



[DOI]10.3969/j.issn.1001-9057.2020.03.029

<http://www.lcnkzz.com/CN/10.3969/j.issn.1001-9057.2020.03.029>

· 新型冠状病毒肺炎专栏 ·

新型冠状病毒肺炎危重型患者动脉血气分析特点及其与转归的相关性研究

于洁 张锦程 涂盛锦 魏媛 赵玥 陈南山 姜利 钟鸣

【摘要】 目的 分析新型冠状病毒肺炎(简称新冠肺炎)危重型患者的动脉血气分析特点及其与转归的相关性。**方法** 收集武汉市金银潭医院南六病区重症监护病房(ICU)收治的 81 例新冠肺炎危重型患者的临床资料和血气分析结果,根据患者转归情况分为生存组和病死组,分析其血气分析特点及与转归的相关性。**结果** 新冠肺炎危重型患者动脉血气分析结果波动越大,患者预后越差;生存组患者入 ICU 早期和入 ICU 后期动脉血 pH 值、动脉血氧分压(PaO₂)、氧合指数[PaO₂/吸入氧浓度(FiO₂)]、钾离子(K⁺)、乳酸(Lac)、血氧饱和度(SaO₂)比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$),病死组患者动脉血 pH 值、PaO₂、PaO₂/FiO₂、SaO₂ 呈降低趋势,K⁺、Lac 水平呈升高趋势($P < 0.05$);pH 值($r = -0.659, P < 0.001$)及其变化率($r = -0.641, P < 0.001$)、PaO₂ ($r = -0.322, P = 0.001$)、PaO₂/FiO₂ ($r = -0.296, P = 0.003$)、钙离子(Ca²⁺, $r = -0.289, P = 0.002$)、标准钙离子[Ca²⁺(7.4), $r = -0.478, P < 0.001$]及其变化率($r = -0.369, P < 0.001$)、SaO₂ ($r = -0.452, P < 0.001$)及其变化率($r = -0.249, P = 0.020$)与死亡结局呈负相关;动脉血二氧化碳分压(PaCO₂, $r = 0.348, P < 0.001$)及其变化率($r = 0.369, P < 0.001$)、钠离子(Na⁺, $r = 0.306, P = 0.001$)、K⁺ ($r = 0.350, P < 0.001$)及其变化率($r = 0.390, P < 0.001$)、血糖(Glu, $r = 0.386, P < 0.001$)及其变化率($r = 0.244, P = 0.015$)、Lac ($r = 0.559, P < 0.001$)及其变化率($r = 0.329, P = 0.001$)与死亡结局呈正相关。**结论** 新冠肺炎危重型患者病死组动脉血气分析参数的波动比生存组更加显著;动脉血 pH 值、血 K⁺ 和 Lac 等血气分析指标水平及其变化率与转归有强相关性。

【关键词】 新型冠状病毒肺炎; 危重型; 血气分析; 转归; 相关性分析

2019 年 12 月初,湖北省武汉市发现多例不明原因肺炎患者,之后这种疾病被称为新型冠状病毒肺炎(简称新冠肺炎)^[1-2]。新冠肺炎传播迅速,且潜伏期不定,在人群中的传染性普遍较强^[3]。根据霍普金斯大学网站公布的疫情报告显示,新冠肺炎感染人数持续上升^[4],且病死率达 6.43%。对于新冠肺炎患者,快速、准确、及时地判断其病情是降低死亡率和提高生存率的关键。动脉血气分析是临床上监测患者酸碱平衡状态、肺功能及肾脏代谢功能的常用方法,其检测快速、重复性好的特点使之成为重症医学中必不可少的监测手段^[5]。我们回顾性收集武汉市金银潭医院南六病区重症监护病房(ICU)新冠肺炎危重型患者的动脉血气分析结果,分析其特点、变化规律及与转归的相关性,以评价动脉血气分析对于新冠肺炎危重型患者病情监测和预后判断的应用价值。

对象与方法

1. 对象:2020 年 1 月 24 日~3 月 17 日武汉市金银潭医院

南六病区收治的新冠肺炎危重型患者 88 例。纳入标准:(1)诊断为新冠肺炎,符合下列任意 1 项:①采用逆转录-聚合酶链反应(RT-PCR)或(和)二代测序方法进行病毒核酸检测,病毒检测呈阳性^[6];②符合《新型冠状病毒肺炎影像诊断指南(2020 年第二版简版)》^[7]的影像学诊断标准。(2)根据国家卫生健康委员会发布的《新型冠状病毒肺炎诊疗方案(试行第六版)》^[8]诊断为危重型,符合下列任意 1 项:①出现呼吸衰竭且需要机械通气;②出现休克;③合并其他器官衰竭。排除标准:(1)患者信息缺漏;(2)无转归结局。排除信息缺漏、转归结局不明患者 7 例,余 81 例为研究入选患者。根据患者转归情况将 81 例患者分为生存组(30 例,37.04%)和病死组(51 例,62.96%)。本研究通过武汉市金银潭医院伦理委员会审核批准。

2. 方法:采用回顾性研究方法,收集下列指标:(1)患者入 ICU 时(入 ICU 早期)基础疾病、临床诊断及治疗期间的生命体征(包括体温、呼吸、心率、血压等);(2)患者辅助通气(无创通气或气管插管有创通气)时的吸入氧浓度(FiO₂)、入 ICU 早期动脉血 pH 值、动脉血二氧化碳分压(PaCO₂)、动脉血氧分压(PaO₂)及乳酸(Lac)等血气分析结果;(3)实验室检查结果,包括血常规、肝肾功能、凝血功能等;(4)患者入 ICU 后期(包括转出 ICU 和病死前)动脉血血气分析结果及患者的转归结局。

3. 统计学处理:应用 SPSS 22.0 软件进行统计分析。符合

DOI:10.3969/j.issn.1001-9057.2020.03.029

作者单位:200032 上海,复旦大学附属中山医院重症医学科(于洁、张锦程、钟鸣);武汉市金银潭医院呼吸与危重病医学科(涂盛锦、魏媛、赵玥、陈南山);首都医科大学附属宣武医院重症医学科(姜利)

通讯作者:钟鸣, E-mail:zhong.ming@zs-hospital.sh.cn

正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 两组间比较采用 t 检验; 不符合正态分布的计量资料以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示, 组间比较采用 *Mann-Whitney* 非参数检验。两组入 ICU 早期和入 ICU 后期血气分析参数差异采用配对 t 检验; 两组入 ICU 早期和入 ICU 后期血气分析结果的差值和变化率 [变化率 (%) = (入 ICU 后期血气分析参数值 - 入 ICU 早期血气分析参数值) / 入 ICU 早期血气分析参数值 $\times 100\%$] 差异采用 *Mann-Whitney* 非参数检验; 新冠肺炎危重症患者入 ICU 早期两组间血气分析参数差异、入 ICU 后期组间血气分析参数差异比较采用独立样本 t 检验; 病死组和生存组血气分析参数差异采用单因素方差分析。考虑到血气分析的参数值均为连续变量, 难以将各连续变量均转化为有序多分类变量纳入二分类 *logistic* 回归分析模型来科学阐释各项血气指标对转归 (死亡或生存) 的影响程度, 因此, 采用 *Kendall's tau-b* 相关分析评价患者基础疾病 [慢性阻塞性肺疾病 (COPD)、冠心病 (CAD)、高血压、糖尿病、肾功能不全、脑血管疾病] 情况、性别、年龄及组间比较差异有统计学意义的血气分析参数、血气分析参数变化率与转归的相关性。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 患者基本资料: 81 例患者中, 男 48 例, 女 33 例, 男女比例为 1.5:1, 平均年龄 (63.70 \pm 13.63) 岁, 平均 ICU 住院时间 (14.65 \pm 12.97) d; 51 例死亡, 病死率 62.96%; 48 例进行过有创通气治疗, 占本组患者的 59.3%。71 例患者有完整入 ICU 早期和入 ICU 后期的血气分析结果, 其中男 42 例, 女 29 例; 71 例患者中 43 例死亡, 28 例转出 ICU。

2. 病死组和生存组患者入 ICU 早期和后期动脉血血气分析参数值的变化与比较: 生存组患者入 ICU 早期和后期 pH 值、PaO₂、氧合指数 (PaO₂/FiO₂)、钾离子 (K⁺)、钙离子 (Ca²⁺)、Lac、血氧饱和度 (SaO₂)、标准碳酸氢根 (HCO₃⁻ std)、剩余碱 (BE) 比较差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。病死组患者入 ICU 早期 pH 值、PaO₂、PaO₂/FiO₂、标准钙离子 [Ca²⁺ (7.4)]、血细胞比容 (Hct)、SaO₂、总血红蛋白 (THb)、HCO₃⁻ std、BE 均高于同组后期, PaCO₂、钠离子 (Na⁺)、K⁺、Lac、实际碳酸氢盐-标准碳酸氢盐 (AB-SB) 水平均低于同组后期, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 见表 1。两组患者入 ICU 早期和后期 pH 值、PaCO₂、K⁺、Ca²⁺ (7.4)、

血糖 (Glu)、Lac、HCO₃⁻ std、SaO₂ 和 BE 的差值和变化率差异均有统计学意义 ($P < 0.05$), PaO₂、PaO₂/FiO₂、Na⁺ 和 HCO₃⁻ 的差值和变化率比较差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。见表 2。

3. 病死组和生存组患者在入 ICU 早期和后期动脉血血气分析结果比较: 入 ICU 早期生存组和病死组组间 pH 值、Lac 水平、Na⁺ 浓度比较差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 其余各项血气分析指标比较差异均无统计学意义 ($P > 0.05$); 而在后期病死组和生存组患者的动脉血气 pH 值、PaCO₂、PaO₂、PaO₂/FiO₂、Na⁺、K⁺、Ca²⁺、Ca²⁺ (7.4)、Glu、Lac、SaO₂、HCO₃⁻ std、AB-SB、BE 差异均有统计学意义 ($P < 0.001$), 见表 1。

4. 血气分析指标与转归的相关性分析: 单因素方差分析结果显示, 生存组和病死组患者的入住 ICU 时间、pH 值、PaCO₂、PaO₂、PaO₂/FiO₂、Na⁺、K⁺、Ca²⁺、Ca²⁺ (7.4)、Glu、Lac、SaO₂、HCO₃⁻、HCO₃⁻ std、AB-SB、标准剩余碱 (BE_{ecf})、BE 比较差异均有统计学意义 ($P < 0.05$)。见表 3。将单因素分析结果差异有统计学意义的血气分析参数、血气分析参数变化率及患者基础病情况、性别和年龄与转归行 *Kendall's tau-b* 相关性分析结果显示, 患者基础疾病 (COPD、CAD、高血压、糖尿病、肾功能不全、脑血管疾病) 情况 ($r = -0.170, P = 0.191$)、性别 ($r = 0.145, P = 0.196$)、年龄 ($r = 0.098, P = 0.293$) 与转归无明显相关性; pH 值 ($r = -0.659, P < 0.001$) 及其变化率 ($r = -0.641, P < 0.001$)、PaO₂ ($r = -0.322, P = 0.001$)、PaO₂/FiO₂ ($r = -0.296, P = 0.003$)、Ca²⁺ ($r = -0.289, P = 0.002$)、Ca²⁺ (7.4) ($r = -0.478, P < 0.001$) 及其变化率 ($r = -0.369, P < 0.001$)、SaO₂ ($r = -0.452, P < 0.001$) 及其变化率 ($r = -0.249, P = 0.020$) 与死亡结局呈负相关; PaCO₂ ($r = 0.348, P < 0.001$) 及其变化率 ($r = 0.369, P < 0.001$)、Na⁺ ($r = 0.306, P = 0.001$)、K⁺ ($r = 0.350, P < 0.001$) 及其变化率 ($r = 0.390, P < 0.001$)、Glu ($r = 0.386, P < 0.001$) 及其变化率 ($r = 0.244, P = 0.015$)、Lac ($r = 0.559, P < 0.001$) 及其变化率 ($r = 0.329, P = 0.001$) 与死亡结局呈正相关; 其中, pH 值及其变化率、Ca²⁺ (7.4) 及其变化率和转归呈较强负相关, 即 pH 值、Ca²⁺ (7.4) 降低幅度越大, 患者转归越差; PaCO₂ 及其变化率、K⁺ 及其变化率、Lac 及其变化率和转归呈较强正相关, 即 PaCO₂、K⁺、Lac 升高幅度越大, 患者转归越差。见表 4。

表 1 病死组和生存组患者入 ICU 早期、后期血气分析结果比较 ($\bar{x} \pm s$)

| 组别 | 例数 | pH 值 | PaCO ₂ (mmHg) | PaO ₂ (mmHg) | PaO ₂ /FiO ₂ | Na ⁺ (mmol/L) | K ⁺ (mmol/L) | Ca ²⁺ (mmol/L) | Ca ²⁺ (7.4) (mmol/L) | Glu (mmol/L) | |
|-----|----|-----------------|-------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|---|---|--------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| 生存组 | 早期 | 28 | 7.47 \pm 0.04 | 38.43 \pm 11.78 | 106.82 \pm 82.36 | 287.68 \pm 186.11 | 134.25 \pm 5.43 | 4.20 \pm 0.87 | 4.65 \pm 1.88 | 1.10 \pm 0.11 | 10.18 \pm 4.85 |
| | 后期 | 28 | 7.43 \pm 0.10 | 47.89 \pm 19.42 ^a | 91.32 \pm 37.27 | 206.76 \pm 121.50 | 137.57 \pm 4.37 ^a | 4.03 \pm 0.60 | 1.13 \pm 0.07 | 1.14 \pm 0.08 ^a | 7.53 \pm 4.11 ^a |
| 病死组 | 早期 | 43 | 7.42 \pm 0.11 ^b | 39.86 \pm 12.33 | 90.58 \pm 58.40 | 107.10 \pm 89.27 | 139.14 \pm 6.98 ^b | 3.88 \pm 0.60 | 1.03 \pm 0.09 | 1.05 \pm 0.10 | 11.59 \pm 5.82 |
| | 后期 | 43 | 7.11 \pm 0.16 ^{ac} | 70.93 \pm 26.65 ^{ac} | 64.29 \pm 29.88 ^{ac} | 80.50 \pm 54.13 ^{ac} | 143.14 \pm 7.85 ^{ac} | 5.08 \pm 1.67 ^{ac} | 1.02 \pm 0.18 ^c | 0.94 \pm 0.19 ^{ac} | 12.73 \pm 6.19 ^c |
| 组别 | 例数 | Lac (mmol/L) | Hct (%) | SaO ₂ (%) | THb (g/L) | HCO ₃ ⁻ (mmol/L) | HCO ₃ ⁻ std (mmol/L) | AB-SB (mmol/L) | BE (mmol/L) | | |
| 生存组 | 早期 | 28 | 1.57 \pm 1.25 | 32.50 \pm 9.97 | 94.50 \pm 6.44 | 113.38 \pm 32.9 | 26.36 \pm 6.68 | 26.69 \pm 4.91 | -0.34 \pm 0.22 | 5.66 \pm 1.90 | |
| | 后期 | 28 | 1.30 \pm 0.81 | 28.71 \pm 5.23 ^a | 93.84 \pm 9.08 | 98.38 \pm 17.19 ^a | 29.98 \pm 8.13 ^a | 28.12 \pm 4.28 | 0.64 \pm 0.80 ^a | 4.17 \pm 1.48 | |
| 病死组 | 早期 | 43 | 2.52 \pm 2.07 ^b | 35.29 \pm 7.96 | 92.81 \pm 6.14 | 119.88 \pm 26.90 | 27.17 \pm 7.53 | 27.03 \pm 5.83 | 0.14 \pm 0.46 | 2.80 \pm 0.50 | |
| | 后期 | 43 | 5.44 \pm 4.67 ^{ac} | 30.30 \pm 9.45 ^a | 77.91 \pm 23.01 ^{ac} | 99.55 \pm 32.25 ^a | 26.48 \pm 9.42 | 23.71 \pm 7.32 ^{ac} | 3.03 \pm 0.40 ^{ac} | -1.09 \pm 0.08 ^{ac} | |

注: 与同组早期比较, ^a $P < 0.05$; 与生存组早期比较, ^b $P < 0.05$; 与生存组后期比较, ^c $P < 0.05$

表 2 病死组和生存组患者入 ICU 早期、后期血气分析参数差值及变化率比较 [M(P₂₅, P₇₅)]

| 分组 | 例数 | pH 值 | | PaCO ₂ | | PaO ₂ | | PaO ₂ /FiO ₂ | |
|-----|----|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| | | 差值 | 变化率 (%) | 差值 (mmHg) | 变化率 (%) | 差值 (mmHg) | 变化率 (%) | 差值 | 变化率 (%) |
| 生存组 | 28 | -0.02 (-0.05, 0.01) | -0.20 (-0.60, 0.17) | 7.00 (0.75, 10.25) | 18.91 (3.13, 28.86) | 2.00 (-48.00, 36.25) | 1.05 (-43.47, 68.22) | -16.42 (-75.32, 36.95) | -1.89 (-33.73, 27.51) |
| 病死组 | 43 | -0.28 (-0.43, -0.20) | -3.76 (-5.74, -2.63) | 28.00 (12.00, 50.00) | 60.43 (25.08, 129.93) | -14.00 (-40.75, 9.75) | -14.64 (-51.42, 19.77) | -2.51 (-63.78, 6.88) | -4.96 (-48.12, 11.34) |
| P 值 | | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | 0.311 | 0.228 | 0.822 | 0.518 |

| 分组 | 例数 | Na ⁺ | | K ⁺ | | Ca ²⁺ (7.4) | | Glu | |
|-----|----|-----------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------------|
| | | 差值 (mmol/L) | 变化率 (%) | 差值 (mmol/L) | 变化率 (%) | 差值 (mmol/L) | 变化率 (%) | 差值 (mmol/L) | 变化率 (%) |
| 生存组 | 28 | 3.50 (-0.25, 5.25) | 2.61 (-0.19, 3.97) | -0.20 (-0.78, 0.00) | -4.95 (-17.84, 0.00) | 0.04 (-0.02, 0.09) | 3.23 (-1.23, 7.87) | -1.40 (-7.53, 0.43) | -21.35 (-50.32, 7.58) |
| 病死组 | 43 | 4.00 (-1.00, 8.00) | 2.90 (-0.73, 6.01) | 0.70 (0.50, 1.90) | 19.44 (12.82, 50.00) | -0.08 (-0.19, 0.03) | -7.95 (-17.92, 2.83) | 0.60 (-2.60, 4.80) | 4.92 (-23.33, 47.92) |
| P 值 | | 0.601 | 0.653 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | 0.012 | 0.015 |

| 分组 | 例数 | Lac | | HCO ₃ ⁻ | | HCO ₃ ⁻ std | |
|-----|----|------------------------|---------------------------|-------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|-------------------------|
| | | 差值 (mmol/L) | 变化率 (%) | 差值 (mmol/L) | 变化率 (%) | 差值 (mmol/L) | 变化率 (%) |
| 生存组 | 28 | -0.30 (-0.83, 0.53) | -21.76 (-53.93, 57.29) | 3.35 (-0.38, 6.70) | 14.74 (-1.39, 27.81) | 1.60 (-0.70, 4.00) | 6.02 (-2.49, 19.53) |
| 病死组 | 43 | 1.30 (0.10, 5.30) | 83.33 (5.00, 270.59) | -0.50 (-7.00, 5.30) | -1.61 (-20.87, 18.62) | -2.50 (-8.20, 1.10) | -9.65 (-26.77, 4.81) |
| P 值 | | 0.001 | 0.001 | 0.075 | 0.079 | 0.014 | 0.009 |

| 分组 | 例数 | AB-SB | | SaO ₂ | | BE | |
|-----|----|----------------------|-----------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| | | 差值 (mmol/L) | 变化率 (%) | 差值 (%) | 变化率 (%) | 差值 (mmol/L) | 变化率 (%) |
| 生存组 | 28 | 1.20 (0.10, 2.50) | -98.83 (-170.69, 7.22) | 0.00 (-4.00, 4.00) | 0.00 (-4.04, 4.21) | 2.10 (-0.90, 5.80) | -17.50 (-72.04, 126.67) |
| 病死组 | 43 | 3.30 (1.60, 5.95) | -44.44 (-282.94, 115.04) | -5.00 (-24.00, 1.50) | -5.05 (-24.43, 1.61) | -2.55 (-12.28, 1.88) | -116.03 (-228.78, 25.16) |
| P 值 | | 0.034 | 0.507 | 0.019 | 0.020 | 0.025 | 0.013 |

表 3 病死组和生存组患者血气分析参数与转归的单因素分析 ($\bar{x} \pm s$)

| 组别 | 例数 | 年龄 | 入住 ICU 时间 (d) | pH 值 | PaCO ₂ (mmHg) | PaO ₂ (mmHg) | PaO ₂ /FiO ₂ | Na ⁺ (mmol/L) |
|-----|----|---------------|---------------|-------------|--------------------------|-------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| 生存组 | 30 | 61.80 ± 15.00 | 20.00 ± 13.90 | 7.43 ± 0.10 | 48.07 ± 18.99 | 94.20 ± 37.62 | 219.66 ± 124.96 | 137.67 ± 4.30 |
| 病死组 | 51 | 64.80 ± 12.80 | 10.50 ± 8.90 | 7.10 ± 0.16 | 70.46 ± 27.19 | 64.16 ± 29.15 | 79.95 ± 51.91 | 143.14 ± 7.94 |
| P 值 | | 0.330 | 0.002 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 |

| 组别 | 例数 | K ⁺ (mmol/L) | Ca ²⁺ (mmol/L) | Ca ²⁺ (7.4) (mmol/L) | Glu (mmol/L) | Lac (mmol/L) | Hct (%) | SaO ₂ (%) |
|-----|----|-------------------------|---------------------------|---------------------------------|--------------|--------------|--------------|----------------------|
| 生存组 | 30 | 4.02 ± 0.59 | 1.12 ± 0.09 | 1.13 ± 0.11 | 7.37 ± 4.01 | 1.25 ± 0.80 | 28.90 ± 5.11 | 94.22 ± 8.83 |
| 病死组 | 51 | 4.98 ± 1.59 | 1.03 ± 0.17 | 0.94 ± 0.18 | 12.28 ± 6.18 | 5.84 ± 4.95 | 30.04 ± 8.85 | 78.73 ± 21.72 |
| P 值 | | <0.001 | 0.002 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | 0.465 | <0.001 |

| 组别 | 例数 | THb (g/L) | HCO ₃ ⁻ (mmol/L) | HCO ₃ ⁻ std (mmol/L) | AB-SB (mmol/L) | BEeef (mmol/L) | BE (mmol/L) |
|-----|----|---------------|--|--|----------------|----------------|--------------|
| 生存组 | 30 | 99.00 ± 16.75 | 30.08 ± 7.87 | 28.22 ± 4.14 | 0.91 ± 0.70 | 4.35 ± 3.23 | 4.18 ± 3.21 |
| 病死组 | 51 | 99.02 ± 30.30 | 25.37 ± 9.12 | 22.70 ± 7.09 | 2.93 ± 0.86 | -1.23 ± 0.99 | -1.91 ± 1.03 |
| P 值 | | 0.997 | 0.029 | <0.001 | <0.001 | 0.002 | <0.001 |

表 4 患者临床特征、血气分析参数与转归的 Kendall's tau-b 相关性分析

| | 基础疾病 | 性别 | 年龄 | pH 值 | PaCO ₂ | PaO ₂ | PaO ₂ /FiO ₂ | HCO ₃ ⁻ | HCO ₃ ⁻ std |
|----------------------|--------|-------|-------|--------|-------------------|------------------|------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| Kendall's tau-b 相关系数 | -0.170 | 0.145 | 0.098 | -0.659 | 0.348 | -0.322 | -0.296 | -0.222 | -0.381 |
| P 值 | 0.191 | 0.196 | 0.293 | <0.001 | <0.001 | 0.001 | 0.003 | 0.025 | <0.001 |

| | AB-SB | BEeef | BE | Lac | Glu | K ⁺ | Na ⁺ | Ca ²⁺ | Ca ²⁺ (7.4) |
|----------------------|-------|--------|--------|--------|--------|----------------|-----------------|------------------|------------------------|
| Kendall's tau-b 相关系数 | 0.344 | -0.340 | -0.363 | 0.559 | 0.386 | 0.350 | 0.306 | -0.289 | -0.478 |
| P 值 | 0.001 | 0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | 0.001 | 0.002 | <0.001 |

| | SaO ₂ | pH 值 变化率 | PCO ₂ 变化率 | K ⁺ 变化率 | Glu 变化率 | Lac 变化率 | Ca ²⁺ (7.4) 变化率 | HCO ₃ ⁻ std 变化率 | SaO ₂ 变化率 |
|----------------------|------------------|-------------|-------------------------|-----------------------|------------|------------|-------------------------------|--|-------------------------|
| Kendall's tau-b 相关系数 | -0.452 | -0.641 | 0.369 | 0.390 | 0.244 | 0.329 | -0.369 | -0.282 | -0.249 |
| P 值 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | 0.015 | 0.001 | <0.001 | 0.009 | 0.020 |

讨 论

血气分析是临床常用的检查项目,应用其对患者进行病情评估和预后判断具有方便易行、操作简单、便于开展等优点。临床上常应用血气分析来预测重症感染患者的转归情况,如通过分析动脉血和静脉血的血气分析参数差值来预测脓毒症休克患者的病情变化^[9]。此外,血气分析还可用于心力衰竭、肾功能衰竭等器官功能衰竭患者的预后评价^[10-11]。新冠肺炎危重型患者病情变化迅猛,患者不仅存在病毒感染,也会并发脏器功能损伤。因此,新冠肺炎危重型患者血气分析的特点及其波动趋势是否能够反映患者的病情变化、哪些指标提示病情危重和预后不良是值得深入探讨的问题。

本研究中,在入 ICU 早期,生存组和病死组患者动脉血 PaCO₂、PaO₂、PaO₂/FiO₂、K⁺、Ca²⁺、Ca²⁺ (7.4)、Glu、Hct、SaO₂、THb、HCO₃⁻、HCO₃⁻ std、AB-SB、BE 比较差异均无统计学意义,但在入 ICU 后期,两组血气分析指标中 pH 值、PaCO₂、PaO₂、PaO₂/FiO₂、Na⁺、K⁺、Ca²⁺、Ca²⁺ (7.4)、Glu、Lac、SaO₂、HCO₃⁻ std、AB-SB、BE 比较,差异均有统计学意义;另外,生存组患者动脉血 pH 值、PaO₂、PaO₂/FiO₂、K⁺、Lac、SaO₂ 水平在入 ICU 早期和后期无统计学意义上的变化,但病死组患者 pH 值、PaO₂、PaO₂/FiO₂、SaO₂ 水平呈降低趋势,K⁺、Lac 水平呈升高趋势;比较两组入 ICU 早期和后期血气分析参数的差值和变化率结果显示,病死组患者动脉血 pH 值、PaCO₂、K⁺、Ca²⁺ (7.4)、Glu、Lac、SaO₂ 差值和变化率的绝对值明显高于生存组;这表明新冠肺炎危重型患者入住 ICU 期间,病死组患者的血气分析结果比生存组波动更显著。比较出 ICU 前生存组和病死组各指标间差异发现,病死组患者动脉血 pH 值、PaO₂ 和 PaO₂/FiO₂ 均明显低于生存组,PaCO₂、Na⁺、K⁺、Lac 均明显高于生存组,提示新冠肺炎病死组患者肺功能和肾脏代谢功能受损。这是因为随着新冠肺炎疾病发展,患者会出现广泛的肺组织损伤,进而影响肺通气、换气功能,导致二氧化碳潴留和低氧血症,PaCO₂ 升高,pH 值、PaO₂、PaO₂/FiO₂、SaO₂ 降低。又由于新型冠状病毒是通过血管紧张素转换酶 2 (ACE2) 和细胞蛋白酶 TMPRSS2 进入靶细胞,ACE2 蛋白在血管和肾脏特别是近端肾小管处均有高表达,导致微循环和肾脏滤过及重吸收功能被破坏,Lac、K⁺、Ca²⁺ (7.4)、Glu 水平升高。

本研究中,患者基础疾病 (COPD、CAD、高血压、糖尿病、肾功能不全、脑血管疾病) 情况及年龄与死亡结局均无明显相关,这可能是由于:(1)入 ICU 的新冠肺炎危重型患者本多为高龄[81 例研究入选患者平均年龄 (63.70 ± 13.63) 岁];(2)新冠肺炎危重型患者会出现重度淋巴细胞减少症和嗜酸性粒细胞减少症,淋巴细胞减少症可导致机体抗病毒能力和免疫调节功能缺陷进而影响机体产生抗体中和新型冠状病毒并将其清除^[12],这与 COPD 等基础疾病无直接关联。而各血气分析指标与转归的相关性分析结果显示,pH 值及其变化率、Ca²⁺ (7.4) 及其变化率和转归呈较强的负相关,即 pH 值、Ca²⁺ (7.4) 降低

幅度越大,患者转归越差;PaCO₂ 及其变化率、K⁺ 及其变化率、Lac 及其变化率和转归呈较强的正相关,即 PaCO₂、K⁺、Lac 升高幅度越大,患者转归越差。这是因为患者入 ICU 前后血气分析结果差值及变化率的绝对值越大,表示肺功能、肾脏代谢功能失代偿程度越大、器官功能障碍越严重。

因此,通过分析动脉血气指标的变化情况和组间差异可以及时、方便、准确地了解新冠肺炎危重型患者的酸碱平衡状态、肺通换气功能以及肾脏代谢功能,对于血气分析的动态观察和正确理解也有利于评价新冠肺炎危重型患者的转归结局。

参 考 文 献

- [1] Zhu N, Zhang D, Wang W, et al. A Novel Coronavirus from Patients with Pneumonia in China, 2019 [J]. *N Engl J Med*, 2020, 382(8): 727-733.
- [2] Organization WH. WHO Director-General's remarks at the media briefing on 2019-nCoV on 11 February 2020 [EB/OL]. [2020-02-11] <https://www.who.int/dg/speeches/detail/who-director-general-s-remarks-at-the-media-briefing-on-2019-ncov-on-11-february-2020>.
- [3] Xu YF. Unveiling the Origin and Transmission of 2019-nCoV [J]. *Trends Microbiol*, 2020, 28(4): 239-240.
- [4] University JH. COVID-19 information [EB/OL]. [2020-5-19]. <http://gisanddata.maps.arcgis.com/apps/opsdashboard/index.html#/bda7594740fd40299423467b48e9ecf6>.
- [5] Kieninger M, Zech N, Mulzer Y, et al. Optimization of Blood Gas Analysis in Intensive Care Units; Reduction of Preanalytical Errors and Improvement of Workflow [J]. *Anaesthesist*, 2015, 64(5): 365-372.
- [6] Ozma MA, Maroufi P, Khodadadi E, et al. Clinical Manifestation, Diagnosis, Prevention and Control of SARS-CoV-2 (COVID-19) During the Outbreak Period [J]. *Infez Med*, 2020, 28(2): 153-165.
- [7] 中国研究型医院学会感染与炎症放射学专业委员会, 中国医师协会放射医师分会感染影像专业委员会, 中华医学会放射学分会传染病学组中国性病艾滋病防治协会感染影像工作委员会, 中国医院协会传染病分会传染病影像学组, 中国装备协会普通放射装备专业委员会传染病学组, 北京影像诊疗技术创新联盟. 新型冠状病毒肺炎影像诊断指南 (2020 年第二版简版) [J]. *首都医科大学学报*, 2020, 41(2): 168-173.
- [8] 国家卫生健康委办公厅, 国家中医药管理局办公室. 关于印发新型冠状病毒肺炎诊疗方案 (试行第六版) 的通知 [EB/OL]. (2020-2-18). [2020-2-19]. <http://www.nhc.gov.cn/zyzgj/s7653p/202002/8334a8326dd94d329df351d7da8aefc2.shtml>.
- [9] 高伟, 朱启勇, 倪海滨, 等. 外周动静脉血气分析差异对复苏后感染性休克患者预后的预测价值 [J]. *中华危重病急救医学*, 2018, 30(8): 722-726.
- [10] Park JJ, Choi DJ, Yoon CH, et al. The Prognostic Value of Arterial Blood Gas Analysis in High-Risk Acute Heart Failure Patients: An Analysis of the Korean Heart Failure (KorHF) Registry [J]. *Eur J Heart Fail*, 2015, 17(6): 601-611.
- [11] Marcos Vidal JM, Baticón Escudero PM, Higuera Miguez E, et al. Severe Bleeding from the Radial Artery after Puncture for Blood Gas Analysis in A Patient with Kidney Failure Receiving Antiplatelet Therapy [J]. *Rev Esp Anestesiología Reanimación*, 2008, 55(1): 55-56.
- [12] Azkur AK, Akdis M, Azkur D, et al. Immune Response to SARS-CoV-2 and Mechanisms of Immunopathological Changes in COVID-19 [J]. *Allergy*, 2020. [Epub ahead of print]

(收稿日期: 2020-04-07)

(责任编辑: 张敏)