒性休克多见;50%(18/36)的微循环正常组新生儿病因以各种胎龄早产儿、低出生或超低出生体重儿、颅内出血多见。96例新生儿中,66例转专科继续治疗或病情好转出院;20例新生儿家属放弃或转当地医院治疗;10例因病情危重,最终死于呼吸循环衰竭。

2.2 不同微循环状态下血气指标表达及相关性分析 微循环正常组行76次经皮 PctO₂/PctCO₂ 监测与动脉血气指标对比,轻度微循环障碍组行64次经皮 PctO₂/PctCO₂ 监测与动脉血气指标对比,重度微循环障碍组行92次经皮 PctO₂/PctCO₂ 监测与动脉血气指标对比。微循环正常组 PctO₂ 和 PaO₂、PctCO₂ 和 PaCO₂ 均呈正相关(均 $P < 0.01$);轻度微循环障碍组和重度微循环障碍组 PctCO₂ 和 PaCO₂ 均呈正相关(均 $P < 0.01$),但 PctO₂ 和 PaO₂ 均无相关性(均 $P > 0.05$)。3组新生儿 PctO₂ 表达均低于 PaO₂,差异均有统计学意义(均 $P < 0.01$);但 PctCO₂ 与 PaCO₂ 比较差异均无统计学意义(均

$P > 0.05$),见表2。

表2 不同微循环状态下血气指标表达及相关性分析(kPa)

组别	指标	n	经皮监测	血气分析	r值	t值
轻度微循环障碍组	PO ₂	64	9.86 ± 5.79	17.86 ± 7.47	0.316	4.465 [△]
	PCO ₂	64	4.62 ± 1.31	4.67 ± 2.01	0.728*	0.460
重度微循环障碍组	PO ₂	92	6.84 ± 4.19	18.52 ± 10.41	0.141	3.851 [△]
	PCO ₂	92	4.62 ± 1.26	4.52 ± 1.61	0.698*	0.332
微循环正常组	PO ₂	76	11.28 ± 3.44	14.04 ± 5.69	0.760	10.158 [△]
	PCO ₂	76	5.62 ± 0.78	5.76 ± 1.25	0.589*	0.010

注:采用 Pearson 相关分析,* $P < 0.01$;采用配对 t 检验,[△] $P < 0.01$

2.3 不同微循环状态下 PctO₂ 与 PctCO₂ 的 ROC 曲线分析 微循环正常组、轻度微循环障碍组和重度微循环障碍组 PctO₂ 与 PctCO₂ 诊断缺氧和 CO₂ 滞留的 AUC 依次为 0.88($P = 0.012$)和 0.65($P = 0.112$),0.58($P = 0.348$)和 0.91($P = 0.001$),0.62($P = 0.152$)和 0.89($P = 0.008$),见表3和图1-3。

表3 不同微循环状态下 PctO₂ 与 PctCO₂ 的 ROC 曲线分析

组别	n	指标	AUC	P值	95%CI	最佳截距值(kPa)	灵敏度	特异度
轻度微循环障碍组	64	PctCO ₂	0.91	0.001	0.82-0.97	5.05	0.93	0.75
	64	PctO ₂	0.58	0.348	0.40-0.76	-	0.67	0.71
重度微循环障碍组	92	PctCO ₂	0.89	0.008	0.79-0.95	3.96	0.91	0.76
	92	PctO ₂	0.62	0.152	0.42-0.76	-	0.78	0.55
微循环正常组	76	PctCO ₂	0.65	0.112	0.48-0.79	-	0.72	0.58
	76	PctO ₂	0.88	0.012	0.84-0.98	7.85	0.81	0.92

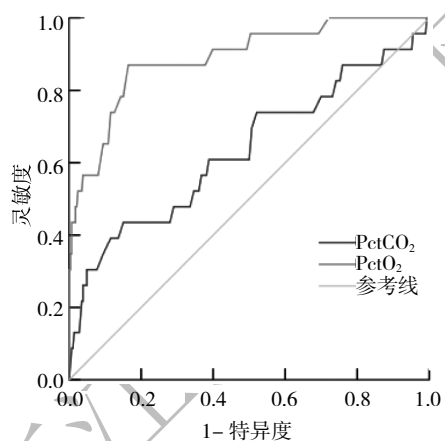


图1 微循环正常组 PctO₂ 与 PctCO₂ 的 ROC 曲线

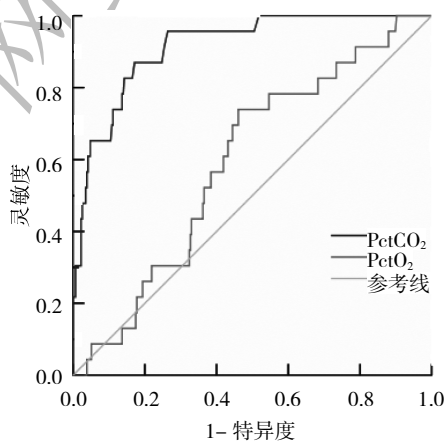


图2 轻度微循环组 PctO₂ 与 PctCO₂ 的 ROC 曲线

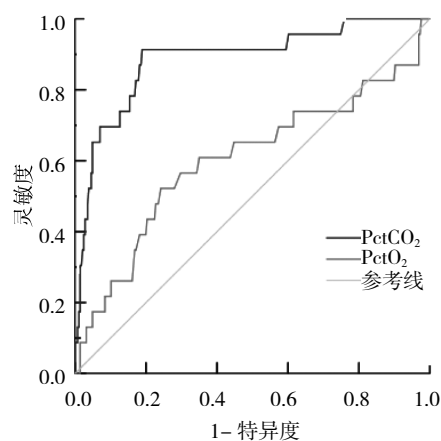


图3 重度微循环组 PctO₂ 与 PctCO₂ 的 ROC 曲线

3 讨论

微循环障碍是重症患者缺血、休克的主要病理生理改变,以外周局部组织最先受累,动态监测血气有助于早期反映机体缺氧及局部组织灌注水平^[1,11]。经皮 PctO₂/

PctCO₂ 监测因其具有无创、连续性等优点,已广泛应用于早期休克的监测,但其也易受局部组织灌注、MAP、CRP、组织含氧量、组织氧耗、局部温度、监测部位等因素的影响,PctO₂ 表达多较 PaO₂ 低^[6,12]。本研究不同循环状态下的新生儿 PctO₂ 表达均低于 PaO₂,但 PctCO₂ 与

PaCO₂ 比较差异均无统计学意义, 考虑系 PctO₂ 测定的氧是血液循环中的氧透过皮肤释放出来, 受局部血流灌注的影响, 通过组织消耗、电极损耗后经皮肤释放出来的氧较血液中氧含量少, 故 PctO₂ 较 PaO₂ 低^[9,13]。本研究还显示, 随着 CRT 的延长, PctO₂ 表达显著降低, 提示微循环灌注越差; PctO₂ 在微循环正常时预测组织氧供的能力高于微循环障碍新生儿, 提示存在微循环障碍时因受上述多种因素影响, 其监测的 PctO₂ 往往会低于实际动脉氧含量, 在一定程度上影响了 PctO₂ 对组织氧供的预测效力。

本研究进一步对 PctO₂、PctCO₂、PaO₂ 和 PaCO₂ 的相关性进行了分析。与国外研究报道相似^[14], 微循环正常组新生儿 PctO₂ 与 PaO₂, PctCO₂ 与 PaCO₂ 相关性均较好, 提示在临床中, 针对部分合并急性呼吸窘迫综合征、因气道梗阻而出现明显 CO₂ 潴留、需呼吸机辅助呼吸而血流动力学相对稳定的重症新生儿, 应用经皮检测 PctO₂ 和 PctCO₂ 可避免新生儿哭吵、躁动、心理畏惧等不良刺激带来的影响。此外, 该检测方法可减少抽血次数、医源性失血和院内感染, 避免不必要的针刺伤害。本研究显示, 在微循环障碍新生儿中 PctO₂ 与 PaO₂ 无相关性, 此时经皮血气监测仅作为参考, 需进一步结合动脉血气综合分析, 积极查找病因, 对存在微循环障碍新生儿, 需给予适当镇静并积极扩容及对症治疗, 以避免微循环障碍进一步加重。

本研究虽为单中心前瞻性研究, 纳入样本量仍相对较少, 可能在一定程度上影响统计学效力。未来将会设计更为严谨的多中心、大样本前瞻性研究, 以进一步明确 PctO₂ 和 PctCO₂ 在不同微循环障碍的重症新生儿诊断中的价值及与动脉血气指标的相关性。

综上所述, 微循环正常新生儿经皮监测 PctO₂ 和 PctCO₂ 可较好替代 PaO₂ 和 PaCO₂; 轻度及重度微循环障碍新生儿 PctO₂ 不能较好反映 PaO₂, 此时需结合动脉血气分析综合判断。

4 参考文献

[1] Lu YH, Liu L, Qiu XH, et al. Effect of early goal directed therapy on tissue perfusion in patients with septic shock[J]. *World J Emerg Med*, 2013, 4(2): 117-122. doi: 10.5847/wjem.j.1920-8642.2013.02.006.

[2] 孙文武, 毛恩强. 微循环变化对于脓毒症患者液体复苏治疗的意义[J]. *中华危重症医学杂志(电子版)*, 2016, 9(3): 201-204. doi: 10.3877/cma.j.issn.1674-6880.2016.03.013.

[3] He HW, Liu DW, Long Y, et al. The peripheral perfusion index and transcutaneous oxygen challenge test are predictive of mortality in septic patients after resuscitation[J]. *Crit Care*, 2013, 17(3): 116. doi: 10.1186/cc12788.

[4] Crook J, Taylor RM. The agreement of fingertip and sternum capillary refill time in children[J]. *Arch Dis Child*, 2013, 98: 26. doi: 10.1136/archdischild-2012-303046.

[5] 肖锋. 儿科急诊[J]. *中华急诊医学杂志*, 2014, 23(6): 718-720. doi: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2014.06.031.

[6] 赵燕凤, 张志群, 芦蕙, 等. 脐动脉血气分析联合 Apgar 评分对新生儿窒息多器官损害的诊断意义[J]. *中华全科医学*, 2017, 15(2): 267-269. doi: 10.16766/j.cnki.issn.1674-4152.2017.02.026.

[7] Benhamou Y, Begarin L, Edet S, et al. Detection of microcirculatory impairment by transcutaneous oxymetry monitoring during hemodialysis: an observational study[J]. *BMC Nephrology*, 2014, 15:4. doi: 10.1186/1471-2369-15-4.

[8] Yang C, Weng H, Chen L, et al. Transcutaneous oxygen pressure measurement in diabetic foot ulcers: mean values and cut-point for wound healing[J]. *J Wound Ostomy Continence Nurs*, 2013, 40(6): 585-589. doi: 10.1097/WON.0b013e3182a9a7bf.

[9] 张凤蕊, 平芬, 韩书芝, 等. 经皮无创血气监测的临床应用及研究进展[J]. *国际呼吸杂志*, 2014, 34(3): 231-235. doi: 10.3760/cma.j.issn.1673-436X.2014.03.018.

[10] 陆国平, 程晔. 2012 版儿童严重脓毒症与脓毒性休克治疗国际指南解读[J]. *中国小儿急救医学*, 2013, 20(1): 4-8. doi: 10.3760/cma.j.issn.1673-4912.2013.01.002.

[11] 吴水晶, 方向明. 感染性休克救治的思考[J]. *中华危重症医学杂志(电子版)*, 2014, 7(5): 1-4. doi: 10.3877/cma.j.issn.1674-6880.2014.05.001.

[12] He HW, Liu DW, Long Y, et al. The transcutaneous oxygen challenge test: a noninvasive method for detecting low cardiac output in septic patients[J]. *Shock*, 2012, 37(2): 152-155. doi: 10.1097/SHK.0b013e31823cc1c0.

[13] Oliver S, Michael EG, Andrea WE, et al. Transcutaneous oxygen tension monitoring in critically ill patients receiving packed red blood cells[J]. *Journal of Critical Care*, 2014, 29(6): 1057-1062. doi: 10.1016/j.jcrc.2014.05.028.

[14] Holowaychuk MK, Fujita H, Bersenas AM, et al. Evaluation of a transcutaneous blood gas monitoring system in critically ill dogs [J]. *J Vet Emerg Crit Care(San Antonio)*, 2014, 24(5): 545-553. doi: 10.1111/vec.12216.

(收稿日期: 2017-05-25)

(本文编辑: 陈丽)