

• 综述 •

中心静脉-动脉血二氧化碳分压差的临床应用进展

霍丽坤 李培军

300070 天津医科大学研究生院(霍丽坤); 300222 天津市胸科医院重症医学科(李培军)

通讯作者: 李培军, Email: peijunli166@163.com

DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2016.11.024

【摘要】 对于危重患者,血流动力学不稳定是临床中的常见问题,其根本原因是组织灌注不足,细胞氧代谢障碍。因此,早期识别和纠正组织低灌注至关重要。传统的氧代谢监测指标中心静脉血氧饱和度(ScvO₂)、混合静脉血氧饱和度(SvO₂)和乳酸对临床治疗的指导有限。而中心静脉-动脉血二氧化碳分压差(Pcv-aCO₂)较其他氧代谢指标可以更敏感地反映组织灌注和心排血量(CO)变化,用于目标导向性指导感染性休克、创伤性休克、高危外科术后等患者的液体复苏,且能敏感判断患者预后。通过综述Pcv-aCO₂在感染性休克、心血管疾病、重大手术、急性失血、烧伤、创伤性休克及评价容量负荷试验等方面的应用,分析其应用价值和前景。

【关键词】 中心静脉-动脉血二氧化碳分压差; 氧代谢; 组织灌注

基金项目: 天津市卫生局科技基金(2013KZ074)

Advances of central venous-to-arterial blood carbon dioxide partial pressure difference in clinical application

Huo Likun, Li Peijun

Postgraduate School, Tianjin Medical University, Tianjin 300070, China (Huo LK); Department of Critical Care Medicine, Tianjin Chest Hospital, Tianjin 300222, China (Li PJ)

Corresponding author: Li Peijun, Email: peijunli166@163.com

【Abstract】 In critical patients, haemodynamic instability is very common, and tissue hypoperfusion and oxygen metabolism failure are the primary causes. Therefore, early recognizing and correcting tissue hypoperfusion is crucially important. Traditional indicators of oxygen metabolism including central venous oxygen saturation (ScvO₂), mixed venous oxygen saturation (SvO₂), and lactate, had only limited guiding significance for the clinical treatment. Central venous-to-arterial blood carbon dioxide partial pressure difference (Pcv-aCO₂) is very sensitive to reflect the changes in tissue perfusion and cardiac output (CO), and it has been intensively applied to guide fluid resuscitation for septic shock, traumatic shock, high risk post-operation patients, and to judge prognosis. The clinical application of Pcv-aCO₂ in septic shock, cardiovascular disease, major operation, acute hemorrhage, burn, traumatic shock, and volume loading test were addressed in this review, and its value and prospect was analyzed.

【Key words】 Central venous-to-arterial blood carbon dioxide partial pressure difference; Oxygen metabolism; Tissue perfusion

Fund program: Science Fund of Tianjin Health Bureau (2013KZ074)

危重患者血流动力学不稳定的根本原因是组织灌注不足,组织细胞缺氧;然而单纯的血流动力学监测并不一定能解决这一基本问题,因此,积极的氧代谢监测对指导治疗十分重要。有研究表明,中心静脉血氧饱和度(ScvO₂)是反映机体氧供需平衡的直接指标^[1],以其为目标的早期目标导向治疗(EGDT)可改善感染性休克患者的预后^[2-5],且被作为治疗标准写入指南^[6-7]。然而近年来研究发现,很多感染性休克患者EGDT达标后依旧存在组织灌注不足,且较未达标患者预后并无明显改善^[8-13]。有研究显示,中心静脉-动脉血二氧化碳分压差(Pcv-aCO₂)可较好地反映组织灌注及氧代谢状态^[14-16]。现就国内外Pcv-aCO₂的应用研究进行综述。

1 病理生理基础

Pcv-aCO₂代表细胞代谢所产生的CO₂在中心静脉与动脉的分压差。中心静脉血二氧化碳分压(PcvCO₂)和动脉血二氧化碳分压(PaCO₂)表示以物理形式溶解在中心静脉血和动脉血中CO₂的张力。血液中CO₂的含量(CCO₂)与分压(PCO₂)呈曲线关系,但在CCO₂生理范围内二者呈近似线性

相关,即 $PCO_2 = K \times CCO_2$ (K为线性系数)。因此机体在单位时间内对CO₂清除量(VCO₂)为: $VCO_2 = K \times CO \times Pcv-aCO_2$ (CO为心排血量)。在VCO₂和氧消耗(VO₂)恒定时($VCO_2 = R \times VO_2$; R为呼吸商,根据摄入营养物质不同, R值波动在0.7~1.0), Pcv-aCO₂完全依赖于CO, CO降低, Pcv-aCO₂升高,尤其在CO很低时, Pcv-aCO₂升高更为显著。但是仅仅为了增加VO₂而提高CO, Pcv-aCO₂并不会升高,因为此时CO完全可以清除组织所产生的CO₂。生理状态下,动、静脉血PCO₂非常接近, Pcv-aCO₂参考范围为2~6 mmHg (1 mmHg=0.133 kPa)^[17]。Pcv-aCO₂表示机体是否有足够血流来冲洗组织所产生的CO₂,是反映血流量的指标^[18]。Pcv-aCO₂≥6 mmHg时,无论ScvO₂是否正常,都表明机体没有足够血流冲洗组织产生的CO₂, CO不足以维持外周组织灌注。因此,临床中Pcv-aCO₂≥6 mmHg且乳酸升高时,可以通过增加CO来改善组织灌注。Pcv-aCO₂<6 mmHg时表示机体有足够血流冲洗组织产生的CO₂,即使组织存在缺氧也不建议用增加CO的方法来改善组织灌注。Pcv-aCO₂

升高只能反映血流不足,并不能反映组织缺氧。

氧供非依赖期,氧输送降低,氧摄取率(ERO_2)升高, VCO_2 不变,若 CO 不变, P_{cv-aCO_2} 则不会升高。

氧供依赖期,CO 降低则 P_{cv-aCO_2} 升高,此时有氧氧化产生 CO_2 减少,无氧氧化产生 CO_2 增加, CO_2 产生总量不变或减少;若 CO 不变, P_{cv-aCO_2} 不变或者降低,即 P_{cv-aCO_2} 完全依赖于血流的变化。因此,循环性缺氧时 P_{cv-aCO_2} 升高,而低张性缺氧时 P_{cv-aCO_2} 不升高。

休克时循环血容量绝对或相对不足,血流缓慢,血液通过毛细血管时间延长,致单位体积内 CO_2 含量增加^[19]。机体高代谢状态时,R 值增大, CO_2 生成增多^[20]。组织缺血缺氧,机体进行无氧代谢,乳酸生成增多, H^+ 升高,血液通过碳酸氢盐缓冲生成 CO_2 与 H_2O ,导致 CO_2 生成增多^[21],使 P_{cv-aCO_2} 升高。根据 Fick 原理: $VCO_2=K \times CO \times P_{cv-aCO_2}$,即 P_{cv-aCO_2} 与总 CO_2 含量成正比,与 CO 成反比,因此 P_{cv-aCO_2} 不仅可以反映组织的血流灌注情况,还可评价 CO 的变化^[22-23]。

2 P_{cv-aCO_2} 的临床应用

2.1 感染性休克: Ospina-Tascón 等^[24]研究表明,在感染性休克复苏前 6 h 内, P_{cv-aCO_2} 持续 ≥ 6 mmHg 与 28 d 病死率相关〔相对危险度(RR)=2.23, $P=0.01$ 〕,然而 P_{cv-aCO_2} 作为复苏终点能否改善预后仍需进一步研究。Mallat 等^[25]也同样论证了 P_{cv-aCO_2} 在指导感染性休克患者早期液体复苏中的价值,并认为 P_{cv-aCO_2} 可作为复苏目标,弥补 $ScvO_2$ 作为终点复苏目标的不足,避免过早终止复苏,影响患者预后,同时还表明感染性休克患者早期较高的 P_{cv-aCO_2} 与 28 d 病死率相关。

Vallée 等^[26]研究证实,在 $ScvO_2 > 0.70$ 的感染性休克患者中,与 $P_{cv-aCO_2} < 6$ mmHg 组相比, $P_{cv-aCO_2} \geq 6$ mmHg 组血乳酸水平高且 CO 低,故认为 $ScvO_2 > 0.70$ 且 $P_{cv-aCO_2} \geq 6$ mmHg 提示机体血流不足,增加 CO 是有效的治疗方法。

於江泉等^[27]以 157 例感染性休克患者为研究对象,EGDT 治疗 6 h 后,根据 P_{cv-aCO_2} 水平将患者分为高水平组、增高组、下降组、正常组。结果显示,48 h 后下降组、正常组急性生理学及慢性健康状况评分系统 II (APACHE II) 评分较高水平组、增高组明显下降,而机械通气时间、重症加强治疗病房(ICU)住院时间明显缩短,且 ICU 病死率明显降低。

2015 年吴文等^[28]的研究纳入 55 例接受血液净化治疗的顽固性感染性休克患者,证实了 P_{cv-aCO_2} 能够预测血液净化对顽固性感染性休克的治疗效果。2016 年许运铎等^[29]以 50 例感染性休克患者为研究对象,按随机数字表法分为观察组和对照组,每组 25 例。对照组以中心静脉压(CVP) ≥ 8 mmHg、尿量 ≥ 0.5 mL $\cdot$ kg⁻¹ $\cdot$ h⁻¹、平均动脉压(MAP) ≥ 65 mmHg、 $ScvO_2 \geq 0.70$ 为目标进行液体复苏,如 $ScvO_2$ 未达到 0.70,则输注浓缩红细胞使红细胞比容达 0.30 以上,或输注米力农或多巴酚丁胺达到复苏目标;观察组的复苏目标则在对照组基础上增加 $P_{cv-aCO_2} < 6$ mmHg,若 $P_{cv-aCO_2} \geq 6$ mmHg 则认为有容量反应性,进行液体复苏,若

无容量反应性则给予多巴酚丁胺或米力农,完成液体复苏。结果表明,观察组和对照组 28 d 病死率差异无统计学意义(20% 比 28%, $P > 0.05$),但观察组机械通气时间和 ICU 住院时间均明显短于对照组(均 $P < 0.05$)。

2.2 心血管疾病: Furqan 等^[30]以 57 例 5~14 岁的先天性心脏病患儿为研究对象,分析 P_{cv-aCO_2} 、 $ScvO_2$ 与 CO 间的相关性,结果显示 P_{cv-aCO_2} 与 CO 具有更好的相关性,尤其当 $ScvO_2 < 0.70$ 时这种相关性更为明显。Cuschieri 等^[22]研究证实,重症患者的 P_{cv-aCO_2} 与 CO 呈负相关,可作为评价心功能的指标。於华敏和傅红霞^[31]以不同程度心力衰竭(心衰)患者为研究对象,按美国纽约心脏病协会(NYHA)心功能分级分为两组,分别进行动、静脉血气分析,发现无呼吸功能障碍时,不同心功能分级心衰患者动脉血氧分压(PaO_2)可接近正常范围,但两组 P_{cv-aCO_2} 、动脉-静脉 pH 值差(a-vpH)及动脉-静脉血氧分压差($Pa-vO_2$)均有显著差异。

2.3 重大手术: 2010 年 Futier 等^[15]将 P_{cv-aCO_2} 用于预测重大手术后并发症的发生,该研究以接受高风险手术患者为研究对象,探讨 P_{cv-aCO_2} 与术后并发症的关系,结果显示,有并发症组 P_{cv-aCO_2} 明显高于无并发症组;当 $ScvO_2 \geq 0.70$ 时, P_{cv-aCO_2} 较 $ScvO_2$ 对准确判断组织损害程度、组织氧供需状态及预测并发症发生更具敏感性;在 $ScvO_2 \geq 0.70$ 时,必须同时保证 $P_{cv-aCO_2} < 5$ mmHg,机体才能满足组织细胞代谢所需要的血流量,以更好地维持组织氧供需平衡状态。

Robin 等^[32]以 115 例高危腹部和血管外科手术患者为研究对象,证实入 ICU 时 P_{cv-aCO_2} 升高与术后并发症相关。

Morel 等^[33]的一项回顾性研究以心外科术后患者为研究对象,分析 P_{cv-aCO_2} 与序贯器官衰竭评分(SOFA)、病死率的关系。结果发现 $P_{cv-aCO_2} < 6$ mmHg 组患者 6 h SOFA 评分、6 个月病死率显著高于 $P_{cv-aCO_2} \geq 6$ mmHg 组患者,认为 P_{cv-aCO_2} 并不能预测心外科术后患者的预后。

杨艳丽等^[34]比较了在非体外循环下行冠状动脉旁路移植术中单独应用 $ScvO_2$ 与 P_{cv-aCO_2} 联合 $ScvO_2$ 指导血流动力学管理的效果。结果表明,与单独应用 $ScvO_2$ 相比, P_{cv-aCO_2} 联合 $ScvO_2$ 在指导术中血流动力学管理时能更快地降低手术结束时及术后 2 h 乳酸水平,降低术后 2 d 血肌酐(Scr)水平,可以更好地改善患者术中的组织灌注及器官功能。

刘正元等^[35]以 60 例开腹胃肠道手术患者为研究对象,并随机分为 $ScvO_2 + P_{cv-aCO_2}$ 组和传统输液组。传统输液组患者按照生理需要量 + 继续损失量 + 累计缺失量 + 第三间隙缺失量 + 补充性扩容计算输入液体总量; $ScvO_2 + P_{cv-aCO_2}$ 组患者手术开始前给予乳酸林格液 10 mL/kg,术中乳酸林格液 2 mL $\cdot$ kg⁻¹ $\cdot$ h⁻¹ 维持输液至 $ScvO_2 > 0.70$ 且 $P_{cv-aCO_2} \leq 6$ mmHg。记录两组患者术后体温、白细胞计数(WBC)、Scr、胃肠功能恢复时间、住院时间、术后 28 d 并发症及死亡情况。结果显示,与传统输液组比较, $ScvO_2 + P_{cv-aCO_2}$ 组患者输血量、尿量较少(均 $P < 0.05$),但两组术

后次日体温、WBC、SCr及胃肠功能恢复时间、住院时间和并发症发生率差异均无统计学意义(均 $P>0.05$)。

刘新梅等^[36]以50例胸腔镜体外循环心脏手术后患者为研究对象,并分为 $P_{cv-aCO_2}<6$ mmHg和 ≥ 6 mmHg两组,比较两组主动脉阻断时间、体外循环时间、手术时间,术后MAP、CVP、左室射血分数(LVEF)、乳酸及机械通气时间和ICU住院时间。结果显示,与 $P_{cv-aCO_2}\geq 6$ mmHg组比较, $P_{cv-aCO_2}<6$ mmHg组患者机械通气时间、ICU住院时间明显缩短(均 $P<0.05$),但两组主动脉阻断时间、体外循环时间、手术时间差异无统计学意义(均 $P>0.05$);且两组术后CVP、MAP、LVEF、乳酸不存在显著相关。故认为 P_{cv-aCO_2} 可以反映胸腔镜体外循环心脏手术后患者的组织灌注状况和病情严重程度。

2.4 急性失血:张岩等^[37]分析了家兔急性失血过程中 P_{cv-aCO_2} 、动脉-混合静脉pH值差($a-\bar{v}pH$)、组织氧供(DO_2)与CO的关系。结果显示,随着CO降低, P_{cv-aCO_2} 、 $a-\bar{v}pH$ 进行性增加,动脉血乳酸水平逐渐升高; P_{cv-aCO_2} 、 $a-\bar{v}pH$ 、乳酸与累积失血量相关,在失血量为9~12 mL/kg出现拐点时, P_{cv-aCO_2} 迅速升高,表示组织缺氧。因此, P_{cv-aCO_2} 增加不但可以作为评价组织氧合及CO变化的指标,还可用于动态观察重大手术后、创伤有无急性失血及失血严重程度。

2015年周昭雄等^[38]以19例失血性休克患者为研究对象,探讨 P_{cv-aCO_2} 在失血性休克患者容量监测中的指导价值。结果显示,入组时和入组6 h P_{cv-aCO_2} 预测复苏不足的受试者工作特征曲线下面积(AUC)分别为0.952、0.958;入组时 P_{cv-aCO_2} 临界值为4.5 mmHg时,敏感度为100%,特异度为83.3%;入组6 h P_{cv-aCO_2} 临界值为5.5 mmHg时,敏感度为85.7%,特异度为91.7%。因此认为,与 $ScvO_2$ 和乳酸清除率比较, P_{cv-aCO_2} 对失血性休克患者复苏不足的预测价值更高。但该研究是单中心观察性研究,且样本量小,有一定的局限性。

2.5 烧伤:Monnet等^[39]研究显示, $ScvO_2$ 与 P_{cv-aCO_2} 的变化存在明显的相关性,故认为 P_{cv-aCO_2} 可敏感反映烧伤患者组织氧合灌注状况。陈熹和张建忠^[40]选取50例美国麻醉医师协会(ASA)分级为II~IV级的严重烧伤患者,并分为联合调控组($ScvO_2\leq 0.70$ 且 $P_{cv-aCO_2}<6$ mmHg)和单一调控组($ScvO_2\leq 0.70$)分别进行液体复苏。结果显示,与单一调控组相比,联合调控组容量复苏可以更好地维持严重烧伤患者切削痂植皮手术中氧代谢稳定,保证充足的组织氧合灌注。

2.6 创伤性休克:Mallat等^[41]的一项前瞻性队列研究表明,依照 P_{cv-aCO_2} 与 $ScvO_2$ 的联合监测结果对严重创伤患者进行容量调控,可以更有效地改善患者的氧合状态和循环功能。刘亚林等^[42]根据 P_{cv-aCO_2} 水平将119例创伤性休克行液体复苏患者分为观察组($P_{cv-aCO_2}<6$ mmHg, 60例)和对照组($P_{cv-aCO_2}\geq 6$ mmHg, 59例),比较两组患者液体复苏的效果。结果显示,与对照组比较,观察组CVP、MAP、

$ScvO_2$ 和液体平衡量均明显升高,去甲肾上腺素和多巴酚丁胺用量明显减少,乳酸清除率、心排血指数(CI)明显升高,SCr、APACHE II和SOFA评分均明显降低(均 $P<0.05$)。故认为 P_{cv-aCO_2} 对创伤性休克患者液体复苏效果具有重要的评价作用,其中 P_{cv-aCO_2} 低水平患者复苏效果更明显,预后更佳。

2.7 评价容量负荷试验(VE):王菊香等^[43]以48例可能存在低血容量的患者进行VE试验,观察VE试验前后心率(HR)、MAP、CVP、CO、 P_{cv-aCO_2} 、 $ScvO_2$ 、乳酸、尿量等指标的变化,VE试验后CO增加 $\geq 10\%$ 认为有反应性,否则为无反应性。结果显示,35例患者对VE试验有反应、13例无反应,两组患者VE试验前CVP和 P_{cv-aCO_2} 差异有统计学意义,而HR、MAP、乳酸、 $ScvO_2$ 、尿量则无明显差异,认为 P_{cv-aCO_2} 可以评价VE,指导血流动力学治疗。

3 P_{cv-aCO_2} 的局限性

P_{cv-aCO_2} 也存在局限性:①采集中心静脉血时,抗凝剂、导管液体混入标本会干扰监测结果;② P_{cv-aCO_2} 和CO都正常时,不代表局部血流充足,如严重脓毒症及脓毒性休克患者微循环障碍、组织黏膜缺血、组织低灌注。 P_{cv-aCO_2} 是反映机体全身 DO_2 与 VO_2 的指标,并不能反映组织器官和细胞水平的氧代谢状况。③碱中毒时, P_{cv-aCO_2} 升高并不一定是CO不足,需谨慎综合分析临床情况。

4 小结

随着氧代谢监测理论的发展,临床医生改变了对危重患者的评估方法,但是面对临床病情的千变万化,单纯监测某一氧代谢指标并不能指导临床治疗,血流动力学监测结合氧代谢监测是未来指导重症患者治疗的方向。 P_{cv-aCO_2} 升高表示外周循环没有足够血流冲洗组织所产生的 CO_2 ,是反映血流量的指标而并不能反映组织低氧。传统的氧代谢监测指标有 DO_2 、 VO_2 、 ERO_2 、 $ScvO_2$ 、混合静脉血氧饱和度($S\bar{v}O_2$)和乳酸等, DO_2 、 VO_2 、 $S\bar{v}O_2$ 的监测需放置Swan-Ganz漂浮导管,其创伤大、风险高,且放置Swan-Ganz漂浮导管能否改善患者预后仍存在争议。 $ScvO_2$ 和 $S\bar{v}O_2$ 虽然绝对值不等,但是二者变化方向一致,因此临床上以 $ScvO_2$ 取代 $S\bar{v}O_2$ 反映全身氧供需平衡状况。然而在感染性休克时,微循环出现血流分布异常,氧输送和氧利用都发生障碍,此时尽管 $ScvO_2>0.70$,仍存在组织灌注不足、细胞缺氧。乳酸是细胞无氧代谢的产物,高乳酸血症表示患者存在组织器官灌注不足或者缺氧,但是在肝功能不全或者某些药物影响下,即使机体不缺氧也会出现高乳酸血症,且乳酸升高存在一定的滞后性^[44]。与传统氧代谢指标相比, P_{cv-aCO_2} 不但可以快速、准确地反映组织的血流灌注情况,还可以反映CO的变化,且放置中心静脉导管操作简单、取样方便,在实际工作中更易普及,因此有广阔的临床应用前景。

参考文献

- [1] Svedjeholm R, Vidlund M, Vanhanen I, et al. A metabolic protective strategy could improve long-term survival in patients with LV-dysfunction undergoing CABG [J]. Scand Cardiovasc J, 2010, 44 (1): 45-58. DOI: 10.3109/14017430903531008.

- [2] Rivers E, Nguyen B, Havstad S, et al. Early goal-directed therapy in the treatment of severe sepsis and septic shock [J]. *N Engl J Med*, 2001, 345 (19): 1368-1377. DOI: 10.1056/NEJMoa010307.
- [3] Gauer RL. Early recognition and management of sepsis in adults: the first six hours [J]. *Am Fam Physician*, 2013, 88 (1): 44-53.
- [4] 常莉, 董云. 早期目标导向治疗改善脓毒性休克患者的预后 [J]. 中华危重病急救医学, 2015, 27 (11): 899-905. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2015.11.007.
- Chang L, Dong Y. Improvement effect of early goal-directed therapy on the prognosis in patients with septic shock [J]. *Chin Crit Care Med*, 2015, 27 (11): 899-905. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2015.11.007.
- [5] 李茂琴, 潘翠改, 王晓猛, 等. 早期目标导向治疗基础上联合参附注射液对感染性休克患者器官功能及预后的影响 [J]. 中国中西医结合急救杂志, 2015, 22 (2): 202-206. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2015.02.023.
- Li MQ, Pan CG, Wang XM, et al. Effects of Shenfu injection intervention based on early goal-directed therapy on organ function and prognosis in patients with septic shock [J]. *Chin J TCM WM Crit Care*, 2015, 22 (2): 202-206. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2015.02.023.
- [6] Dellinger RP, Levy MM, 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. DOI: 10.1007/s00134-012-2769-8.
- [7] 中华医学会重症医学分会. 中国严重脓毒症/脓毒性休克治疗指南 (2014) [J]. 中华危重病急救医学, 2015, 27 (6): 401-426. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2015.06.001.
- Chinese Society of Critical Care Medicine. Chinese guidelines for management of severe sepsis and septic shock 2014 [J]. *Chin Crit Care Med*, 2015, 27 (6): 401-426. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2015.06.001.
- [8] Yealy DM, Kellum JA, Huang DT, et al. A randomized trial of protocol-based care for early septic shock [J]. *N Engl J Med*, 2014, 370 (18): 1683-1693. DOI: 10.1056/NEJMoa1401602.
- [9] Mouncey PR, Osborn TM, Power GS, et al. Trial of early, goal-directed resuscitation for septic shock [J]. *N Engl J Med*, 2015, 372 (14): 1301-1311. DOI: 10.1056/NEJMoa1500896.
- [10] den Uil CA, Lagrand WK, van der Ent M, et al. Conventional hemodynamic resuscitation may fail to optimize tissue perfusion: an observational study on the effects of dobutamine, enoximone, and norepinephrine in patients with acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock [J]. *PLoS One*, 2014, 9 (8): e103978. DOI: 10.1371/journal.pone.0103978.
- [11] van Zanten AR, Brinkman S, Arbous MS, et al. Guideline bundles adherence and mortality in severe sepsis and septic shock [J]. *Crit Care Med*, 2014, 42 (8): 1890-1898. DOI: 10.1097/CCM.0000000000000297.
- [12] Peake SL, Delaney A, Bailey M, et al. Goal-directed resuscitation for patients with early septic shock [J]. *N Engl J Med*, 2014, 371 (16): 1496-1506. DOI: 10.1056/NEJMoa1404380.
- [13] 鹿兴, 李彤, 李军, 等. 早期目标导向治疗对严重脓毒症或脓毒性休克患者病死率影响的 Meta 分析 [J]. 中华危重病急救医学, 2015, 27 (9): 735-738. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2015.09.007.
- Lu X, Li T, Li J, et al. Effect of early goal-directed therapy on mortality in patients with severe sepsis or septic shock: a Meta analysis [J]. *Chin Crit Care Med*, 2015, 27 (9): 735-738. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2015.09.007.
- [14] 赵红杰, 黄英姿, 刘艾然, 等. 动静脉血二氧化碳分压差评价感染性休克患者疾病严重程度与预后的意义 [J]. 中华内科杂志, 2012, 51 (6): 437-440. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0578-1426.2012.06.009.
- Zhao HJ, Huang YZ, Liu AR, et al. The evaluation value of severity and prognosis of septic shock patients based on the arterial-to-venous carbon dioxide difference [J]. *Chin J Intern Med*, 2012, 51 (6): 437-440. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0578-1426.2012.06.009.
- [15] Futier E, Robin E, Jabaudon M, et al. Central venous O₂ saturation and venous-to-arterial CO₂ difference as complementary tools for goal-directed therapy during high-risk surgery [J]. *Crit Care*, 2010, 14 (5): R193. DOI: 10.1186/cc9310.
- [16] Gaïdukov, Len'kin AI, Kuz'kov VV, et al. Central venous blood oxygen saturation and venous to arterial PCO₂ difference after combined heart valve surgery [J]. *Anesteziol Reanimatol*, 2011, 5 (3): 19-21.
- [17] Bakker J, Vincent JL, Gris P, et al. Venous-arterial carbon dioxide gradient in human septic shock [J]. *Chest*, 1992, 101 (2): 509-515. DOI: 10.1378/chest.101.2.509.
- [18] Antonelli M, Levy M, Andrews PJ, et al. Hemodynamic monitoring in shock and implications for management. International Consensus Conference, Paris, France, 27-28 April 2006 [J]. *Intensive Care Med*, 2007, 33 (4): 575-590. DOI: 10.1007/s00134-007-0531-4.
- [19] Lamia B, Monnet X, Teboul JL. Meaning of arterio-venous PCO₂ difference in circulatory shock [J]. *Minerva Anestesiol*, 2006, 72 (6): 597-604.
- [20] Vallet B, Futier E. Perioperative oxygen therapy and oxygen utilization [J]. *Curr Opin Crit Care*, 2010, 16 (4): 359-364. DOI: 10.1097/MCC.0b013e32833bfa3b.
- [21] Mallat J, Lemyze M, Tronchon L, et al. Use of venous-to-arterial carbon dioxide tension difference to guide resuscitation therapy in septic shock [J]. *World J Crit Care Med*, 2016, 5 (1): 47-56. DOI: 10.5492/wjccm.v5.i1.47.
- [22] Cuschieri J, Rivers EP, Donnino MW, et al. Central venous-arterial carbon dioxide difference as an indicator of cardiac index [J]. *Intensive Care Med*, 2005, 31 (6): 818-822. DOI: 10.1007/s00134-005-2602-8.
- [23] 潘传亮, 张海瑛, 刘剑萍. 混合静脉血氧饱和度和静脉-动脉血二氧化碳分压差在体外循环心脏术后氧化代谢监测及治疗中的价值 [J]. 中华危重病急救医学, 2014, 26 (10): 701-705. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2014.10.004.
- Pan CL, Zhang HY, Liu JP. Values of mixed venous oxygen saturation and difference of mixed venous-arterial partial pressure of carbon dioxide in monitoring of oxygen metabolism and treatment after open-heart operation [J]. *Chin Crit Care Med*, 2014, 26 (10): 701-705. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2014.10.004.
- [24] Ospina-Tascón GA, Bautista-Rincón DF, Umaña M, et al. Persistently high venous-to-arterial carbon dioxide differences during early resuscitation are associated with poor outcomes in septic shock [J]. *Crit Care*, 2013, 17 (6): R294. DOI: 10.1186/cc13160.
- [25] Mallat J, Pepy F, Lemyze M, et al. Central venous-to-arterial carbon dioxide partial pressure difference in early resuscitation from septic shock: a prospective observational study [J]. *Eur J Anaesthesiol*, 2014, 31 (7): 371-380. DOI: 10.1097/EJA.0000000000000064.
- [26] Vallée F, Vallet B, Mathe O, et al. Central venous-to-arterial carbon dioxide difference: an additional target for goal-directed therapy in septic shock? [J]. *Intensive Care Med*, 2008, 34 (12): 2218-2225. DOI: 10.1007/s00134-008-1199-0.
- [27] 於江泉, 郑瑞强, 林华, 等. 动静脉血二氧化碳分压差在感染性休克患者中的临床意义 [J]. 中华临床医师杂志 (电子版), 2014, 8 (24): 4523-4525. DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674-0785.2014.24.048.
- Yu JQ, Zheng RQ, Lin H, et al. The values of venous-to-arterial carbon dioxide differences in septic shock patients [J]. *Chin J Clin (Electron Ed)*, 2014, 8 (24): 4523-4525. DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674-0785.2014.24.048.
- [28] 吴文, 李敏, 吴海鹰, 等. 中心静脉-动脉血二氧化碳分压差对血液净化治疗顽固性感染性休克患者的预测价值 [J]. 中国急救医学, 2015, 35 (9): 787-793. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1949.2015.09.004.
- Wu W, Li M, Wu HY, et al. The predictive value of central venous-to-arterial carbon dioxide difference in blood purification salvage therapy in refractory septic shock patients [J]. *Chin J Crit Care Med*, 2015, 35 (9): 787-793. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1949.2015.09.004.
- [29] 许运铎, 张晓博, 张桂英, 等. SevO₂ 联合 Δ PCO₂ 指导感染性休克患者的容量复苏 [J]. 河北医药, 2016, 38 (4): 557-559. DOI: 10.3969/j.issn.1002-7386.2016.04.026.
- Xu YD, Zhang XB, Zhang GY, et al. Fluid resuscitation of central venous oxygen saturation and venous-to-arterial carbon dioxide partial pressure difference in sepsis shock patients [J]. 2016, 38 (4): 557-559. DOI: 10.3969/j.issn.1002-7386.2016.04.026.
- [30] Furqan M, Hashmat F, Amanullah M, et al. Venous-arterial PCO₂ difference: a marker of postoperative cardiac output in children with congenital heart disease [J]. *J Coll Physicians Surg Pak*, 2009, 19 (10): 640-643. DOI: 10.2009/JCPSP.640643.
- [31] 於华敏, 傅红霞. 动静脉血气分析综合应用对心衰患者的临床意义 [J]. 河北医学, 2006, 12 (4): 367-368. DOI: 10.3969/j.issn.1006-6233.2006.04.042.
- Yu HM, Fu HX. Clinical significance of integrated application artei-venous blood gases in heart failure patients [J]. *Hebei Med*, 2006, 12 (4): 367-368. DOI: 10.3969/j.issn.1006-6233.2006.04.042.

- [32] Robin E, Futier E, Pires O, et al. Central venous-to-arterial carbon dioxide difference as a prognostic tool in high-risk surgical patients [J]. Crit Care, 2015, 19: 227. DOI: 10.1186/s13054-015-0917-6.
- [33] Morel J, Grand N, Axiotis G, et al. High veno-arterial carbon dioxide gradient is not predictive of worst outcome after an elective cardiac surgery: a retrospective cohort study [J/OL]. J Clin Monit Comput, 2016 [2016-06-17]. [published online ahead of print March 4, 2016]. DOI: 10.1007/s10877-016-9855-3.
- [34] 杨艳丽, 卿恩明, 王小亭, 等. 中心静脉-动脉二氧化碳分压差联合中心静脉血氧饱和度指导非体外循环冠脉搭桥术中血流动力学管理 [J]. 中国临床医生, 2014, 42 (4): 57-60. DOI: 10.3969/j.issn.1008-1089.2014.04.020.
- Yang YL, Qing EM, Wang XT, et al. Central venous-to-arterial carbon dioxide tension difference and central venous oxygen saturation guiding hemodynamic management in intraoperation OPABG patients [J]. Chin J Clin, 2014, 42 (4): 57-60. DOI: 10.3969/j.issn.1008-1089.2014.04.020.
- [35] 刘正元, 潘志浩, 蔡畅. ScvO₂联合 Pcv-aCO₂ 指导液体治疗在开腹胃肠道手术患者中应用疗效观察 [J]. 现代实用医学, 2015, 27 (6): 711-712, 744. DOI: 10.3969/j.issn.1671-0800.2015.06.006.
- Liu ZY, Pan ZH, Cai C. Application and therapeutic effects of fluid therapy under monitoring central venous-to-arterial carbon dioxide tension difference and central venous oxygen saturation in open gastrointestinal surgery [J]. Mod Pract Med, 2015, 27 (6): 711-712, 744. DOI: 10.3969/j.issn.1671-0800.2015.06.006.
- [36] 刘新梅, 时华英, 仇杰, 等. 静动脉二氧化碳分压差在胸腔镜心脏手术后的应用价值 [J]. 心肺血管病杂志, 2016, 35 (3): 193-195, 203. DOI: 10.3969/j.issn.1007-5062.2016.03.008.
- Liu XM, Shi HY, Qiu J, et al. The application value of the differential pressure between the arterial carbon dioxide pressure in the thoracic cavity after cardiac surgery [J]. J Cardiovasc Pulm Dis, 2016, 35 (3): 193-195, 203. DOI: 10.3969/j.issn.1007-5062.2016.03.008.
- [37] 张岩, 蒋鸿鑫, 陈玥. 家兔失血过程中的组织缺氧 [J]. 首都医科大学学报, 2008, 29 (4): 479-482. DOI: 10.3969/j.issn.1006-7795.2008.04.018.
- Zhang Y, Jiang HX, Chen Y. Observation on the changes of the tissue hypoxia in the rabbits during graded progressive hemorrhage [J]. J Cap Med Univ, 2008, 29 (4): 479-482. DOI: 10.3969/j.issn.1006-7795.2008.04.018.
- [38] 周昭雄, 刘玉兰, 张庆光, 等. 中心静脉-动脉二氧化碳分压差在失血性休克患者容量监测中的应用 [J]. 广东医学, 2015, 36 (6): 921-923.
- Zhou ZX, Liu YL, Zhang QG, et al. The application in volume monitoring of central venous-to-arterial carbon dioxide tension difference for hemorrhagic shock [J]. Guangdong Med J, 2015, 36 (6): 921-923.
- [39] Monnet X, Julien F, Ait-Hamou N, et al. Lactate and venoarterial carbon dioxide difference/arterial-venous oxygen difference ratio, but not central venous oxygen saturation, predict increase in oxygen consumption in fluid responders [J]. Crit Care Med, 2013, 41 (6): 1412-1420. DOI: 10.1097/CCM.0b013e318275cece.
- [40] 陈熹, 张建忠. 中心静脉-动脉血二氧化碳分压差联合中心静脉血氧饱和度监测下体液容量调控对严重烧伤患者术中组织氧灌注的影响 [J]. 中华烧伤杂志, 2015, 31 (4): 267-270. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2015.04.007.
- Chen X, Zhang JZ. The influence of central venous-to-arterial carbon dioxide tension difference and central venous oxygen saturation volume-regulated for intraoperation tissue perfusion in serious burn patients [J]. Chin J Burns, 2015, 31 (4): 267-270. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2015.04.007.
- [41] Mallat J, Benzidi Y, Salleron J, et al. Time course of central venous-to-arterial carbon dioxide tension difference in septic shock patients receiving incremental doses of dobutamine [J]. Intensive Care Med, 2014, 40 (3): 404-411. DOI: 10.1007/s00134-013-3170-y.
- [42] 刘亚林, 张雪飞, 赵中林, 等. Pcv-aCO₂ 评价创伤性休克患者液体复苏效果的价值 [J]. 海南医学, 2015, 26 (10): 1441-1443. DOI: 10.3969/j.issn.1003-6350.2015.10.0514.
- Liu YL, Zhang XF, Zhao ZL, et al. Value of Pcv-aCO₂ in evaluating the effect of fluid resuscitation for traumatic shock [J]. Hainan Med J, 2015, 26 (10): 1441-1443. DOI: 10.3969/j.issn.1003-6350.2015.10.0514.
- [43] 王菊香, 陈辉民, 吴彬, 等. 静-动脉血二氧化碳分压差评价容量负荷试验的意义 [J]. 实用医学杂志, 2015, 31 (8): 1244-1247. DOI: 10.3969/j.issn.1006-5725.2015.08.013.
- Wang JX, Chen HM, Wu B, et al. The significance of venous-to-arterial carbon dioxide tension difference in assessing volume loading test [J]. J Pract Med, 2015, 31 (8): 1244-1247. DOI: 10.3969/j.issn.1006-5725.2015.08.013.
- [44] 马国营, 李敬, 王维展. 乳酸清除率在脓毒性休克中的临床价值研究进展 [J]. 中国中西医结合急救杂志, 2015, 22 (5): 554-556. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2015.05.030.
- Ma GY, Li J, Wang WZ. Advance of lactate clearance about clinical value in sepsis shock [J]. Chin J TCM WM Crit Care, 2015, 22 (5): 554-556. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2015.05.030.

(收稿日期: 2016-08-17)

(本文编辑: 孙茜, 李银平)

• 科研新闻速递 •

抗血小板治疗对危重病患者病死率和急性肺损伤的影响： 一项系统评价和荟萃分析

血小板的功能与重大疾病的病理生理过程密切相关, 研究表明抗血小板治疗 (APT) 可降低急性呼吸窘迫综合征 (ARDS) 患者的发生率和病死率, 因此有学者通过荟萃分析了解其有效性。研究者使用 PubMed、Embase、Central、Cochrane 中心登记、clinicaltrials.gov 网站, 以及谷歌搜索引擎搜索相关文献资料。纳入分析有关危重患者 APT 治疗并包含病死率、住院时间、ARDS 发生率、需要机械通气等评价指标的研究。结果显示: 与对照组相比, APT 组患者全因病死率显著降低 [优势比 (OR)=0.83, 95% 可信区间 (95%CI)=0.70~0.97]; APT 组无论是发生急性肺损伤 (ALI)/ARDS 的比例 (OR=0.67, 95%CI=0.57~0.78), 还是需要机械通气的比例 (OR=0.74, 95%CI=0.60~0.91) 均更低。两组间住院时间差异无统计学意义 [标准化均数差 (SMD)=-0.02, 95%CI=-0.11~0.07]。该荟萃分析表明, 危重患者接受 APT 治疗可降低 ARDS 发生率, 减少机械通气, 提高存活率。

喻文, 罗红敏, 编译自《Ann Card Anaesth》, 2016, 19 (4): 626-637