

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2022.03.011
文章编号: 1005-8982 (2022) 03-0060-05

临床研究·论著

感染性休克患者经皮氧分压与常用氧代谢指标的相关性*

徐靛, 龚仕金, 王敏佳, 叶聪

(浙江医院 重症医学科, 浙江 杭州 310013)

摘要: 目的 分析感染性休克患者复苏前后经皮氧分压($P_{tc}O_2$)相关指标与常用氧代谢指标的相关性。**方法** 选取2015年7月—2017年7月浙江医院感染性休克患者40例为研究对象, 6 h持续监测 $P_{tc}O_2$, 并于0 h、6 h行氧负荷试验(OCT)、动脉血气分析及中心静脉血气分析。分析 $P_{tc}O_2$ 值、OCT值(吸入纯氧10 min后 $P_{tc}O_2$ 值-基础 $P_{tc}O_2$ 值)与乳酸清除率、中心静脉血氧饱和度($S_{cv}O_2$)之间的相关性。**结果** 6 h后 $P_{tc}O_2$ 及 $\Delta P_{tc}O_2$ (6 h $P_{tc}O_2$ - 0 h $P_{tc}O_2$) 均与乳酸清除率呈正相关($r=0.386$ 和 $0.555, P<0.05$), $\Delta P_{tc}O_2$ 与 $\Delta S_{cv}O_2$ (6 h $S_{cv}O_2$ - 0 h $S_{cv}O_2$)呈正相关($r=0.377, P<0.05$), ΔOCT (6 h OCT - 0 h OCT) 与 $\Delta S_{cv}O_2$ 呈正相关($r=0.372, P<0.05$)。复苏6 h后, $P_{tc}O_2$ 改善程度不同的两组患者, 在乳酸清除率、6 h $S_{cv}O_2$ 、去甲肾上腺素需求量上差异有统计学意义($P<0.05$), OCT改善程度不同的两组患者, 乳酸清除率差异有统计学意义 ($P<0.05$)。**结论** 复苏前后 $P_{tc}O_2$ 、OCT的变化与乳酸清除率、 $S_{cv}O_2$ 变化值相关, 有可能用于评估复苏的有效性。

关键词: 感染性休克; 经皮氧分压; 氧负荷试验; 血乳酸; 中心静脉血氧饱和度

中图分类号: R459.7

文献标识码: A

Correlation of transcutaneous oxygen pressure and classical oxygen metabolism indexes in patients with septic shock*

Liang Xu, Shi-jin Gong, Min-jia Wang, Cong Ye

(Department of Critical Care Medicine, Zhejiang Hospital, Hangzhou, Zhejiang 310013, China)

Abstract: Objective To analyze the correlation between transcutaneous oxygen pressure ($P_{tc}O_2$) related variables and the classical oxygen metabolism variables before and after resuscitation in patients with septic shock. **Methods** Forty patients with septic shock were prospectively investigated. $P_{tc}O_2$ was continuously monitored for 6 hours, and oxygen challenge test (OCT), arterial blood gas analysis, and central venous blood gas analysis were performed at 0h and 6h. The correlation between $P_{tc}O_2$ related variables ($P_{tc}O_2$ value and OCT value) and lactate clearance rate and central venous oxygen saturation ($S_{cv}O_2$) were analyzed respectively. **Results** After 6 h, $P_{tc}O_2$ value and $\Delta P_{tc}O_2$ (6 h $P_{tc}O_2$ value to 0 h $P_{tc}O_2$ value) were positively correlated with lactate clearance rate ($r = 0.386$ and $0.555, P < 0.05$). The positive correlation was also proved between $\Delta P_{tc}O_2$ and $\Delta S_{cv}O_2$ (6 h $S_{cv}O_2$ to 0 h $S_{cv}O_2$) ($r = 0.377, P < 0.05$), ΔOCT (6 h OCT value to 0 h OCT value) and $\Delta S_{cv}O_2$ ($r = 0.372, P < 0.05$), respectively. There were significant differences in lactate clearance, 6 h $S_{cv}O_2$, and norepinephrine requirement between the two groups with different changes of $P_{tc}O_2$ after 6 hours of resuscitation ($P < 0.05$). There was also a significant difference in lactate clearance between the two groups with different OCT improvements ($P < 0.05$). **Conclusion** Changes in $P_{tc}O_2$ and OCT before and after resuscitation were related to lactate clearance and changes in $S_{cv}O_2$, which may be used to

收稿日期: 2021-07-06

* 基金项目: 浙江省医药卫生科技计划项目(No: 2015KYB002)

[通信作者] 龚仕金, E-mail: gsj801@126.com

assess the effectiveness of resuscitation.

Keywords: septic shock; transcutaneous oxygen pressure; oxygen challenge test; blood lactate; central venous oxygen saturation

感染性休克是重症监护治疗病房(ICU)死亡的主要原因之一,其特征是持续的组织低灌注与缺氧^[1-2]。因此,在感染性休克治疗期间恢复和优化组织灌注和氧合至关重要。传统的灌注指标,如意识、尿量、心率等,敏感性和特异性较差,血乳酸、中心静脉血氧饱和度($S_{cv}O_2$)是目前临床应用最为广泛的氧代谢指标^[3-5],但监测具有一定的侵入性,且常无法持续动态监测。而皮肤作为休克时血流再分布最早被分流的器官之一,是体现局部灌注的良好部位。近年来,通过皮肤表面放置氧电极进行无创经皮氧分压($P_{tc}O_2$)监测的方法已逐步在休克复苏中得到应用^[6]。研究发现,感染性休克时氧负荷试验(OCT)值具有反映和预测 $S_{cv}O_2$ 的能力,且与预后相关^[7-10]。但这些研究大多只评估了孤立时间点OCT的价值,感染性休克早期复苏前后 $P_{tc}O_2$ 及其相关指标动态变化的意义尚不明确。本研究将复苏前后 $P_{tc}O_2$ 的变化与常用氧代谢指标及其变化进行相关性分析,旨在评估持续动态监测 $P_{tc}O_2$ 在感染性休克早期复苏中的价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取2015年7月—2017年7月浙江医院重症医学科收治的感染性休克24 h内发病的患者40例作为研究对象。诊断标准符合2012年ACCP/SCCM颁布的严重脓毒症和脓毒性休克管理治疗指南^[1]。排除标准:①年龄<18岁;②孕妇;③通气氧合严重异常者(吸入氧浓度 $\geq 80\%$);④未建立人工气道者;⑤肝衰竭者。本研究经医院医学伦理委员会批准[批文号:2015临审第(15K)号],患者家属均签署知情同意书。

1.2 研究方法

所有入选患者均接受常规重症监护,留置中心静脉导管和动脉导管,检测动脉血气及中心静脉血气,血气检测使用床旁血气分析仪(型号:GEM3000,美国贝克曼公司)。均参照2012年ACCP/SCCM严重脓毒症和脓毒性休克管理治疗指南给予

抗感染、液体复苏、血管活性药物、脏器功能支持等综合治疗。纳入研究后记录患者的性别、年龄、急性生理学与慢性健康状况评价II(APACHE II)、脓毒症相关性器官功能衰竭评价(SOFA)、感染部位、血管活性药物用量、肾功能等资料。纳入研究后立即开始持续的 $P_{tc}O_2$ 监测,并在0 h、6 h分别行动脉血气分析、中心静脉血气分析及OCT。监测过程中保持患者的经皮氧饱和度不低于92%。

1.2.1 $P_{tc}O_2$ 测定 使用经皮监测仪(型号:TCM400,丹麦雷度公司),使用 O_2/CO_2 联合探测电极,电极温度选择43℃,室温为22~25℃。选择前胸部第二肋间或锁骨下皮肤菲薄处为测定部位,局部无瘢痕及色素沉着,70%乙醇擦拭清洁皮肤后粘贴皮肤固定环。电极定标后固定在皮肤固定环中,局部加热平衡15~20 min,待 $P_{tc}O_2$ 数值逐步稳定后读取数据。6 h内持续监测,监测满3 h后重置电极至对侧相应位置避免皮肤灼伤,所有监测数据由监测仪实时记录。

1.2.2 OCT实施 记录基础 $P_{tc}O_2$ 值,然后增加吸入氧浓度至100%,吸氧10 min,记录10 min后 $P_{tc}O_2$ 值,OCT值=吸入纯氧10 min后 $P_{tc}O_2$ 值-基础 $P_{tc}O_2$ 值。记录0 h、6 h血乳酸水平、并计算乳酸清除率;从中心静脉血气分析中获取中心静脉氧饱和度($S_{cv}O_2$)。记录0 h、6 h时去甲肾上腺素剂量及24 h后急性肾损伤(acute kidney injury, AKI)发生情况,AKI定义依据改善全球肾脏病预后组织(KDIGO)推荐的AKI定义^[11]。

将6 h $P_{tc}O_2$ ~ 0 h $P_{tc}O_2$ 值 > 0 定义为 $P_{tc}O_2$ 改善,否则为无改善,根据6 h后 $P_{tc}O_2$ 是否改善将患者分为 $P_{tc}O_2$ 改善组和 $P_{tc}O_2$ 无改善组,每组20例。将6 h后OCT ≥ 40 mmHg且6 h OCT ~ 0 h OCT值 > 0 定义为OCT改善,否则为无改善,根据6 h后OCT是否改善将患者分为OCT改善组(15例)和OCT无改善组(25例)。

1.3 统计学方法

数据分析采用SPSS 17.0统计软件。符合正态分布的计量资料以均数 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组

间比较用独立样本 t 检验；计数资料以构成比或率 (%) 表示，比较用 χ^2 检验；相关性分析采用 Pearson 法。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料

40 例患者均符合标准纳入研究，其中，男性 30 例，女性 10 例，平均年龄 (84 ± 5) 岁。主要感染部位依次为肺部 24 例，导管相关血行感染 7 例，腹腔 6 例，皮肤软组织感染 2 例，泌尿系感染 1 例。APACHE II 评分 (28 ± 8) 分，SOFA 评分 (11 ± 3) 分。ICU 停留时间 (21 ± 22) d。28 d 病死 24 例。

2.2 $P_{tc}O_2$ 改善组与 $P_{tc}O_2$ 无改善组基线资料比较

两组患者的性别构成、年龄、APACHE II 评分、SOFA 评分、动脉氧分压 (PaO_2) 比较，差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。两组 6 h 乳酸清除率、6 h $S_{cv}O_2$ 、6 h 去甲肾上腺素减量率比较，差异均有统计学意义 ($P < 0.05$)， $P_{tc}O_2$ 改善组 6 h 乳酸清除率、6 h $S_{cv}O_2$ 优于 $P_{tc}O_2$ 无改善组。 $P_{tc}O_2$ 改善组 6 h 后去甲肾上腺素减量率高于无改善组。两组 24 h 后小剂量去甲肾上腺素使用 $< [0.1 \mu g / (kg \cdot min)]$ 率、24 h 后 AKI 发生率、28 d 存活率比较，差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。见表 1。

表 1 $P_{tc}O_2$ 改善组与 $P_{tc}O_2$ 无改善组基线资料的比较 ($n=20$)

组别	男/女/ 例	年龄/ (岁, $\bar{x} \pm s$)	APACHE II 评分 ($\bar{x} \pm s$)	SOFA 评分 ($\bar{x} \pm s$)	PaO_2 / (mmHg, $\bar{x} \pm s$)	6 h 乳酸清除率/ (%, $\bar{x} \pm s$)
$P_{tc}O_2$ 改善组	14/6	84 ± 5	29 ± 9	12 ± 3	129 ± 30	28.6 ± 24.7
$P_{tc}O_2$ 无改善组	16/4	85 ± 6	28 ± 6	11 ± 3	112 ± 36	-28.2 ± 67.5
t/χ^2 值	0.533	0.351	0.144	0.405	1.546	3.539
P 值	0.465	0.728	0.887	0.688	0.131	0.002

组别	6 h $S_{cv}O_2$ / (%, $\bar{x} \pm s$)	6 h 去甲肾上腺素 减量率/%	24 h 后小剂量去甲肾上腺素 使用率/%	24 h 后 AKI 发生率/ %	28 d 存活率/ %
$P_{tc}O_2$ 改善组	64 ± 11	80.0	65.0	40.0	50.0
$P_{tc}O_2$ 无改善组	54 ± 16	40.0	45.0	55.0	35.0
t/χ^2 值	2.094	6.667	1.616	0.902	0.921
P 值	0.044	0.010	0.204	0.342	0.337

2.3 OCT 改善组与 OCT 无改善组基线资料比较

两组患者的性别构成、年龄、APACHE II 评分、SOFA 评分、 PaO_2 、6 h $S_{cv}O_2$ 、6 h 去甲肾上腺素减量率比较，差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。两组 6 h 乳酸清除率比较，差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。见表 2。

2.4 复苏前后氧代谢指标比较

所有患者均完成持续 6 h $P_{tc}O_2$ 监测及 2 次有效 OCT (0 h、6 h)。所有患者 0 h $P_{tc}O_2$ 为 (56 ± 19) mmHg (1 mmHg = 0.133 kPa)，6 h 后 $P_{tc}O_2$ 为 (54 ± 19) mmHg，差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。0 h OCT 为 (99 ± 81) mmHg，6 h OCT 为 (82 ± 77) mmHg，差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。0 h 血乳酸为 (4.6 ± 3.5) mmol/L，6 h 血乳酸为

(4.5 ± 3.9) mmol/L，差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。0 h $S_{cv}O_2$ 为 $(55 \pm 17)\%$ ，6 h $S_{cv}O_2$ 为 $(59 \pm 15)\%$ ，差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。

2.5 $P_{tc}O_2$ 相关指标与乳酸清除率的相关性分析

6 h $P_{tc}O_2$ 、 $\Delta P_{tc}O_2$ (6 h $P_{tc}O_2$ ~ 0 h $P_{tc}O_2$) 与 6 h 乳酸清除率均呈正相关 ($r = 0.386$ 和 0.555 , $P < 0.05$)；6 h OCT、 ΔOCT (6 h OCT ~ 0 h OCT) 与 6 h 乳酸清除率均无相关性 ($P > 0.05$)。

2.6 $P_{tc}O_2$ 相关指标与 $S_{cv}O_2$ 的相关性分析

$\Delta P_{tc}O_2$ 与 $\Delta S_{cv}O_2$ (6 h $S_{cv}O_2$ ~ 0 h $S_{cv}O_2$) 呈正相关 ($r = 0.377$, $P = 0.028$)； $\Delta P_{tc}O_2$ 与 6 h $S_{cv}O_2$ 无相关性 ($P > 0.05$)；6 h $P_{tc}O_2$ 与 $\Delta S_{cv}O_2$ 、6 h $S_{cv}O_2$ 均无相关性 ($P > 0.05$)； ΔOCT 与 $\Delta S_{cv}O_2$ 呈正相关 ($r = 0.372$, $P < 0.05$)；

表2 OCT改善组与OCT无改善组基线资料的比较

组别	n	男/女/例	年龄/ (岁, $\bar{x} \pm s$)	APACHE II 评分($\bar{x} \pm s$)	SOFA评分 ($\bar{x} \pm s$)	PaO ₂ / (mmHg, $\bar{x} \pm s$)	6 h 乳酸清除率/ (% , $\bar{x} \pm s$)	6 h S _{cv} O ₂ / (% , $\bar{x} \pm s$)	6 h 去甲肾上腺素减量率/%
OCT改善组	15	9/6	84 ± 5	27 ± 9	11 ± 3	116 ± 31	24.2 ± 24.6	60 ± 12	73.3
OCT无改善组	25	21/4	85 ± 6	29 ± 7	11 ± 3	124 ± 43	-14.2 ± 67.1	58 ± 17	52.0
t/χ ² 值		2.880	0.790	0.590	0.026	0.598	2.590	0.525	1.778
P值		0.135	0.434	0.559	0.979	0.554	0.014	0.603	0.318

ΔOCT 与 6 h S_{cv}O₂ 无相关性 ($P > 0.05$); 6 h OCT 与 ΔS_{cv}O₂、6 h S_{cv}O₂ 均无相关性 ($P > 0.05$)。

3 讨论

本研究发现, 感染性休克患者复苏 6 h P_{tc}O₂ 和 ΔP_{tc}O₂ 与 6 h 乳酸清除率均有相关性, 且 ΔP_{tc}O₂ 与 ΔS_{cv}O₂ 亦有相关性。而 6 h OCT 与 6 h 乳酸清除率、S_{cv}O₂ 无相关性, 仅 ΔOCT 与 ΔS_{cv}O₂ 具有相关性。复苏 6 h 后 P_{tc}O₂ 改善程度不同的两组患者, 在 6 h 乳酸清除率、6 h S_{cv}O₂、去甲肾上腺素减量率上均存在差异。休克时血流再分布最早被分流的器官是皮肤、胃肠道和肌肉, 是在休克时反映局部组织灌注水平的良好部位。P_{tc}O₂ 通过无创的方法反映了皮肤组织的氧供及灌注水平。当血流动力学稳定时, P_{tc}O₂ 值主要与 P_aO₂ 相关, 两者较为接近; 而对低血压休克患者, 皮肤组织灌注不足导致 P_{tc}O₂ 与 P_aO₂ 的比值明显降低^[12]。P_{tc}O₂ 在严重创伤、失血性休克中的应用价值较早被研究。失血性休克模型的失血早期 P_{tc}O₂ 即与心排血指数 (CI) 有着很好的相关性, 休克阶段 P_{tc}O₂ 与 CI、氧输送、氧耗均明显下降, 早于平均动脉压下降^[13], 而在复苏过程中, 随着循环功能的改善, P_{tc}O₂ 很快出现上升, 若经过复苏 P_{tc}O₂ 持续偏低则提示组织低灌注持续存在, 预后不良^[14]。因此 P_{tc}O₂ 不但可作为休克早期的预警指标, 也可评价复苏的有效性。近年来国内外研究者就 P_{tc}O₂ 监测在感染性休克中的意义作了研究, 发现在一定时间点, P_{tc}O₂ 的衍生指标 OCT 值与 S_{cv}O₂、CI 有着较好的相关性^[7-8], 对预后有一定的预测价值^[9-10, 15], 但未报道 P_{tc}O₂ 值或 OCT 值与乳酸的相关性。乳酸作为反映组织灌注及细胞缺氧的指标及 S_{cv}O₂ 作为反映全身氧供和氧耗平衡的指标均已在临床中广泛应用。如果能在休克复苏过

程中, 动态观察不同氧供程度和时间累积下 P_{tc}O₂ 相关指标与乳酸、S_{cv}O₂ 的相关性, 可能有利于更好地理解和使用 P_{tc}O₂ 及其衍生指标。

本研究发现, 单一时间点的 P_{tc}O₂ 相关指标 (尤其是 OCT 值) 与乳酸清除率、S_{cv}O₂ 相关性差, 这与既往研究中在单一时间点未发现 P_{tc}O₂ 与乳酸的相关性一致^[7, 16]。复苏前后 P_{tc}O₂ 的变化值、OCT 的变化值与乳酸清除率、S_{cv}O₂ 变化值有着较好的相关性。因此 P_{tc}O₂ 监测的应用价值在于动态的连续过程, 复苏过程中 P_{tc}O₂ 相关指标的改善或恶化对判断复苏有效性的意义更大。而相较于 OCT 值, P_{tc}O₂ 绝对值与常用氧代谢指标的相关性更好, 且使用更直观便捷。

本研究存在如下局限性: ①本研究为前瞻性观察性研究, 样本量仍偏少, 不足以显示组间 24 h 后 AKI 发生率及 28 d 存活率的差异; ②P_{tc}O₂ 值受 PaO₂ 影响, 尽管排除严重低氧的患者, 并在研究过程中保持 SpO₂ > 92%, 但仍不能排除 P_{tc}O₂ 值因 P_aO₂ 的波动造成的轻微影响。

总之, 感染性休克患者复苏过程中行 P_{tc}O₂ 监测具有积极的意义, P_{tc}O₂ 相关指标的变化反映了组织氧代谢的变化, 可用于评估休克复苏的有效性。

参 考 文 献 :

- [1] DELLINGER R P, LEVY M M, RHODES A, et al. Surviving sepsis campaign: international guidelines for management of severe sepsis and septic shock, 2012[J]. Intensive Care Med, 2013, 39(2): 165-228.
- [2] CUTHBERTSON B H, ELDERS A, HALL S. Mortality and quality of life in the five years after severe sepsis[J]. Critical Care, 2013, 17(2): 1-8.
- [3] TISHERMAN S A, BARIE P, BOKHARI F, et al. Clinical practice guideline: endpoints of resuscitation[J]. J Trauma, 2004, 57(4): 898-912.

- [4] JONES A E, SHAPIRO N I, TRZECIAK S, et al. Lactate clearance vs central venous oxygen saturation as goals of early sepsis therapy: a randomized clinical trial[J]. JAMA, 2010, 303(8): 739-746.
- [5] JANSEN T C, VAN BOMMEL J, SCHOONDERBEEK F J, et al. Early lactate-guided therapy in intensive care unit patients: a multicenter, open-label, randomized controlled trial[J]. Am J Respir Crit Care Med, 2010, 182(6): 752-761.
- [6] ABRAHAM E, SMITH M, SILVER L. Continuous monitoring of critically ill patients with transcutaneous oxygen and carbon dioxide and conjunctival oxygen sensors[J]. Ann Emerg Med, 1984, 13(11): 1021-1026.
- [7] 何怀武, 刘大为, 隆云, 等. 感染性休克患者经皮氧负荷试验和中心静脉血氧饱和度的相关性[J]. 中华医学杂志, 2011, 91(35): 2449-2452.
- [8] HE H W, LIU D W, 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.
- [9] HE H W, LIU D W, 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): R116.
- [10] MARI A, VALLÉE F, BEDEL J, et al. Oxygen challenge test in septic shock patients: prognostic value and influence of respiratory status[J]. Shock, 2014, 41(6): 504-509.
- [11] KDIGO K. Acute kidney injury work group: KDIGO clinical practice guideline for acute kidney injury[J]. Kidney Int Suppl, 2012, 2: 1-138.
- [12] ABRAHAM E, SMITH M, SILVER L. Continuous monitoring of critically ill patients with transcutaneous oxygen and carbon dioxide and conjunctival oxygen sensors[J]. Ann Emerg Med, 1984, 13(11): 1021-1026.
- [13] TREMPER K K, BARKER S J, HUFSTEDLER S M, et al. Transcutaneous and liver surface PO₂ during hemorrhagic hypotension and treatment with phenylephrine[J]. Crit Care Med, 1989, 17(6): 537-540.
- [14] TATEVOSSIAN R G, WO C C, VELMAHOS G C, et al. Transcutaneous oxygen and CO₂ as early warning of tissue hypoxia and hemodynamic shock in critically ill emergency patients[J]. Crit Care Med, 2000, 28(7): 2248-2253.
- [15] 董亮, 李朗, 梁锋鸣, 等. 经皮氧分压监测用于评估感染性休克患者预后的临床研究[J]. 中华急诊医学杂志, 2018, 27(3): 265-271.
- [16] LU Y H, LIU L, QIU X H, 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.

(张西倩 编辑)

本文引用格式: 徐靓, 龚仕金, 王敏佳, 等. 感染性休克患者经皮氧分压与常用氧代谢指标的相关性[J]. 中国现代医学杂志, 2022, 32(3): 60-64.

Cite this article as: XU L, GONG S J, WANG M J, et al. Correlation of transcutaneous oxygen pressure and classical oxygen metabolism indexes in patients with septic shock[J]. China Journal of Modern Medicine, 2022, 32(3): 60-64.