

· 临床探讨 · DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2022.20.026

# 急危重症患者动脉全血和静脉血浆中电解质、 血糖及乳酸浓度比较分析\*

徐娟<sup>1</sup>, 韩月<sup>2</sup>, 彭辉勇<sup>2△</sup>

镇江市第一人民医院/江苏大学附属人民医院:1. 重症医学科;2. 医学检验科, 江苏镇江 212002

**摘要:**目的 探讨急危重症患者动脉全血和静脉血浆中电解质、血糖(Glu)及乳酸(Lac)浓度的差异性。方法 收集 30 例急危重症患者标本和资料,采用自身配对设计,比较动脉全血和静脉血浆中电解质、Glu 及 Lac 浓度;使用国家卫生行业标准(WS/T 403-2012)和国家卫生健康委员会临床检验中心的允许总误差判断标本之间偏差是否具有临床意义;通过相关性分析比较标本之间是否存在关联,并计算相关系数;建立一元线性回归方程模型,并计算模型的决定系数。结果 与动脉全血相比,静脉血浆中钾离子(K<sup>+</sup>)、钠离子(Na<sup>+</sup>)、钙离子(Ca<sup>2+</sup>)、Lac 水平偏高( $P < 0.05$ ),氯离子(Cl<sup>-</sup>)、Glu 水平偏低( $P < 0.05$ )。进一步分析发现动脉全血和静脉血浆中 K<sup>+</sup>、Na<sup>+</sup>、Cl<sup>-</sup>、Glu 水平比较差异无临床意义,而 Ca、Lac 水平比较差异有临床意义。此外,动脉全血和静脉血浆中 K<sup>+</sup>、Na<sup>+</sup>、Cl<sup>-</sup>、Glu、Lac 水平均呈正相关( $r = 0.92, 0.94, 0.97, 0.94, 0.82, P < 0.05$ ),相关性较强且具有较好的拟合度。结论 动脉全血和静脉血浆之间电解质、Glu 及 Lac 浓度存在差异性,可通过线性方程由动脉全血中 K<sup>+</sup>、Na<sup>+</sup>、Cl<sup>-</sup>、Glu、Lac 结果计算出静脉血浆中相应指标浓度。

**关键词:**急危重症患者; 动静脉血; 电解质; 葡萄糖; 乳酸

中图分类号:R446.11

文献标志码:A

文章编号:1672-9455(2022)20-2846-03

电解质具有维持机体体液平衡、导电性、神经肌肉应激性等作用;葡萄糖是细胞生命活动的主要能量物质;乳酸(Lac)是葡萄糖代谢的中间产物<sup>[1]</sup>。这些物质在内环境稳定方面发挥重要作用,其紊乱会影响机体正常生理活动,因而在临床上常被作为评估病情严重程度及预后的重要依据<sup>[2]</sup>。急危重症患者起病急、病情重,如何及时、准确地判断患者内环境情况对病情的诊疗十分重要<sup>[3]</sup>。目前血气分析的检测项目包括电解质[钾离子(K<sup>+</sup>)、钠离子(Na<sup>+</sup>)、氯离子(Cl<sup>-</sup>)、钙离子(Ca<sup>2+</sup>)]、血糖(Glu)及 Lac 水平,所用的标本类型为动脉全血,而急诊生化检验中这些指标检测的标本类型为静脉血浆。动脉全血和静脉血浆中电解质、血糖及 Lac 结果有无区别,是否存关联,目前尚不完全清楚。因此,本研究通过探讨动脉全血和静脉血浆中 K<sup>+</sup>、Na<sup>+</sup>、Cl<sup>-</sup>、Ca<sup>2+</sup>、Glu、Lac 浓度的差异性,为临床诊疗提供帮助。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 选取 2018 年 3—10 月本院急诊重症监护室住院患者 30 例。其中 3 例被剔除,包括 1 例血糖超过生化分析仪检测范围上限,1 例静脉血严重溶血,1 例动脉血采集在葡萄糖输注后。剩余 27 例患者纳入研究,在治疗前同时接受动、静脉血采集并及时送检,其中包括男 16 例、女 11 例,年龄 12~92

岁、平均(70±16)岁。

**1.2 仪器与试剂** 血气分析系统为雷度 ABL90 血气分析仪及原装配套试剂。生化检测系统为强生 VITROS 4600 生化分析仪及原装配套试剂。

**1.3 方法** 按照《全国检验临床操作规程》的要求,采集静脉血 3 mL,肝素抗凝,用于 K<sup>+</sup>、Na<sup>+</sup>、Cl<sup>-</sup>、Ca<sup>2+</sup>、Glu、Lac 测定;采集动脉血 2 mL,肝素抗凝,用于血气分析。采用氧分压、二氧化碳分压及氧饱和度排除动、静脉误采标本,观察法排除溶血和脂血标本。肝素抗凝标本检测前充分混匀后,3 000 r/min 离心 10 min,取上层血浆待检。所有检测均在 1 h 内完成。

**1.4 统计学处理** 采用 Excel 软件进行数据处理,SPSS17.0 软件进行统计学分析。正态分布的计量资料用  $\bar{x} \pm s$  表示,资料之间比较采用配对  $t$  检验。使用国家卫生行业标准(WS/T 403-2012)的允许总误差(TE)判断偏差是否具有临床意义。行业标准中没有提供标准的项目 Lac 使用国家卫生健康委员会临床检验中心的允许总误差判断偏差是否具有临床意义。当两组标本资料正态分布时,采用 Pearson 相关分析比较两组之间的相关性;当两组标本资料非正态分布时,采用 Spearman 相关分析比较两组之间的相关性,并计算相关系数( $r$ )。最后以动脉全血的检测项目为自变量,静脉血浆的检测项目为因变量建立一

\* 基金项目:江苏省镇江市科技计划项目(SH2021059);镇江市第一人民医院院级科研项目(Y2019032)。

△ 通信作者,E-mail:penghuiyong33815@163.com。

元线性回归方程模型,以决定系数( $R^2$ )衡量模型拟合优度(0~1), $R^2$  值越接近 1,表示模型拟合程度越好。 $P<0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结 果

表 1 动脉全血和静脉血浆中  $K^+$ 、 $Na^+$ 、 $Cl^-$ 、 $Ca^{2+}$ 、Glu、Lac 测定结果比较( $\bar{x}\pm s$ , mmol/L,  $n=27$ )

标本类型	$K^+$	$Na^+$	$Cl^-$	$Ca^{2+}$	Glu	Lac
静脉血浆	3.72±0.96*	137.76±7.63*	98.33±7.12*	2.17±0.18*	9.22±6.16*	4.16±3.77*
动脉全血	3.57±0.91	136.78±7.75	102.33±7.17	1.12±0.04	9.54±6.49	2.64±2.84
<i>t</i>	3.38	2.13	11.78	34.99	2.27	5.86
<i>P</i>	<0.01	0.04	<0.001	<0.001	0.03	<0.001

注:与动脉全血比较,\* $P<0.05$ 。

**2.2 静脉血浆和动脉全血中  $K^+$ 、 $Na^+$ 、 $Cl^-$ 、 $Ca^{2+}$ 、Glu、Lac 百分偏差分析** 急危重症患者的动脉全血和静脉血浆中  $K^+$ 、 $Na^+$ 、Glu 的百分偏差均未超过允许总误差范围, $Cl^-$  在两种类型标本中的百分偏差超过允许总误差的 1.75%(<5%),以上差异皆不具有临床意义,而动脉全血和静脉血浆中  $Ca^{2+}$ 、Lac 差异具有临床意义。见表 2。

表 2 静脉血浆和动脉全血  $K^+$ 、 $Na^+$ 、 $Cl^-$ 、 $Ca^{2+}$ 、Glu、Lac 百分偏差分析

项目	平均百分偏差 (%)	允许总误差 (%)	超过允许总误差的百分比 (%)
$K^+$	4.03	±6.00	0.00
$Na^+$	0.71	±4.00	0.00
$Cl^-$	-4.07	±4.00	1.75
$Ca^{2+}$	48.39	±5.00	867.80
Glu	-3.47	±7.00	0.00
Lac	36.54	±25.00	46.16

**2.3 动脉全血和静脉血浆中  $K^+$ 、 $Na^+$ 、 $Cl^-$ 、 $Ca^{2+}$ 、Glu、Lac 相关性分析** 急危重症患者动脉全血和静脉血浆中  $K^+$ 、 $Na^+$ 、 $Cl^-$ 、Glu、Lac 水平呈正相关( $r=0.92,0.94,0.97,0.94,0.82, P<0.05$ ),相关性强,而  $Ca^{2+}$  的  $r$  为 0.63,相关性弱。以动脉全血检测结果为自变量( $X$ ),静脉血浆检测结果为因变量( $Y$ ),绘制线性回归方程,结果显示  $K^+$ 、 $Na^+$ 、 $Cl^-$ 、Glu、Lac 拟合度好,而  $Ca^{2+}$  拟合度差,见表 3。

表 3 动脉全血和静脉血浆  $K^+$ 、 $Na^+$ 、 $Cl^-$ 、 $Ca^{2+}$ 、Glu、Lac 相关性分析

项目	<i>r</i>	<i>P</i>	线性回归方程	$R^2$
$K^+$	0.92	<0.05	$Y=1.03X+0.05$	0.94
$Na^+$	0.94	<0.05	$Y=0.94X+9.72$	0.90
$Cl^-$	0.97	<0.05	$Y=0.96X-0.10$	0.94

**2.1 动脉全血和静脉血浆中电解质、Glu 及 Lac 结果比较** 与动脉全血相比,静脉血浆中  $K^+$ 、 $Na^+$ 、 $Ca^{2+}$ 、Lac 的水平偏高,而  $Cl^-$ 、Glu 水平偏低,差异均具有统计学意义( $P<0.05$ )。

续表 3 动脉全血和静脉血浆  $K^+$ 、 $Na^+$ 、 $Cl^-$ 、 $Ca^{2+}$ 、Glu、Lac 相关性分析

项目	<i>r</i>	<i>P</i>	线性回归方程	$R^2$
$Ca^{2+}$	0.63	<0.05	$Y=2.60X-0.76$	0.40
Glu	0.94	<0.05	$Y=0.95X+0.20$	0.99
Lac	0.82	<0.05	$Y=1.27X+0.80$	0.91

注: $Y$  为静脉血浆; $X$  为动脉全血。

## 3 讨 论

急危重症患者病情变化快,需要尽早判断疾病类型及严重程度,制订相应的治疗措施。因此,辅助检查结果的及时性尤为重要。急诊检验中检验结果回报时间(TAT)是反映临床实验室检验效率的指标之一<sup>[4]</sup>。目前急诊生化检验的 TAT 规定为 2 h 内<sup>[4]</sup>。电解质、Glu 及 Lac 是病情变化的重要判定指标,如何缩短这些项目的 TAT 是急诊危重症患者诊疗过程中亟待解决的问题。

目前本院血气分析仪单个标本检测时间为 1 min。这与急诊生化检验相比,极大地缩短了 TAT。通过比较动脉全血和静脉血浆中电解质结果,本课题组发现静脉血浆中  $K^+$ 、 $Na^+$ 、 $Ca^{2+}$  浓度高于动脉全血,而  $Cl^-$  浓度降低。由于两种标本类型均为肝素抗凝血,因此排除肝素螯合阳离子导致  $K^+$  浓度降低的可能性<sup>[5]</sup>。静脉血浆中  $K^+$  浓度增高的原因可能是红细胞和血小板中存在大量  $K^+$ ,采血后混匀不充分或离心过程中红细胞破裂致使细胞内  $K^+$  释放到细胞外,从而导致血浆中  $K^+$  浓度升高<sup>[6]</sup>。静脉血浆中  $Ca^{2+}$  浓度增高的原因是血气分析检测的是离子钙,而生化分析检测的是总钙<sup>[7]</sup>。造成  $Na^+$ 、 $Cl^-$  差异的原因可能是检测原理不同,这有待进一步研究。静脉血浆中的 Glu 浓度低于动脉全血,其可能性原因有:(1)动、静脉血采集部位不同,反映的组织代谢程度不一致<sup>[8]</sup>;(2)动脉血经毛细血管流至静脉过程中葡萄糖

被组织细胞摄取；(3)标本检测时间不同，血气分析是即时检验，而生化检测在标本处理过程中，葡萄糖被红细胞代谢消耗<sup>[9]</sup>。Lac 能够反映组织低灌注状态和细胞缺氧情况，急危重症患者常存在呼吸、循环系统障碍，造成机体缺氧环境，此时机体能量代谢以糖酵解为主，Lac 生成增多，并发高 Lac 血症，加重代谢性酸中毒，增加病死率<sup>[10]</sup>。本研究中，静脉血浆 Lac 浓度明显增高。有学者认为动脉血体现了氧气和营养物质运输情况，而静脉血体现了细胞代谢产物运输情况<sup>[11]</sup>，其具体原因有待进一步研究。

本课题组接下来根据国家卫生行业标准的允许总误差判断偏差是否具有实际应用价值，结果表明动脉全血与静脉血浆中  $K^+$ 、 $Na^+$ 、 $Cl^-$ 、Glu 差异不具有临床意义，而  $Ca^{2+}$ 、Lac 差异具有临床意义。这表明急危重症患者动脉全血中  $K^+$ 、 $Na^+$ 、 $Cl^-$ 、Glu 的检测结果可替代静脉血浆的检测结果，无需再次采集静脉血进行检测。但有学者持不同观点，严湘红等<sup>[5]</sup>认为动脉血中  $Na^+$  测定可以替代静脉血，而  $K^+$ 、 $Cl^-$ 、Glu 不能用动脉血替代，造成差异的原因可能是检测的标本类型及仪器类型不同，该文作者采用罗氏生化仪检测动、静脉血浆中生化项目的差异性，而本研究是通过血气分析仪测得动脉全血中相应指标的浓度。ZHANG 等<sup>[12]</sup>也认为可以用动脉血  $K^+$ 、 $Na^+$  水平替代静脉血  $K^+$ 、 $Na^+$  水平。但也有学者认为动、静脉血之间生化项目检测结果不可替换，需设立动脉血生化项目的参考区间<sup>[13]</sup>。以上研究均为小标本研究，还需要扩标本量进一步证实。本课题组进一步分析了动、静脉血中  $K^+$ 、 $Na^+$ 、 $Cl^-$ 、 $Ca^{2+}$ 、Glu、Lac 的相关性，结果显示动、静脉血中  $K^+$ 、 $Na^+$ 、 $Cl^-$ 、Glu、Lac 均呈显著正相关。回归方程分析显示，二者拟合度均较好，因而在急危重症患者紧急抢救、静脉血浆呈严重溶血脂血、静脉血采集困难、生化检测项目超过检测范围上下限等情况下，可通过血气分析中  $K^+$ 、 $Na^+$ 、 $Cl^-$ 、Glu、Lac 浓度推算静脉血浆中相应指标水平，这对于早期及时干预治疗具有重要的临床意义。由于血气分析中检测的是离子钙，其与静脉血浆中总钙的相关性差，故两者不能转换。此外，本研究纳入的临床标本量较少，还需要进一步扩大标本量进行系统、全面的分析和研究，为急危重症患者使用血气分析中  $K^+$ 、 $Na^+$ 、 $Cl^-$ 、Glu、Lac 的检测结果替代静脉血浆中的生化指标提供依据。

## 参考文献

- [1] FENVES A Z, EMMETT M. Approach to patients with high anion gap metabolic acidosis; Core Curriculum 2021 [J]. *Am J Kidney Dis*, 2021, 78(4):590-600.
- [2] 文力, 安稳, 张新超. 血浆和尿素联合动脉血乳酸评估危重症患者预后的价值[J]. *中国急救医学*, 2019, 39(6):564-567.
- [3] 任平香, 于大勇, 王冬梅, 等. 血清 ChE 水平与重症胰腺炎患者应激性高血糖的相关性及对预后的影响[J]. *国际检验医学杂志*, 2021, 42(14):1748-1751.
- [4] 彭珊珊, 赵建梅, 张晓进, 等. 急诊生化检验项目 TAT 超时情况分析[J]. *检验医学*, 2018, 33(9):862-864.
- [5] 严湘红, 马超超, 禹松林, 等. 动脉血和静脉血常用生化检测项目的比较分析[J]. *中华检验医学杂志*, 2018, 41(10):759-764.
- [6] 于凡, 江咏梅, 郭婵娟, 等. 不同类型标本血电解质及葡萄糖测定结果的比较分析[J]. *国际检验医学杂志*, 2016, 37(16):2265-2267.
- [7] 林金蕊, 李玉花, 何则沂. 血气分析仪与生化分析仪检测呼吸科患者电解质结果的比较[J]. *福建医药杂志*, 2020, 42(4):121-123.
- [8] 赖宇强, 黄婉怡, 胡婷. 血液标本采集情况及送检时间对血检结果的影响[J]. *卫生标准管理*, 2020, 11(9):99-101.
- [9] 李旭妍, 孙明玥, 苏燕, 等. 不同浓度葡萄糖对红细胞能量代谢的影响[J]. *安徽医科大学学报*, 2020, 55(11):1701-1706.
- [10] 臧鑫, 陈晨, 李春娟. 急诊危重症患者动脉血乳酸水平对病情评估及预后预测的影响分析[J]. *世界最新医学信息文摘*, 2021, 21(25):200-201.
- [11] NASCENTE AP, ASSUNCAO M, GUEDES C J, et al. Comparison of lactate values obtained from different sites and their clinical significance in patients with severe sepsis[J]. *Sao Paulo Med J*, 2011, 129(1):11-16.
- [12] ZHANG J B, LIN J, ZHAO X D. Analysis of bias in measurements of potassium, sodium and hemoglobin by an emergency department-based blood gas analyzer relative to hospital laboratory autoanalyzer results[J]. *PLoS One*, 2015, 10(4):e0122383.
- [13] 童禹浩, 李军文, 叶子翔, 等. 对 ICU 危重患者动脉血气与静脉血生化中电解质检测结果的比较[J]. *世界最新医学信息文摘*, 2021, 21(37):4-7.