

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2021.03.015  
文章编号: 1005-8982 (2021) 03-0080-04

新进展研究·论著

## 心肺复苏时呼吸机高压报警上限与吸气触发灵敏度合理设置的临床研究\*

王伟钟, 姚晓燕, 徐唯超, 石祝君, 马红丽

(绍兴市人民医院 重症医学科, 浙江 绍兴 312000)

**摘要:** **目的** 观察心肺复苏时呼吸机不同高压报警上限和吸气触发灵敏度设置对复苏效果的影响, 探讨心肺复苏时合理的高压报警上限和吸气触发灵敏度设置, 提高心肺复苏效果。**方法** 选取2015年12月—2018年12月绍兴市人民医院收治的53例心肺复苏患者, 采用随机数字表法分为A组27例和B组26例。A组高压报警上限设置为80 cmH<sub>2</sub>O, 吸气触发灵敏度选择压力触发-20 cmH<sub>2</sub>O; B组按常规设置, 高压报警上限设置为35 cmH<sub>2</sub>O, 吸气触发灵敏度选择流量触发3。监测两组2 min、10 min、20 min、30 min时呼出潮气量、呼吸频率、呼气末二氧化碳分压 (PETCO<sub>2</sub>) 及动脉血氧分压 (PaO<sub>2</sub>), 并比较两组复苏成功率。**结果** A组不同时间点呼出潮气量、PETCO<sub>2</sub>、PaO<sub>2</sub>高于B组 ( $P < 0.05$ ); 而各时间点呼吸频率低于B组 ( $P < 0.05$ )。A组30 min时复苏成功率高于B组 ( $P < 0.05$ )。**结论** 高压报警上限设置为80 cmH<sub>2</sub>O, 触发选择压力触发-20 cmH<sub>2</sub>O可提高心肺复苏的疗效。

**关键词:** 心脏病; 心脏停搏; 心肺复苏术; 通气机, 机械; 对比研究

**中图分类号:** R542.22

**文献标识码:** A

## Study on reasonable setting of upper limit of high pressure alarm and inspiration trigger sensitivity of ventilator during cardiopulmonary resuscitation\*

Wei-zhong Wang, Xiao-yan Yao, Wei-chao Xu, Zhu-jun Shi, Hong-li Ma

(Department of Critical Care Medicine, Shaoxing People's Hospital, Shaoxing, Zhejiang 312000, China)

**Abstract: Objective** To observe the effect of mechanical ventilation with different upper limit of high pressure alarm and inspiratory trigger sensitivity on cardiopulmonary resuscitation (CPR), to explore the reasonable setting of upper limit of high pressure alarm and sensitivity of inspiratory trigger during cardiopulmonary resuscitation, and to improve the recovery effect of CPR. **Methods** From December 2015 to 2018, 53 cases of cardiopulmonary resuscitation patients in our hospital were randomly and evenly divided into group A and group B. 80 cmH<sub>2</sub>O of the upper limit of the high pressure alarm and -20 cmH<sub>2</sub>O of inspiratory trigger sensitivity was applied to patients of group A. Group B using conventional settings, the upper limit of the high pressure alarm with 35 cmH<sub>2</sub>O and inspiratory trigger sensitivity with flow trigger 3. Expiratory tidal volume (VTe), respiratory rate (f), tidal carbon dioxide (PETCO<sub>2</sub>), arterial partial pressure of oxygen (PaO<sub>2</sub>) at 2, 10, 20 and 30 min in two groups were observed and recorded. Meanwhile, the success rate of recovery were compared between the two groups. **Results** Compared with the mean relative tidal volume, mPETCO<sub>2</sub>, and mPaCO<sub>2</sub> at each time points, group A was higher than group B ( $P < 0.05$ ); the mean respiratory rate at each time points in group A was lower than in group B ( $P < 0.05$ ); at 30 min, the success rate of resuscitation in group A (51.9%) was higher than that in group B (23.1%) ( $P < 0.05$ ).

收稿日期: 2020-08-15

\* 基金项目: 绍兴市科技计划项目 (No: 2013B70070)

[通信作者] 马红丽, E-mail: 1377118082@qq.com

**Conclusion** The upper limit of the high pressure alarm with 80 cmH<sub>2</sub>O and sensitivity of inspiratory trigger with 20 mH<sub>2</sub>O can improve the recovery effect of CPR.

**Keywords:** heart diseases; heart arrest; cardiopulmonary resuscitation; respiration, artificial; comparative study

目前,心跳呼吸骤停的患者存活率仍仅为3%~17%<sup>[1]</sup>,是全球面临的重要健康问题。心肺复苏是心跳呼吸骤停的主要救治方法,主要包括胸外心脏按压、开放气道及通气环节,每个环节对复苏成功都很重要<sup>[2]</sup>。机械通气已广泛应用于院内外心跳呼吸骤停患者的救治<sup>[3]</sup>。2015年美国心脏协会心肺复苏与心血管急救指南<sup>[4]</sup>指出,高级气道建立者不再采用按压与通气比30:2;建议简化为呼吸1次/6 s,通气10次/min。

我国操作呼吸机的往往是未经过正规机械通气培训的医生或护士,即使在大型综合医院也只有少数设立呼吸治疗室或呼吸治疗专业小组<sup>[5]</sup>,呼吸机的有些性能或者技巧在特殊情况下(例如心肺复苏)未能在临床正确实施。本研究通过观察呼吸机不同的高压报警上限和吸气触发灵敏度设置对心肺复苏效果的影响,探讨心肺复苏时高压报警上限和吸气触发灵敏度的合理设置。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选取2015年12月—2018年12月在绍兴市人民医院重症监护室、急诊科、脑外科就诊的53例心肺复苏患者作为研究对象,采用随机数字表法分为A组27例和B组26例。A组男性14例,女性13例;年龄(54.4±9.3)岁;心跳呼吸骤停至开始心肺复苏时间间隔(0.893±0.542)min。B组男性13例,女性13例;年龄(56.8±9.0)岁;心跳呼吸骤停至开始心肺复苏时间间隔(0.885±0.477)min。两组年龄、心跳呼吸骤停至开始心肺复苏时间间隔比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ ),具有可比性。纳入标准:①服从本研究规定;②患者及家属知情同意。排除标准:①年龄<18岁或>70岁;②发现时心跳呼吸骤停>5 min;③胸廓创伤或畸形;④心肺复苏≥2次;⑤恶性肿瘤等疾病终末期;⑥非机械通气。本研究通过医院伦理委员会批准。

### 1.2 方法

参照2015年美国心脏协会心肺复苏与心血管急救指南<sup>[4]</sup>标准,患者发生心跳停止后立即给予持

续胸外心脏按压,主要指标为:深度5~6 cm,频率100~120次/min。由2或3位护士轮流操作,轮换2 min/次。

### 1.3 机械通气

选择瑞典迈柯唯公司SERVO-i型号呼吸机,容量控制模式,方波,潮气量7 ml/kg<sup>[6]</sup>,呼吸频率10次/min<sup>[4]</sup>,吸气时间1.2 s。A组:高压报警上限设置为80 cmH<sub>2</sub>O<sup>[7]</sup>,吸气触发灵敏度选择选压力触发-20 cmH<sub>2</sub>O(MAQUET呼吸机无法关闭吸气触发,此数值为最不灵敏状态);B组:高压报警上限常规设置为35 cmH<sub>2</sub>O<sup>[8]</sup>,吸气触发灵敏度选择流量触发3(MAQUET呼吸机流量触发无单位)。

### 1.4 数据监测

自心肺复苏开始计时,观察并记录两组2 min、10 min、20 min、30 min时呼吸机呼出潮气量、呼吸频率;使用MAQUET自带呼气末二氧化碳分压(PETCO<sub>2</sub>)探测器,监测并记录上述各时间点的PETCO<sub>2</sub>;记录复苏过程中气道峰压(Ppeak);参考王泽惠等<sup>[9]</sup>心肺复苏时抽取血气的时间段,抽取上述各时间点的动脉血,及时化验血气,记录动脉血氧分压(PaO<sub>2</sub>)。由于在心肺复苏期间不同患者输注的碳酸氢钠量不等量,故不作血气代谢物比较。

### 1.5 潮气量处理

潮气量是根据患者的标准体重设置,不同患者设置的潮气量不同,因此不能用观察到的潮气量直接比较。本研究采用潮气量相对值(实际监测的呼出潮气量/设置的潮气量)来反映每次送气是否达到设置的潮气量,理想值为1表示实际监测的潮气量=设置的潮气量;<1表示实际监测的潮气量比设置的小。

### 1.6 复苏成功标准

规定心肺复苏后自主循环恢复并维持≥2 h为复苏成功<sup>[10]</sup>,否则为复苏失败。

### 1.7 统计学方法

数据分析采用SPSS 16.0统计软件。计量资料以均数±标准差( $\bar{x}±s$ )表示,比较用 $t$ 检验;计数资料以率(%)表示,比较用 $\chi^2$ 检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 两组呼出潮气量、呼吸频率、PETCO<sub>2</sub>及 PaO<sub>2</sub>比较

两组不同时间点的呼出潮气量、呼吸频率、

表 1 两组不同时间点的呼出潮气量比较 (ml/kg,  $\bar{x} \pm s$ )

组别	n	2 min	10 min	20 min	30 min
A组	27	1.009 ± 0.047	0.995 ± 0.043	0.992 ± 0.045	0.995 ± 0.041
B组	26	0.531 ± 0.073	0.498 ± 0.061	0.489 ± 0.052	0.475 ± 0.050
t值		28.473	26.937	27.354	31.231
P值		0.000	0.000	0.000	0.000

注:30 min内不断有患者复苏成功,因此各时间点的例数不等,不能进行重复测量设计的方差分析。

表 2 两组不同时间点的呼吸频率比较 (次/min,  $\bar{x} \pm s$ )

组别	n	2 min	10 min	20 min	30 min
A组	27	10.0 ± 0.0	10.0 ± 0.0	10.0 ± 0.0	10.0 ± 0.0
B组	26	30.3 ± 3.3	30.4 ± 2.9	29.5 ± 3.0	28.1 ± 2.6
t值		-31.913	-27.254	-24.437	-24.639
P值		0.000	0.000	0.000	0.000

表 3 两组不同时间点的PETCO<sub>2</sub>比较 (mmHg,  $\bar{x} \pm s$ )

组别	n	2 min	10 min	20 min	30 min
A组	27	33.85 ± 3.87	30.27 ± 3.81	26.14 ± 3.88	20.23 ± 4.44
B组	26	25.54 ± 4.85	23.38 ± 2.92	19.65 ± 4.49	16.80 ± 3.37
t值		6.880	5.876	4.500	2.378
P值		0.000	0.000	0.000	0.027

表 4 两组不同时间点的PaO<sub>2</sub>比较 (mmHg,  $\bar{x} \pm s$ )

组别	n	2 min	10 min	20 min	30 min
A组	27	110.3 ± 16.5	106.4 ± 14.7	100.6 ± 14.7	94.2 ± 13.6
B组	26	99.8 ± 14.2	92.9 ± 14.0	89.8 ± 12.1	81.9 ± 10.2
t值		2.475	2.771	2.265	2.785
P值		0.017	0.01	0.033	0.011

### 2.2 两组Ppeak比较

A组与B组复苏过程中Ppeak分别为(58.60 ± 7.64) cmH<sub>2</sub>O和(52.20 ± 11.58) cmH<sub>2</sub>O。

### 2.3 两组不同时间点复苏成功率比较

两组2 min和20 min时的复苏成功率比较,经 $\chi^2$

PETCO<sub>2</sub>及PaO<sub>2</sub>比较,经t检验,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。A组各时间点呼出潮气量、PETCO<sub>2</sub>、PaO<sub>2</sub>均高于B组( $P < 0.05$ );而各时间点呼吸频率均低于B组( $P < 0.05$ )。见表1~4。

检验,差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),而10 min和30 min时的复苏成功率比较,差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),A组高于B组。见表5。

表 5 两组复苏成功率比较 例(%)

组别	n	2 min	10 min	20 min	30 min
A组	27	4(14.8)	12(44.4)	13(48.1)	14(51.9)
B组	26	2(7.7)	5(19.2)	6(23.1)	6(23.1)
$\chi^2$ 值		0.148	3.865	3.620	4.668
P值		0.701	0.049	0.057	0.031

## 3 讨论

标准的心肺复苏患者一般Ppeak>60 cmH<sub>2</sub>O<sup>[11]</sup>。本研究发现,当气道压力达(58.6 ± 7.64) cmH<sub>2</sub>O而出现高压报警时,呼吸机将关闭进气阀门,打开呼气阀门,送气结束。因此,B组按常规的高压报警上限设置为35 cmH<sub>2</sub>O,因呼吸机高压报警的限制作用,患者在心肺复苏时不能得到设置的潮气量;A组却相反,高压报警上限设置为80 cmH<sub>2</sub>O,消除高压报警的限制作用,设置的潮气量能全部送入肺内,形成有效通气,增加氧气供应,对呼吸循环的恢复产生积极作用。虽然Ppeak很高,其实相对安全,因为肺损伤无论是开始认为的气压伤,还是后来认为的是容积伤,都与肺泡承受过大的应力而产生较大的应变有关<sup>[12]</sup>。跨肺压(肺泡和胸腔内的压力差)即为应力<sup>[13]</sup>;而心肺复苏时,胸廓被压缩,胸腔内也是高压,跨肺压并不大,与国内罗建宇等<sup>[14]</sup>的研究结果相符。当心肺复苏

时,将高压报警上限调至60 cmH<sub>2</sub>O仍处于安全范围内。

心肺复苏时,呼吸机监测到患者气道内压力急剧变化,误认为患者有吸气需求,将启动送气。有研究表明,心肺复苏时约94%患者在最大流量触发水平下依然可以轻松触发呼吸机<sup>[15]</sup>。本研究中,B组的呼吸频率比设置的参数快很多,也是由心肺复苏导致的误触发引起。而心肺复苏时,过快的呼吸频率会对循环产生严重负面影响,呼吸频率加快,使胸腔内压力增加,回心血量减少,按压时心搏出量减少;同时呼吸频率加快,有过度通气的风险,导致呼吸性碱中毒,使氧离曲线左移,影响氧的释放,导致脑血管痉挛,降低脑灌注。国外文献<sup>[16]</sup>研究发现,心肺复苏时过快的通气频率可直接导致复苏成功率降低。本研究设置压力触发-20 cmH<sub>2</sub>O时,心肺复苏操作不能触发呼吸机误送气,可避免呼吸频率增快对循环的影响,这对心肺复苏的成功起了很大作用。

PETCO<sub>2</sub>作为心肺复苏效果的无创监测指标与心肺复苏预后相关<sup>[17]</sup>。心肺复苏指南<sup>[4]</sup>也明确指出,在心肺复苏过程中PETCO<sub>2</sub>可以作为反映心排血量和心肌灌注的一个生理参数,来优化胸外按压的质量。本研究中,A组呼吸机的参数设置能够有效避免因高压报警导致的送气限制和因误触发导致的对循环的影响,使A组PETCO<sub>2</sub>较B组高。从PETCO<sub>2</sub>数值可以看出,A组的心肺复苏效果优于B组。

综上所述,A组监测指标优于B组,且A组复苏成功率远远大于B组,说明高压报警上限设置为80 cmH<sub>2</sub>O,触发选择压力触发-20 cmH<sub>2</sub>O在心肺复苏时有效,可提高心肺复苏的效果。。

#### 参 考 文 献 :

- [1] 徐胜勇,于学忠.心肺复苏的研究热点和进展[J].中国中西医结合急救杂志,2015,22(3):330-333.
- [2] 孟庆义.论心肺复苏的核心原理—万变不离其宗[J].中国急救医学,2011,31(4):295-299.
- [3] 李学技.心肺复苏研究及护理进展[J/CD].实用器官移植电子杂志,2013,1(6):363-375.
- [4] NEUMAR R W, SHUSTER M, CALLAWAY C W, et al. Part 1: executive summary: 2015 American heart association guidelines

update for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care[J]. Circulation, 2015, 132(18 suppl 2): S315-S367.

- [5] 关冬梅.大型综合性医院呼吸治疗专业的现状与发展[J].世界最新医学信息文摘,2015,65(15):28.
- [6] BERG R A, HEMPHILL R, ABELLA B S, et al. Part 5: adult basic life support: 2010 American heart association guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care[J]. Circulation, 2010, 122(18 Suppl 3): S685-S705.
- [7] ATHANASIOS C, FOTIOS P, ANASTASIOS K, et al. Airway pressure and outcome of out-of-hospital cardiac arrest: a prospective observational study[J]. Resuscitation, 2016, 110: 101-106.
- [8] 王辰,主编.呼吸治疗教程[M].北京:人民卫生出版社,2012:177.
- [9] 王泽惠,王永进,侯云生.心肺复苏过程中酸碱失衡问题探讨(附30例分析)[J].中国急救医学,2004,24(8):600.
- [10] 吴政庚,周从阳,李晓斌,等.影响心肺复苏成功率的危险因素分析[J].中国中西医结合急救杂志,2011,18(1):28-31.
- [11] 田昕,方伟钧,王家燕.胸外按压状态下不同峰流量设置对机械通气的影响[J].中国呼吸与危重监护杂志,2014,13(4):357-359.
- [12] PISTILLO N, FARIÑA O. Driving airway and transpulmonary pressure are correlated to VILI determinants during controlled ventilation[J]. Intensive Care Med, 2018, 44(5): 674-675.
- [13] 黄絮,詹庆元.呼吸机相关肺损伤的发生机制和处理对策[J].中华结核和呼吸杂志,2014,37(6):471-472.
- [14] 罗建宇,王晓源,蔡天斌,等.心肺复苏持续胸外按压时呼吸机潮气量与气道高压报警值设置的研究[J].中华危重病急救医学,2013,25(2):102-105.
- [15] 田昕,方伟钧.心肺复苏中呼吸机某些重要参数调节的研究[J].中国危重病急救医学,2008,20(12):750.
- [16] AUFDERHEIDE T P, SIGURDSSON G, PIRRALLO R G, et al. Hyperventilation induced hypotension during cardiopulmonary resuscitation[J]. Circulation, 2004, 109(16): 1960-1965.
- [17] 孙峰,李晨,付阳阳,等.连续监测呼气末二氧化碳分压对院内复苏结果的预测价值:针对一项多中心观察研究数据的二次分析[J].中国危重病急救医学,2018,30(1):29-33.

(童颖丹 编辑)

**本文引用格式:**王伟钟,姚晓燕,徐唯超,等.心肺复苏时呼吸机高压报警上限与吸气触发灵敏度合理设置的临床研究[J].中国现代医学杂志,2021,31(3):80-83.

**Cite this article as:** WANG W Z, YAO X Y, XU W C, et al. Study on reasonable setting of upper limit of high pressure alarm and inspiration trigger sensitivity of ventilator during cardiopulmonary resuscitation[J]. China Journal of Modern Medicine, 2021, 31(3): 80-83.