

DOI:10.3969/j.issn.1005-202X.2021.08.016

医学信号处理与医学仪器

# 呼吸机潮气量和高压报警值参数设置在心肺复苏中的应用

马雪,周世辉  
锦州医科大学附属第一医院急诊科, 辽宁 锦州 121000

**【摘要】目的:**探讨呼吸机潮气量(VT)和高压报警值参数设置在心肺复苏(CPR)中的应用效果。**方法:**94例心搏骤停需实施心肺复苏治疗的患者作为研究对象,根据不同呼吸机潮气量和高压报警值参数设置,将所有纳入对象随机分为观察组和对照组,各47例。观察组呼吸机潮气量和高压报警值参数分别设置为6~7 mL/kg和60 cmH<sub>2</sub>O,对照组呼吸机潮气量和高压报警值参数分别设置为8~12 mL/kg和40 cmH<sub>2</sub>O,对比分析两组患者CPR治疗成功率、治疗过程中不同时间点乳酸水平、动脉血气[pH、氧饱和度(SaO<sub>2</sub>)、血氧分压(PaO<sub>2</sub>)、血二氧化碳分压(PaCO<sub>2</sub>)、碳酸氢根(HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>)]水平以及治疗后吸气峰压(PIP)水平、治疗后复苏即刻及复苏24 h后神经功能评分。**结果:**观察组患者CPR成功率为65.96%,显著优于对照组的42.55%( $\chi^2=5.187, P=0.023$ );观察组CPR后患者10、30 min时间点pH、PaO<sub>2</sub>、PaCO<sub>2</sub>及乳酸水平均显著低于对照组( $P<0.05$ ),SaO<sub>2</sub>、HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>显著高于对照组( $P<0.05$ );观察组患者CPR后PIP、复苏时间显著低于对照组( $P<0.05$ );复苏24 h后,观察组患者格拉斯哥昏迷评分和急性生理与慢性健康评分增加程度显著高于对照组( $P<0.05$ )。**结论:**呼吸机采取低潮气量、上调高压报警值参数,可有效改善心搏骤停患者动脉血气指标,增加患者CPR成功率,缓解患者神经功能损伤,且未增加CPR后并发症发生风险。

**【关键词】**心搏骤停;心肺复苏;呼吸机;潮气量;高压报警值

**【中图分类号】**R459.7      **【文献标志码】**A      **【文章编号】**1005-202X(2021)08-1001-04

## Application of parameter settings of ventilator tidal volume and high pressure alarm value in cardiopulmonary resuscitation

MA Xue, ZHOU Shihui  
Department of Emergency, the First Affiliated Hospital of Jinzhou Medical University, Jinzhou 121000, China

**Abstract: Objective** To explore the application effect of parameter settings of ventilator tidal volume and high pressure alarm value in cardiopulmonary resuscitation (CPR). **Methods** A total of 94 patients undergoing CPR due to cardiac arrest were enrolled as the research subjects. According to different parameter settings of ventilator tidal volume and high pressure alarm value, they were randomly divided into observation group (6-7 mL/kg, 60 cmH<sub>2</sub>O) and control group (8-12 mL/kg, 40 cmH<sub>2</sub>O), with 47 cases in each group. The success rate of CPR, levels of lactic acid and arterial blood gas indexes [pH, oxygen saturation (SaO<sub>2</sub>), partial pressure of blood oxygen (PaO<sub>2</sub>), partial pressure of carbon dioxide (PaCO<sub>2</sub>), bicarbonate (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>)] during treatment, peak inspiratory pressure (PIP) after treatment, scores of neurological function immediately after resuscitation and at 24 h after resuscitation were compared between two groups. **Results** The success rate of CPR in observation group was significantly higher than that in control group (65.96% vs 42.55%) ( $\chi^2=5.187, P=0.023$ ). At 10 min and 30 min after CPR, the pH value, PaO<sub>2</sub>, PaCO<sub>2</sub> and level of lactic acid in observation group were significantly lower than those in control group ( $P<0.05$ ), while SaO<sub>2</sub> and HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> were significantly higher than those in control group ( $P<0.05$ ). After CPR, the PIP and resuscitation time in observation group were significantly lower than those in control group ( $P<0.05$ ). At 24 h after resuscitation, the score increases of Glasgow coma scale and acute physiology and chronic health evaluation-II in observation group were significantly faster than those in control group ( $P<0.05$ ). **Conclusion** The low tidal volume and up-regulating high pressure alarm value in ventilator can effectively improve arterial blood gas indexes in cardiac arrest patients, increase success rate of CPR and alleviate neurological injury, without increasing complications risk after CPR.

**Keywords:** cardiac arrest; cardiopulmonary resuscitation; ventilator; tidal volume; high pressure alarm value

**【收稿日期】**2021-03-17  
**【作者简介】**马雪,在读博士研究生,主治医师,主要从事急诊医学、内分泌代谢疾病的临床与基础研究,E-mail: 85934541@qq.com  
**【通信作者】**周世辉,硕士,主治医师,主要从事急诊医学,E-mail: 1060402586@qq.com

## 前言

心搏骤停(Cardiac Arrest, CA)是指患者心脏在正常或无重大病变情况下,心脏功能机械活动骤停,导致全身血供停止、呼吸停止及意识不清。大数据显示我国每年CA的发病率为0.04%,且多数为青壮年<sup>[1]</sup>。CA起病突然,患者发作后10 s内会发生昏迷,无清醒意识,发作后4~6 min黄金时间内未及时采取措施治疗,可能会失去生命,罕见自我苏醒患者<sup>[2-3]</sup>。心肺复苏(Cardiopulmonary Resuscitation, CPR)是临床治疗CA的主要手段,能暂时人工替代患者血液循环与呼吸,以期在短时间内患者能够恢复自主呼吸及心脏自主血液循环<sup>[3]</sup>。潮气量(Tidal Volume, VT)是指人体每次吸入或呼出的气量,而呼吸机潮气量设置通常是指吸入气量,指南推荐CRP治疗时呼吸机VT建议设置相对降低的值(6~7 mL/kg)<sup>[4-5]</sup>;但在CRP实际实施过程中,连续快速按压患者胸部,导致患者胸内压升高,阻碍呼吸机送气,吸气峰压(Peak Airway Pressure, PIP)急速升高,若PIP值高于设置的高压报警值,呼吸机将自动打开,患者吸入VT降低,进而影响CRP效果<sup>[6-7]</sup>。本次研究旨在探讨不同呼吸机VT和高压报警值参数设置在CPR治疗中的应用效果,以期为临床进行CRP治疗时参数设置提供数据支持。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选取2020年1月~12月在锦州医科大学附属第一医院收治的94例CA需实施CPR治疗的患者作为研究对象,其中男55例,女39例,将所有纳入患者随机分为观察组( $n=47$ )和对照组( $n=47$ )。纳入标准:符合CA诊治标准<sup>[8]</sup>;患者CA前已实施气管插管或气管切开呼吸机通气;患者家属知情同意。排除标准:严重器官衰竭患者;恶性肿瘤患者;无法因CPR治疗逆转死亡患者。观察组男女分别为27例和20例;年龄22~65岁,平均年龄( $43.51 \pm 10.75$ )岁;呼吸、心搏骤停时间 $<1$  min。对照组男女分别为28例和19例;年龄23~66岁,平均年龄( $43.51 \pm 10.76$ )岁;呼吸、心搏骤停时间 $<1$  min。两组CA患者以上基础资料组间差异无显著差异( $P>0.05$ )。本次研究通过医院伦理委员会批准进行。

### 1.2 方法

所有纳入患者CA发作后,立即进行快速持续的心脏胸外按压,按压深度4~6 cm,100~120次/min,同时使用碳酸氢钠纠正酸中毒、多巴胺升压、肾上腺素强心治疗。患者CPR后立即调节呼吸机参数,均使

用容量控制通气模式,氧浓度吸入值设置为1.00,吸气时间设置大于1 s,呼吸频率设置为10次/min,减速波形。观察组VT值设置为6~7 mL/kg,高压报警值设置为60 cmH<sub>2</sub>O;对照组VT值设置为8~12 mL/kg,高压报警值设置为40 cmH<sub>2</sub>O。

### 1.3 救治成功标准<sup>[9]</sup>

停止对患者实施胸外按压后,患者心电图提示恢复窦性心律超过5 min,且无恢复或恢复自主呼吸节律,即为治疗成功;停止对患者实施胸外按压后,患者心电图提示恢复窦性心律少于5 min,且无自主呼吸,即为治疗失败。

### 1.4 观察指标

观察两组患者CPR治疗成功率、治疗10 min和30 min两个时间点患者乳酸水平、动脉血气[pH、氧饱和度(SaO<sub>2</sub>)、氧分压(PaO<sub>2</sub>)、二氧化碳分压(PaCO<sub>2</sub>)、碳酸氢根(HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>)]水平以及治疗后PIP水平。

采用格拉斯哥昏迷(GCS)评分和急性生理与慢性健康(APACHE II)评分评价CPR患者复苏后神经功能。GCS评分包括睁眼反应、语言反应、运动反应,最高分值为15分,分值越低表示患者昏迷程度越严重<sup>[10]</sup>;APACHE II评分包括年龄评分、急性生理学评分、慢性健康状况评分、GCS评分共4个项目,最高分为71分,分值越高表示病情越严重<sup>[11]</sup>。

### 1.5 统计学处理

采用SPSS22.0统计学软件进行数据分析,满足正态分布且方差齐的计量资料采用均数±标准差表示,组间比较采用独立 $t$ 检验;计数资料用率表示,组间比较采用 $\chi^2$ 检验, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 两组患者CPR治疗成功率比较

观察组患者CPR成功例数为31例,治疗成功率为65.96%;对照组患者CPR成功例数为20例,治疗成功率为42.55%;两组间差异有统计学意义( $\chi^2=5.187$ ,  $P=0.023$ )。

### 2.2 两组患者CPR不同时间点pH、HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>及乳酸水平比较

所有患者CPR后30 min时间点的pH、HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>低于10 min时( $P<0.05$ ),乳酸水平高于10 min时( $P<0.05$ );观察组患者CPR后10、30 min时间点的pH及乳酸水平均显著低于对照组( $P<0.05$ ),HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>显著高于对照组( $P<0.05$ )。见表1。

### 2.3 两组患者CPR后不同时间点PaO<sub>2</sub>、PaCO<sub>2</sub>及SaO<sub>2</sub>比较

观察组CPR后患者10、30 min时间点PaO<sub>2</sub>、PaCO<sub>2</sub>水平显著低于对照组,SaO<sub>2</sub>显著高于对照组。见表2。

表1 两组患者不同时间点 pH、HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>及乳酸水平比较( $\bar{x} \pm s$ )

Tab.1 Comparison of pH, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> and lactic acid level between two groups at different time points (Mean±SD)

组别	pH		HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /mmol·L <sup>-1</sup>		乳酸/mmol·L <sup>-1</sup>	
	10 min	30 min	10 min	30 min	10 min	30 min
观察组(n=47)	7.14±0.07	6.91±0.13*	17.49±2.49	13.67±1.79*	7.18±1.29	12.29±1.61*
对照组(n=47)	7.23±0.05	7.01±0.09*	14.64±3.76	11.21±2.16*	8.24±1.45	13.12±1.05*
t值	7.173	4.336	4.333	6.012	3.744	2.960
P值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.004

\*表示与治疗10 min比较, P<0.05

表2 两组CA患者CPR后不同时间点 PaO<sub>2</sub>、PaCO<sub>2</sub>及SaO<sub>2</sub>比较( $\bar{x} \pm s$ )

Tab.2 Comparison of PaO<sub>2</sub>, PaCO<sub>2</sub> and SaO<sub>2</sub> between two groups at different time points (Mean±SD)

组别	PaO <sub>2</sub> /mmHg		PaCO <sub>2</sub> /mmHg		SaO <sub>2</sub>	
	10 min	30 min	10 min	30 min	10 min	30 min
观察组(n=47)	42.81±4.69	20.51±3.48*	56.21±6.48	68.31±7.37*	0.81±0.07	0.51±0.08*
对照组(n=47)	46.46±4.81	27.21±3.17*	62.71±6.36	74.22±7.58*	0.70±0.07	0.41±0.08*
t值	3.725	4.806	4.908	3.832	7.618	6.060
P值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

\*表示与治疗10 min比较, P<0.05

2.4 两组患者CPR治疗后 PIP、复苏时间比较

观察组患者CPR治疗后 PIP、复苏时间均显著低于对照组(P<0.05, 表3)。

2.5 两组患者CPR治疗后神经功能比较

CPR 治疗后复苏即刻观察组与对照组 GCS 评分、APACHEII评分组间无显著差异(P>0.05); 复苏 24 h 后, 观察组患者 GCS 评分、APACHEII评分增加程度显著高于对照组(P<0.05)。见表4。

表3 两组患者CPR治疗后 PIP、复苏时间比较( $\bar{x} \pm s$ )

Tab.3 Comparison of PIP and resuscitation time between two groups after CPR (Mean±SD)

组别	PIP/cmH <sub>2</sub> O	复苏时间/min
观察组(n=47)	38.64±6.53	10.21±1.13
对照组(n=47)	43.02±6.18	12.36±1.32
t值	3.340	8.483
P值	0.001	<0.001

表4 两组患者CPR治疗后 GCS 评分、APACHE II 评分比较( $\bar{x} \pm s$ )

Tab.4 Comparison of GCS score and APACHE II score between two groups after CPR (Mean±SD)

组别	GCS 评分		APACHEII评分	
	复苏后即刻	复苏后 24 h	复苏后即刻	复苏后 24 h
观察组(n=47)	6.61±1.42	12.96±1.93	24.92±4.49	13.23±2.29
对照组(n=47)	6.32±1.32	10.21±1.82	23.37±5.54	16.74±3.65
t值	1.025	7.107	1.490	5.585
P值	0.308	<0.001	0.140	<0.001

3 讨论

CA是指各种原因导致心脏射血功能突然停止,是最严重的临床危重症<sup>[12]</sup>。CPR为CA患者发作时的重要救治手段,而保持充足的血供及血氧含量是实施CPR的关键步骤<sup>[13]</sup>。早期CPR成功主要有三大要素,包括有节律的胸外按压、除颤及开放气道通气,然而外力作用形成的心脏泵血功能仅能达到正

常人心排血量的25%~33%<sup>[14-15]</sup>,因此设置呼吸机参数使患者少量血流量达到最佳氧合状态至关重要。本次研究结果发现,观察组患者CPR治疗后动脉血气指标水平显著优于对照组,提示低VT值可维持患者有效的氧合与通气状态,有效增加复苏成功率,相反VT值设置过高可能发生过度通气,升高胸内压,阻碍肺静脉血液循环,肺组织无氧代谢增加,增加肺损伤程度。呼吸机送气会受到胸外按压产生的阻



力,导致患者PIP值异常升高,高压报警值即为设定的最大限值<sup>[16]</sup>。本次研究观察组低VT值的呼吸机高压报警值设定为60 cmH<sub>2</sub>O,大部分患者VT达到6~7 mL/kg时,未触发高压报警装置;相反对照组大部分患者触发呼吸机高压报警装置,但VT值未达到8~12 mL/kg。进一步验证低VT值就能进行有效CPR。同时,呼吸机高压报警值设定为60 cmH<sub>2</sub>O时,患者同样未发生气胸、气肿等并发症,说明此设定值仍在合理范围内。

有研究报道CA患者易发生神经功能障碍,主要原因是脑组织缺血缺氧导致神经损伤<sup>[17-18]</sup>,因此,神经功能复苏是CA后患者治疗期间的重要环节之一,对CA患者复苏后进行神经功能评价具有重要意义。相关文献证实,GCS评分和APACHEII评分可作为神经功能评定工具<sup>[19-20]</sup>。本研究结果显示复苏后即刻观察组与对照组GCS评分和APACHEII评分无显著差异,复苏24 h后观察组GCS评分显著高于对照组、APACHEII评分显著低于对照组,提示低VT可抑制患者神经功能发生进一步损伤。

综上所述,呼吸机采取低VT值、上调高压报警值参数,可有效改善CA患者动脉血气指标,增加患者CPR成功率,缓解患者神经功能损伤,且未增加CPR后并发症发生风险。

## 【参考文献】

- [1] 付阳阳,徐军,朱华栋,等.心肺复苏中通气策略的研究进展[J].临床急诊杂志,2019,20(1):13-18.
- [2] FU Y Y, XU J, ZHU H D, et al. Progression in ventilation strategy of cardiopulmonary resuscitation[J]. Journal of Clinical Emergency, 2019, 20(1): 13-18.
- [3] ANDERSEN L W, HOLMBERG M J, BERG K M, et al. In-hospital cardiac arrest: a review[J]. JAMA, 2019, 321(12): 1200-1210.
- [4] 吴孙莹.体外心肺复苏急救流程在急诊呼吸心搏骤停患者中的应用[J].中国全科医学,2019,2(S1):124-126.
- [5] WU S Y. Application of ECPR emergency procedure in emergency respiratory and cardiac arrest patients[J]. Chinese General Practice, 2019, 2(S1): 124-126.
- [6] 刘业成,张晖,齐志伟,等.中国教学医院急诊医生心肺复苏时的通气策略现状调查[J].临床急诊杂志,2019,20(1):24-29.
- [7] LIU Y C, ZHANG H, QI Z W, et al. Survey of ventilation strategies of emergency doctors during cardiopulmonary resuscitation in Chinese teaching hospitals[J]. Journal of Clinical Emergency, 2019, 20(1): 24-29.
- [8] PANCHAL A R, BERG K M, KUDENCHUK P J, et al. 2018 American Heart Association focused update on advanced cardiovascular life support use of antiarrhythmic drugs during and immediately after cardiac arrest: an update to the American Heart Association Guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care[J]. Circulation, 2018, 138(23): 740-749.
- [9] WINKLER B E, MUELLENBACH R M, WURMB T, et al. Passive continuous positive airway pressure ventilation during cardiopulmonary resuscitation: a randomized cross-over manikin simulation study[J]. J Clin Monit Comput, 2017, 31(1): 93-101.
- [10] GLAS G J, HORN J, HOEVEN S M, et al. Changes in ventilator settings and ventilation-induced lung injury in burn patients-A systematic review[J]. Burns, 2020, 46(4): 762-770.
- [11] PANCHAL A R, BERG K M, HIRSCH K G, et al. 2019 American Heart Association focused update on advanced cardiovascular life support: use of advanced airways, vasopressors, and extracorporeal cardiopulmonary resuscitation during cardiac arrest: an update to the american heart association guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care[J]. Circulation, 2019, 140(24): 881-894.
- [12] 中国研究型医院学会心肺复苏专业委员会. 2016中国心肺复苏专家共识[J].中华灾害救援医学,2017,5(1):1-23.
- [13] CARDIOPULMONARY RESUSCITATION COMMITTEE of Chinese Research Hospitals Association. 2016 National consensus on cardiopulmonary resuscitation in China[J]. Chinese Journal of Disaster Medicine, 2017, 5(1): 1-23.
- [14] ENRIQUEZ C M, CHISHOLM K H, MADDEN L K, et al. Glasgow coma scale: generating clinical standards[J]. J Neurosci Nurs, 2019, 51(3): 142-146.
- [15] AKAVIPAT P, THINKHAMROP J, THINKHAMROP B, et al. Acute physiology and chronic health evaluation (APACHE) II score-the clinical predictor in neurosurgical intensive care unit[J]. Acta Clin Croat, 2019, 58(1): 50-56.
- [16] MADDER R D, REYNOLDS J C. Multidisciplinary management of the post-cardiac arrest patient[J]. Cardiol Clin, 2018, 36(1): 85-101.
- [17] ABELLA B S. High-quality cardiopulmonary resuscitation: current and future directions[J]. Curr Opin Crit Care, 2016, 22(3): 218-224.
- [18] CHALKIAS A, IOANNIDIS J P. Interventions to improve cardiopulmonary resuscitation: a review of meta-analyses and future agenda[J]. Crit Care, 2019, 23(1): 210.
- [19] FOWLER R, CHANG M P, IDRIS A H. Evolution and revolution in cardiopulmonary resuscitation[J]. Curr Opin Crit Care, 2017, 23(3): 183-187.
- [20] 杨依依,姚尚龙,尚游.呼吸机相关性肺损伤发病机制研究新进展[J].中华危重病急救医学,2016,28(9):861-864.
- [21] YANG Y Y, YAO S L, SHANG Y. New progress of pathogenesis in ventilator-induced lung injury[J]. Chinese Critical Care Medicine, 2016, 28(9): 861-864.
- [22] WELBOURN C, EFSTATHIOU N. How does the length of cardiopulmonary resuscitation affect brain damage in patients surviving cardiac arrest? A systematic review[J]. Scand J Trauma Resusc Emerg Med, 2018, 26(1): 77-78.
- [23] GEOCADIN R G, CALLAWAY C W, FINK E L, et al. Standards for studies of neurological prognostication in comatose survivors of cardiac arrest: a scientific statement from the american heart association[J]. Circulation, 2019, 140(9): 517-542.
- [24] 庄学仕,邓晰明.心搏骤停后综合征患者应用心肺复苏后GCS评分与APACHEII评分评估神经功能预后的临床价值比较[J].临床急诊杂志,2018,19(10):51-55.
- [25] ZHUANG X S, DENG X M. The application comparison of GCS score and APACHEII score after cardiopulmonary resuscitation in predicting prognosis neural function in patients with post-cardiac arrest syndrome[J]. Journal of Clinical Emergency, 2018, 19(10): 51-55.
- [26] 赵颖超,邓珍华,戴军有,等.格拉斯哥昏迷量表评分和急性生理学及慢性健康评价II评分对心搏骤停后综合征患者神经功能预后预测的对比研究[J].中国医药,2020,15(4):485-489.
- [27] ZHAO Y C, DENG Z H, DAI J Y, et al. Glasgow coma scale and acute physiology and chronic health evaluation II predicting neurological outcome in patients with post-cardiac arrest syndrome[J]. China Medicine, 2020, 15(4): 485-489.

(编辑:黄开颜)