

· 临床研究 ·

静动脉血二氧化碳分压差对心肌梗死射血分数的预测价值

杨超¹ 林洁² 林春锦³ 项国剑⁴ 刘林伟⁴ 史婷婷⁵ 郑永红⁴

¹福建医科大学省立临床医学院, 福建省立医院重症医学四科, 福州 350001; ²福建医科大学省立临床医学院, 福建省立医院超声科, 福州 350001; ³福建医科大学省立临床医学院, 福建省立医院老年医学科, 福州 350001; ⁴福建医科大学省立临床医学院, 福建省立医院心内科, 福州 350001; ⁵福建中医药大学中西医结合学院, 福州 350122

通信作者: 郑永红, Email: zhengyongh@21cn.com

【摘要】目的 观察急性心肌梗死的中心静脉-动脉血二氧化碳分压差 (central venous-arterial blood carbon dioxide partial pressure difference, Pcv-aCO₂) 与左心室射血分数 (left ventricle ejection fraction, LVEF) 的关系。**方法** 回顾性分析 2019 年 11 月至 2021 年 10 月福建省立医院重症监护病房收治的急性心肌梗死患者的临床资料。经床旁超声心动图测量 LVEF。按 LVEF 将上述患者分为 LVEF 正常组 (LVEF ≥ 52%) 和 LVEF 下降组 (LVEF < 52%)。比较两组患者的一般资料和血流动力学指标的差异。通过 Jarque-Bera 检验法对上述资料进行正态性检验。对血流动力学指标与 LVEF 进行相关性分析。采用二元 Logistic 回归分析 LVEF 下降的危险因素。采用受试者工作特征 (ROC) 曲线评估应用 Pcv-aCO₂ 诊断 LVEF 下降的可行性。**结果** 纳入 72 例急性心肌梗死患者进行分析, LVEF 正常组 25 例, LVEF 下降组 47 例。LVEF 下降组的 Pcv-aCO₂ 高于 LVEF 正常组 [(7.13 ± 1.19) mmHg vs. (5.41 ± 1.23) mmHg, P < 0.01]。LVEF 和 Pcv-aCO₂ 呈负相关关系 (r_s = -0.740, P < 0.01); Pcv-aCO₂ 的 ROC 曲线下面积为 0.849 (95%CI: 0.758~0.939, P < 0.01)。二元 Logistic 回归分析显示 Pcv-aCO₂ 是 LVEF 下降的独立危险因素 (OR = 2.251, 95%CI: 1.326~3.820)。**结论** Pcv-aCO₂ 增大在一定程度上能够预测急性心肌梗死的 LVEF 下降。

【关键词】 中心静脉-动脉血二氧化碳分压差; 射血分数; 急性心肌梗死; 乳酸; 中心静脉血氧饱和度

基金项目: 福建医科大学起航基金 (2020QH1149); 福建省自然科学基金面上项目 (2017J01252); 福建省重症医学中心建设项目 (2017-510)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2023.05.018

Predictive value of Pcv-aCO₂ on left ventricular ejection fraction in myocardial infarction

Yang Chao¹, Lin Jie², Lin Chunjin³, Xiang Guojian⁴, Liu Linwei⁴, Shi Tingting⁵, Zheng Yonghong⁴

¹Fujian Provincial Clinical College, Fujian Medical University, Department of Critical Care Medicine IV, Fujian Provincial Hospital, Fuzhou 350001, China; ²Fujian Provincial Clinical College, Fujian Medical University, Department of Ultrasound, Fujian Provincial Hospital, Fuzhou 350001, China; ³Fujian Provincial Clinical College, Fujian Medical University, Department of Geriatrics, Fujian Provincial Hospital, Fuzhou 350001, China; ⁴Fujian Provincial Clinical College, Fujian Medical University, Department of Cardiology, Fujian Provincial Hospital, Fuzhou 350001, China; ⁵College of Integrated Traditional Chinese and Western Medicine, Fujian University of Chinese Medicine, Fuzhou 350122, China
Corresponding author: Zheng Yonghong, Email: zhengyongh@21cn.com

【Abstract】Objective To investigate the relationship between central venous-arterial blood

carbon dioxide partial pressure difference (Pcv-aCO₂) and left ventricular ejection fraction(LVEF) in acute myocardial infarction. **Methods** Clinical data of patients with acute myocardial infarction admitted to the Intensive Care Unit of Fujian Provincial Hospital from November 2019 to October 2021 were retrospectively analyzed. LVEF was measured by bedside echocardiogram. The patients were divided into the normal LVEF group (LVEF ≥ 52%) and decreased LVEF group (LVEF < 52%) according to LVEF. The differences in general information and hemodynamic parameters between the two groups were compared. The normality of the above data was tested by the Jarque-Bera test. Correlation analysis of hemodynamic indices with LVEF was performed. Binary logistic regression was used to analyze the risk factors associated with the decrease in LVEF. The feasibility of diagnosing LVEF decline with Pcv-aCO₂ was assessed using receiver operating characteristic (ROC) curve. **Results** Seventy-two patients with acute myocardial infarction were included for analysis, including 25 patients in the normal LVEF group and 47 patients in the decreased LVEF group. Pcv-aCO₂ was significantly higher in the decreased LVEF group than that in the normal LVEF group [(7.13±1.19) mmHg vs. (5.41±1.23) mmHg, $P<0.01$]. There was a negative correlation between LVEF and Pcv-aCO₂ ($r_s = -0.740$, $P<0.01$). The area under the ROC curve for Pcv-aCO₂ was 0.849 (95%CI: 0.758-0.939, $P<0.01$). The binary logistic regression analysis showed that Pcv-aCO₂ was an independent risk factor for decreased LVEF ($OR=2.251$, 95%CI: 1.326-3.820). **Conclusions** To a certain extent, the increase of Pcv-aCO₂ can predict the decrease of LVEF in acute myocardial infarction.

【 Keywords 】 Central venous-arterial blood carbon dioxide partial pressure difference; Ejection fraction; Acute myocardial infarction; Lactate; Central venous oxygen saturation

Fund programs: Startup Fund for Scientific Research of Fujian Medical University (2020QH1149); General Projects of Natural Science Foundation of Fujian Province (2017J01252); Critical Care Medical Center Construction Project of Fujian Province of China (2017-510)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2023.05.018

心力衰竭是心肌梗死常见的并发症,及时评估急性心肌梗死的心功能具有重要意义。心肌梗死并发心力衰竭时表现为心输出量下降和体循环或肺循环淤血^[1]。超声测量的左心室射血分数(left ventricle ejection fraction, LVEF)与心输出量呈正相关,且相关性良好^[2-3],然而其局限性在于对心内膜的超声图像要求较高。国外临床试验表明,多达 10% 的患者因体型和肺部疾病的干扰导致难以获得清晰的心内膜超声图像^[4]。对于心内膜图像显示不清的患者,左心室的容量测量受限,故难以获得准确的 LVEF 值^[5]。Cuschieri 等^[6]研究证实,重症患者的中心静脉-动脉血二氧化碳分压差(central venous-arterial blood carbon dioxide partial pressure difference, Pcv-aCO₂)与心输出量呈负相关。本研究推测在急性心肌梗死的 Pcv-aCO₂ 和 LVEF 也存在相关性,可作为评价心功能的指标,目前国内尚无这方面的研究报道。本文旨在探讨急性心肌梗死的 Pcv-aCO₂ 对 LVEF 的预测价值,以期为急性心肌梗死提供更多评价心功能的方法。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性分析 2019 年 11 月至 2021 年 10 月福建省立医院重症监护病房收治的急性心肌梗死患者的临床资料。

纳入标准:符合第三版全球心肌梗死统一定义^[7],即肌钙蛋白至少有一次肌钙蛋白数值超过参考值上限的 99 百分位值,且伴有至少一个心肌缺血的证据。心肌缺血证据包括:(1) 心肌缺血症状;(2) 心电图提示新出现的 ST 段改变或左束支传导阻滞;(3) 有病理性 Q 波;(4) 影像学提示新出现的心肌活力消失或节段性心脏壁运动异常。排除标准:(1) 年龄 <18 岁;(2) 超声心动图的心内膜图像显示不清;(3) 妊娠;(4) 脓毒性休克;(5) 过敏性休克;(6) 梗阻性休克;(7) 体温 >38.5℃;(8) 甲状腺功能亢进;(9) 癫痫;(10) 有中心静脉置管禁忌证;(11) 有动脉穿刺置管禁忌证;(12) 入院 24 h 内死亡。

本研究经患者家属知情同意,且经福建省立医院伦理审查委员会审查通过,审批编号为 K2019-

12-031。

1.2 研究方法

所有患者在入住重症监护病房后均予记录一般资料,包括:年龄、性别、心电图是否存在 ST 段弓背向上抬高、是否行急诊经皮冠状动脉介入术、是否需要创机械通气、基础病(高血压、糖尿病、慢性肾脏病、肺部感染)、序贯器官衰竭估计评分(sequential organ failure assessment, SOFA)、急性生理与慢性健康评分(acute physiology and chronic health evaluation, APACHE) II、白细胞计数、血小板计数、白蛋白、总胆红素、血肌酐、降钙素原。并根据急性心肌梗死相关指南^[8-9]给予治疗。所有患者在入住重症监护病房时均予锁骨下静脉穿刺或颈内静脉穿刺置入中心静脉导管(国械注准 20153031562,广东百合医疗科技股份有限公司,中国),并经床旁胸片确定中心静脉导管位置位于上腔静脉。在对侧手臂予以动脉穿刺置入一次性使用动脉导管[国食药监械(进)字 2011 第 3152874 号,中国]。经中心静脉置管留取静脉血,同时经对侧动脉置管留取动脉血。对静脉血和动脉血应用血气分析仪(ABL90,雷度米特,丹麦)行血气分析。通过静脉和动脉血气结果计算 Pcv-aCO₂,同时记录静息心率、平均动脉压(mean arterial pressure, MAP)、中心静脉压(central venous pressure, CVP)、中心静脉血氧饱和度(central venous oxygen saturation, ScvO₂)、动脉血乳酸(lactate, Lac)。6 h 后由专业的超声科医生应用超声诊断仪(VIVID Q,通用电气,美国)行经胸壁二维超声心动图检查。应用二维双平面改良 Simpson 法则计算 LVEF。二维双平面改良 Simpson 法则:在心尖四腔上选取左心室面积最大的切面测量左心室容积。由舒张末期容积和收缩末期容积的测量值计算 LVEF,计算公式为 LVEF = (舒张末期容积 - 收缩末期容积) / 舒张末期容积 × 100%^[5]。见图 1。在患者转出重症监护病房时记

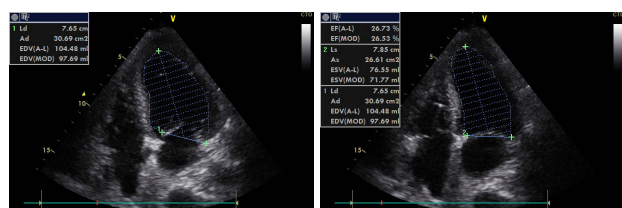


图 1 二维双平面改良 Simpson 法则示例

Fig 1 Example of the two-dimensional biplane modified Simpson's law

录在重症监护病房监护期间的肌钙蛋白 I 峰值。

在收集完上述临床资料后,对资料进行回顾性分析。根据 LVEF 将患者分为 LVEF 正常组和 LVEF 下降组。根据《超声心动图评估心脏收缩和舒张功能临床应用指南》^[5],LVEF 正常组定义为 LVEF ≥ 52%,LVEF 下降组定义为 EF < 52%。

1.3 统计学方法

采用 SPSS 22.0 软件进行统计学分析。通过 Jarque-Bera 检验法对计量资料进行正态性检验。符合正态分布的数据以均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用独立 *t* 检验,相关性采用 Pearson 相关分析;不符合正态分布的数据以中位数(四分位数) [$M(Q_1, Q_3)$] 表示,组间比较采取 Mann-Whitney *U* 检验,相关性采用 Spearman 相关分析。计数资料以例数(%)表示,组间比较采用 χ^2 检验或 Fisher 精确概率法。采用二元 Logistic 回归分析 LVEF 下降的危险因素,并应用受试者工作特征(ROC)曲线评估相关指标对 LVEF 下降的预测价值。曲线下面积比较采用 Z 检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料比较

2019 年 11 月至 2021 年 10 月福建省立医院共收治急性心肌梗死患者 1 343 例,入住重症监护病房的患者占 92 例,因病情需要留置中心静脉导管和动脉导管的患者 74 例;其中 1 例因入院后 24 h 内死亡予以排除,1 例因研究过程中部分数据丢失予以剔除,最终纳入 72 例急性心肌梗死重症患者进行分析。其中 ST 段抬高型心肌梗死 52 例,非 ST 段抬高型心肌梗死 20 例。LVEF 正常组 25 例,LVEF 下降组 47 例。两组一般资料的差异无统计学意义(均 $P > 0.05$)。见表 1。

2.2 血流动力学指标比较

两组在 CVP 的差异无统计学意义($P > 0.05$);LVEF 下降组的 Pcv-aCO₂、Lac、静息心率高于 LVEF 正常组,LVEF 下降组的 MAP、ScvO₂ 低于 LVEF 正常组,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。见表 2。

2.3 LVEF 和 Pcv-aCO₂、Lac、ScvO₂ 的相关性分析

LVEF 与 Pcv-aCO₂ ($r = -0.740, P < 0.01$)、Lac 呈负相关关系($r = -0.525, P < 0.01$)。LVEF 和 ScvO₂ 呈正相关关系($r = 0.416, P < 0.01$)。LVEF

表 1 急性心肌梗死患者的一般资料

Table 1 General information of patients with acute myocardial infarction

指标	LVEF 正常组 (n=25)	LVEF 下降组 (n=47)	<i>t</i> / <i>Z</i> / χ^2 值	<i>P</i> 值
一般情况				
年龄 (岁) ^a	66.20 ± 16.11	69.13 ± 14.94	0.770	0.444
男 ^b	17 (68.0)	35 (74.5)	0.340	0.560
急性 ST 段抬高型心肌梗死 ^b	19 (76.0)	33 (70.2)	0.272	0.602
基础疾病 ^b				
糖尿病	8 (32.0)	20 (42.6)	0.765	0.382
高血压	15 (60.0)	30 (63.8)	0.102	0.749
慢性肾脏病	6 (24.0)	10 (21.3)	0.070	0.791
肺部感染	12 (48.0)	24 (51.1)	0.061	0.804
危重程度评分 ^a				
SOFA 评分	12.16 ± 3.12	12.64 ± 3.03	0.631	0.530
APACHE II 评分	15.40 ± 2.93	16.23 ± 3.13	1.101	0.275
实验室检查 ^c				
肌钙蛋白 I 峰值 (ng/mL)	153.0(30.3,300.7)	71.4(32.6,494.6)	-0.136	0.892
白细胞 (× 10 ⁹ /L)	14.2(10.5,16.8)	11.7(9.6,15.5)	-1.171	0.242
血小板 (× 10 ⁹ /L)	245.0(191.0,294.5)	221.0(156.0,263.0)	-1.035	0.301
白蛋白 (g/L)	36.0(32.0,41.0)	36.0(33.0,39.0)	-0.326	0.744
总胆红素 (μmol/L)	11.58(8.20,20.60)	12.93(9.80,19.60)	-0.627	0.531
血肌酐 (μmol/L)	85.0(70.0,142.5)	94.0(71.0,126.0)	-0.189	0.850
降钙素原 (ng/mL)	0.0(0.0,0.4)	0.0(0.0,0.3)	-0.660	0.509
治疗措施 ^b				
急诊经皮冠状动脉介入术	18 (72.0)	29 (61.7)	0.764	0.382
机械通气	4 (16.0)	11 (23.4)	0.542	0.461

注：SOFA 评分为序贯器官衰竭评分，APACHE II 评分为急性生理学及慢性健康状况评分；^a为 $\bar{x} \pm s$ ，^b为 (例，%)，^c为 $M(Q_1, Q_3)$

表 2 两组患者的血流动力学指标对比

Table 2 Comparison of hemodynamic indices between the two groups of patients

指标	LVEF 正常组 (n=25)	LVEF 下降组 (n=47)	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
静息心率 (次/min)	88.44 ± 17.76	96.06 ± 13.31	2.055	0.044
MAP (mmHg)	59.76 ± 5.08	55.87 ± 6.70	-2.536	0.013
CVP (mmHg)	10.32 ± 1.41	11.00 ± 2.59	1.445	0.153
ScvO ₂ (%)	72.68 ± 3.50	69.83 ± 4.90	-2.850	0.006
Lac (mmol/L)	1.26 ± 0.43	1.60 ± 0.74	2.483	0.015
Pcv-aCO ₂ (mmHg)	5.41 ± 1.23	7.13 ± 1.19	5.763	<0.001

注：MAP 为平均动脉压，CVP 为中心静脉压，ScvO₂ 为中心静脉血氧饱和度，Lac 为动脉血乳酸，Pcv-aCO₂ 为中心静脉 - 动脉血二氧化碳分压差；1 mmHg=0.133 kPa

与静息心率、MAP 无相关性。见表 3，图 2、3、4。

2.4 LVEF 下降的预测价值的 ROC 曲线分析

Pcv-aCO₂ 对 LVEF 下降预测价值较高 (AUC=0.849, 95%CI: 0.758~0.939, *P*<0.01)。当 Pcv-aCO₂ ≥ 5.1mmHg 时，预测敏感度为 91.5%，特异度为 60.0%；Lac 对 LVEF 下降预测价值较低；ScvO₂ 对 LVEF 下降无预测价值 (*P*>0.05)。Pcv-aCO₂ 的曲线下面积高于 Lac，差异有统计学意义 (*Z*=2.725, *P*=0.006)。见表 4，图 5。

表 3 Pcv-aCO₂、Lac、ScvO₂ 与 LVEF 的 Pearson 相关性分析

Table 3 Pearson correlation analysis between Pcv-aCO₂, Lac, ScvO₂ and LVEF

指标	相关系数	<i>P</i> 值
Pcv-aCO ₂	-0.740	<0.001
ScvO ₂	0.416	<0.001
Lac	-0.525	<0.001
MAP	0.204	0.085
静息心率	-0.167	0.161

注：Pcv-aCO₂ 为中心静脉 - 动脉血二氧化碳分压差，ScvO₂ 为中心静脉血氧饱和度，Lac 为动脉血乳酸，MAP 为平均动脉压

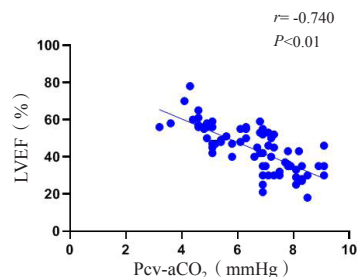


图 2 LVEF 和 Pcv-aCO₂ 的相关性分析
Fig 2 Correlation analysis of LVEF and Pcv-aCO₂

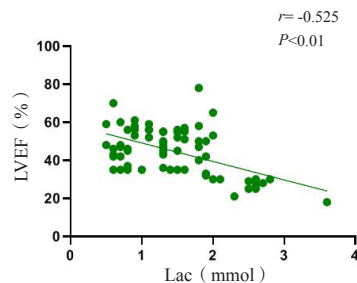


图 3 LVEF 和 Lac 的相关性分析
Fig 3 Correlation analysis of LVEF and Lac

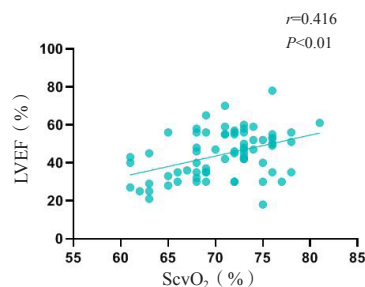


图 4 LVEF 和 ScvO₂ 的相关性分析
Fig 4 Correlation analysis of LVEF and ScvO₂

2.5 二元 Logistic 回归分析

对静息心率、MAP、ScvO₂、Lac、Pcv-aCO₂ 进行二元 logistic 回归分析，结果显示 Pcv-aCO₂ 是 LVEF 下降的独立危险因素 (*P*<0.01)。见表 5。

表 4 Pcv-aCO₂、Lac、ScvO₂ 对 LVEF 下降的预测价值
Table 4 Predictive value of Pcv-aCO₂, Lac, and ScvO₂ on the decrease of LVEF

指标	AUC	95%CI	P 值	截断值	敏感度 (%)	特异度 (%)
Pcv-aCO ₂	0.849	0.758-0.939	<0.001	5.1 mmHg	91.5	60.0
Lac	0.632	0.506-0.759	0.040	1.6 mmol/L	48.9	84.0
ScvO ₂	0.380	0.252-0.509	0.069	71.42%	53.2	20.0

注：Pcv-aCO₂ 为中心静脉 - 动脉血二氧化碳分压差，Lac 为动脉血乳酸，ScvO₂ 为中心静脉血氧饱和度

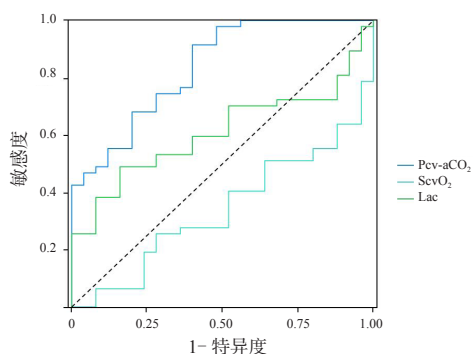


图 5 Pcv-aCO₂、Lac 和 ScvO₂ 的 ROC 曲线
Fig 5 ROC curves of Pcv-aCO₂, Lac and ScvO₂

表 5 二元 Logistic 回归分析 LVEF 下降的危险因素
Table 5 Binary logistic regression analysis of risk factors of decreased LVEF

变量	OR 值	95%CI	P 值
静息心率	1.033	0.988-1.079	0.154
MAP	0.901	0.798-1.018	0.094
ScvO ₂	0.891	0.746-1.063	0.201
Lac	2.513	0.682-9.266	0.166
Pcv-aCO ₂	2.251	1.326-3.820	0.003

注：MAP 为平均动脉压，ScvO₂ 为中心静脉血氧饱和度，Lac 为动脉血乳酸，Pcv-aCO₂ 为中心静脉 - 动脉血二氧化碳分压差

3 讨论

床旁超声心动图是实时动态监测心血管系统解剖功能的可视化观测技术^[10]，应用超声测量 LVEF 是评价左心室功能的重要指标，LVEF 下降提示心输出量下降^[5,11-12]。然而，国内文献表明，至少有 30% 的患者超声的心内膜缘识别困难^[13]。血流动力学不稳定的心脏重症患者难以通过改变检查体位优化超声图像。超声造影检查对设备要求相对较高，且存在造影剂过敏的风险^[14]，目前无法在心脏重症病房中大范围开展。上述因素导致部分心脏重症患者的 LVEF 难以测量。

Pcv-aCO₂ 即中心静脉血和动脉血二氧化碳分压的差值，正常值不超过 6 mmHg^[15]。根据 Fick 方程，二氧化碳清除量 $VCO_2 = CO \times (CvCO_2 - CaCO_2)$ ，CO 是心输出量，CvCO₂ 是静脉血二氧化

碳含量，CaCO₂ 是动脉血二氧化碳含量。生理条件下，血液中的二氧化碳分压与二氧化碳含量呈线性关系^[16]。即 $PCO_2 = k \times CCO_2$ ，k 是常数，故 $VCO_2 = CO \times k \times Pv-aCO_2$ ，Pv-aCO₂ 是混合静脉血和动脉血的二氧化碳分压的差值。Pv-aCO₂ 与 Pcv-aCO₂ 具有良好的一致性，且二者均与心脏指数有良好的相关性^[17]。所以 $VCO_2 = CO \times k \times Pcv-aCO_2$ 。当机体清除一定量的二氧化碳时，心输出量和 Pcv-aCO₂ 呈反比关系。从病理生理角度分析，细胞代谢产生的二氧化碳通过血液清除。心输出量下降时，血流速度减慢，机体没有足够的血流清除组织产生的二氧化碳。血液和组织细胞接触时间延长，导致血液从组织细胞中摄取的二氧化碳含量增多，静脉血和动脉血的二氧化碳含量的差值增大，表现为 Pcv-aCO₂ 增大^[18]。Guo 等^[19] 研究了 66 例脓毒性休克患者的临床特点，发现脓毒性休克的 Pcv-aCO₂ 增大提示心输出量下降。Gong 等^[20] 分析了 69 例先天性心脏病儿童的术后资料，发现此类患者的 Pcv-aCO₂ 减小提示心功能好转。Huette 等^[21] 回顾性分析了多项高危手术患者的 Pcv-aCO₂ 和心输出量关系的临床研究，亦得出二者呈负相关关系的结论。

如前所述，LVEF 水平一定程度上可以反映心输出量变化，而 Pcv-aCO₂ 与心输出量亦存在负相关关系，故 Pcv-aCO₂ 与 LVEF 之间可能也存在负相关关系。本研究结果显示急性心肌梗死的 Pcv-aCO₂ 与 LVEF 之间存在负相关关系，Logistic 回归分析表明 Pcv-aCO₂ 是 LVEF 下降的独立危险因素。研究结果与上述推测符合，也与 Muller 等^[22] 在脓毒症心肌损伤中的研究结果相近。ROC 曲线显示 Pcv-aCO₂ 增大诊断 LVEF 下降的临界值为 5.1 mmHg，敏感度为 91.5%，特异度为 60.0%，特异度较低。分析其原因一方面可能是 Pcv-aCO₂ 受机体容量状态的影响，容量不足可引起 Pcv-aCO₂ 增大，这在脓毒性休克的相关研究中已经得到证实^[23-24]。本研究纳入的患者均合并急性心肌梗死，在入住重症监护病房以前，绝大多数患者已经接受了不同程度的利尿治疗以减轻心脏的容量负荷，故不同患者的基础容量状态可能存在差异。另一方面，血液中二氧化碳分压在一定程度上受何尔登效应影响，即二氧化碳与血红蛋白的结合力会随着血氧饱和度的不同而发生改变^[25]。而动脉血和中心静脉血的血氧饱和度又受

多种因素影响^[26]。上述因素可能导致 Pcv-aCO₂ 的预测效能出现一定的偏差。

另外,相关性分析显示 Lac、ScvO₂、Pcv-aCO₂ 均和 LVEF 存在相关性,但 ROC 曲线结果显示 Lac 对 LVEF 的预测价值较低,ScvO₂ 对 LVEF 无预测价值,并且 Logistic 回归分析显示 Lac、ScvO₂ 均不是 LVEF 的独立危险因素。分析原因可能是 Lac 的生成主要取决于组织的血流灌注情况^[27],而轻度的 LVEF 下降在机体的代偿机制作用下不会引起组织血流灌注不足;并且 Lac 的代谢也受肝功能和部分药物如二甲双胍的影响^[28-29],这一点亦存在个体差异。ScvO₂ 的高低取决于机体氧输送和氧消耗的平衡情况^[30],且氧输送主要由心输出量、动脉血氧饱和度和血红蛋白浓度三者共同决定^[31-32]。尽管 LVEF 下降可导致心输出量减少,但不同患者的氧消耗、动脉血氧饱和度和血红蛋白浓度均不完全相同,故 ScvO₂ 无法预测 LVEF 的变化。

本研究属于回顾性、单中心研究,并且研究对象均为需要有创血流动力学监测的重症患者,样本量较小。研究结果存在一定的局限性,相关结论可能需要更大样本的前瞻性、随机对照研究进一步证实。

综上所述,急性心肌梗死 Pcv-aCO₂ 增大在一定程度上能够预测 LVEF 下降,且 Pcv-aCO₂ 易于监测,适用于床旁超声心动图心内膜显示不清的重症患者。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明 杨超:论文撰写;杨超、林洁:实施研究;杨超、林洁、史婷婷:数据收集及整理;杨超、林春锦:酝酿和设计实验;杨超、林春锦、项国剑、刘林伟:统计学分析;郑永红:论文修改

参 考 文 献

- [1] 中国医师协会心血管内科医师分会,中国心血管健康联盟,心肌梗死后心力衰竭防治专家共识工作组. 2020 年心肌梗死后心力衰竭防治专家共识[J]. 中国循环杂志, 2020, 35(12): 1166-1180. DOI: 10.3969/j.issn.1000-3614.2020.12.002.
- [2] Hergan K, Schuster A, Frühwald J, et al. Comparison of left and right ventricular volume measurement using the Simpson's method and the area length method[J]. Eur J Radiol, 2008, 65(2): 270-278. DOI: 10.1016/j.ejrad.2007.03.031.
- [3] Strom JB, Markson LJ, Tsao CW, et al. Impact of redefinition of normal limits for echocardiographic left ventricular ejection fraction on all-cause mortality[J]. J Am Soc Echocardiogr, 2021, 34(7): 802-803. DOI: 10.1016/j.echo.2021.02.006.
- [4] Crouse LJ, Cheirif J, Hanly DE, et al. Opacification and border delineation improvement in patients with suboptimal endocardial border definition in routine echocardiography: results of the Phase III Alunex Multicenter Trial[J]. J Am Coll Cardiol, 1993, 22(5): 1494-1500. DOI: 10.1016/0735-1097(93)90562-f.
- [5] 中华医学会超声医学分会超声心动图学组,中国医师协会心血管分会超声心动图专业委员会. 超声心动图评估心脏收缩和舒张功能临床应用指南[J]. 中华超声影像学杂志, 2020, 29(6): 461-477. DOI: 10.3760/cma.j.cn131148-20200227-00115.
- [6] 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.
- [7] 陈阳,徐兆龙,刘仁光. 心肌梗死第三次全球统一定义[J]. 辽宁医学院学报, 2013, 34(1): 1-5.
- [8] 中华医学会心血管病学分会,中华心血管病杂志编辑委员会. 非 ST 段抬高型急性冠状动脉综合征诊断和治疗指南(2016)[J]. 中华心血管病杂志, 2017, 45(5): 359-376. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-3758.2017.05.003.
- [9] 中华医学会心血管病学分会,中华心血管病杂志编辑委员会. 急性 ST 段抬高型心肌梗死诊断和治疗指南(2019)[J]. 中华心血管病杂志, 2019, 47(10): 766-783. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-3758.2019.10.003.
- [10] 中华医学会超声医学分会超声心动图学组. 中国成年人超声心动图检查测量指南[J]. 中华超声影像学杂志, 2016, 25(8): 645-666. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1004-4477.2016.08.001.
- [11] 中华医学会心血管病学分会心力衰竭学组,中国医师协会心力衰竭专业委员会中华心血管病杂志编辑委员会. 中国心力衰竭诊断和治疗指南 2018[J]. 中华心血管病杂志, 2018, 46(10): 760-789. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-3758.2018.10.004.
- [12] Narasimhan M, Koenig SJ, Mayo PH. Advanced echocardiography for the critical care physician: part 2[J]. Chest, 2014, 145(1): 135-142. DOI: 10.1378/chest.12-2442.
- [13] 声诺维临床研究协作组. 声诺维在心内膜缘显像及心肌灌注中的效果评价[J]. 中华内科杂志, 2004, 43(11): 824-827. DOI: 10.3760/j.issn: 0578-1426.2004.11.007.
- [14] 中华医学会超声医学分会超声心动图学组. 中国心血管超声造影检查专家共识[J]. 中华超声影像学杂志, 2016, 25(4): 277-293. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1004-4477.2016.04.001.
- [15] 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.
- [16] Gavelli F, Teboul JL, Monnet X. How can CO₂-derived indices guide resuscitation in critically ill patients?[J]. J Thorac Dis, 2019, 11(Suppl

- 11): S1528-S1537. DOI: 10.21037/jtd.2019.07.10.
- [17] Yuan SY, He HW, Long Y. Interpretation of venous-to-arterial carbon dioxide difference in the resuscitation of septic shock patients[J]. J Thorac Dis, 2019, 11(Suppl 11): S1538-S1543. DOI: 10.21037/jtd.2019.02.79.
- [18] 霍丽坤, 李培军. 中心静脉-动脉血二氧化碳分压差的临床应用进展 [J]. 中华危重病急救医学, 2016, 28(11): 1048-1052. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2016.11.024.
- [19] Guo ZQ, Yin M, Kong JC, et al. Relationship analysis of central venous-to-arterial carbon dioxide difference and cardiac index for septic shock[J]. Sci Rep, 2019, 9(1): 8822. DOI: 10.1038/s41598-019-45252-6.
- [20] Gong XL, Zhu LM, Liu YJ, et al. Elevated arterial-central venous carbon dioxide partial pressure difference indicates poor prognosis in the early postoperative period of open heart surgery in infants with congenital heart disease[J]. Pediatr Cardiol, 2021, 42(7): 1601-1606. DOI: 10.1007/s00246-021-02646-6.
- [21] Huette P, Ellouze O, Abou-Arab O, et al. Venous-to-arterial pCO₂ difference in high-risk surgical patients[J]. J Thorac Dis, 2019, 11(Suppl 11): S1551-S1557. DOI: 10.21037/jtd.2019.01.109.
- [22] Muller G, Mercier E, Vignon P, et al. Prognostic significance of central venous-to-arterial carbon dioxide difference during the first 24 hours of septic shock in patients with and without impaired cardiac function[J]. Br J Anaesth, 2017, 119(2): 239-248. DOI: 10.1093/bja/aex131.
- [23] Nassar B, Badr M, Van Grunderbeeck N, et al. Central venous-to-arterial PCO₂ difference as a marker to identify fluid responsiveness in septic shock[J]. Sci Rep, 2021, 11(1): 17256. DOI: 10.1038/s41598-021-96806-6.
- [24] 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.000000000000064.
- [25] Teboul JL, Scheeren T. Understanding the Haldane effect[J]. Intensive Care Med, 2017, 43(1): 91-93. DOI: 10.1007/s00134-016-4261-3.
- [26] Malte H, Lykkeboe G. The Bohr/Haldane effect: a model-based uncovering of the full extent of its impact on O₂ delivery to and CO₂ removal from tissues[J]. J Appl Physiol (1985), 2018, 125(3): 916-922. DOI: 10.1152/jappphysiol.00140.2018.
- [27] Oliva PB. Lactic acidosis[J]. Am J Med, 1970, 48(2): 209-225. DOI: 10.1016/0002-9343(70)90117-8.
- [28] Bernal W, Donaldson N, Wyncoll D, et al. Blood lactate as an early predictor of outcome in paracetamol-induced acute liver failure: a cohort study[J]. Lancet, 2002, 359(9306): 558-563. DOI: 10.1016/S0140-6736(02)07743-7.
- [29] Khan JK, Pallaki M, Tolbert SR, et al. Lactic acidemia associated with metformin[J]. Ann Pharmacother, 2003, 37(1): 66-69. DOI: 10.1345/aph.1C183.
- [30] Borwon, Wittayachamnankul, MD, et al. The role of central venous oxygen saturation, blood lactate, and central venous-to-arterial carbon dioxide partial pressure difference as a goal and prognosis of sepsis treatment[J]. J Crit Care, 2016, 36: 223-229. DOI: 10.1016/j.jcrc.2016.08.002.
- [31] Hameed SM, Aird WC, Cohn SM. Oxygen delivery[J]. Crit Care Med, 2003, 31(12 suppl): S658-S667. DOI: 10.1097/01.ccm.0000101910.38567.20.
- [32] Katriina M, Lanning, MD, et al. Accuracy, precision, and trending ability of perioperative central venous oxygen saturation compared to mixed venous oxygen saturation in unselected cardiac surgical patients[J]. J Cardiothorac Vasc Anesth, 2022, 36(7): 1995-2001. DOI: 10.1053/j.jvca.2021.08.103.

(收稿日期: 2022-10-25)

(本文编辑: 姜宇婷)

县级医院紧急医疗救护小组对院内心搏骤停的影响

潘丽名¹ 陆敏¹ 许春阳¹ 陈波¹ 叶宏伟¹ 戴月琴²

¹ 苏州大学附属常熟医院(常熟市第一人民医院)急诊医学科, 常熟 215500;

² 苏州大学附属常熟医院(常熟市第一人民医院)质量改进办公室, 常熟 215500

通信作者: 陈波, Email: cssydz@163.com

【摘要】目的 探讨县级医院紧急医疗救护小组(medical emergency team, MET)对院内心搏骤停(in-hospital cardiac arrest, IHCA)的影响。**方法** 选取2012年1月1日至2021年12月31日于常熟市第一人民医院重症监护病房外发生CA的成人患者,排除CA发生在院外后转入院内者、拒绝心肺复苏等抢救措施者、肿瘤终末期患者、妊娠妇女、病历资料记录不完整缺乏关键数据者、CA发生在未配备MET的其他院区者,进行回顾性分析。收集患者性别、年龄、基础疾病、病因、初始心律等临床资料,根据本院MET的创建时间(2017年1月1日)分为MET组及非MET组,比较两