

成比例压力支持参数设置方法对 AECOPD 困难脱机患者脱机效果的影响

尹承芬^{1,2} 徐磊² 高心晶² 王志勇² 冯全胜² 支永乐² 李彤²

¹天津医科大学三中心临床学院,天津 300170;²天津市第三中心医院,天津市重症疾病体外生命支持重点实验室,天津市人工细胞工程技术研究中心,天津市肝胆研究所,天津 300170

通信作者:李彤,Email: litongszx@sina.com

【摘要】 目的 探讨目标潮气量法设置成比例压力支持(PPS)参数的临床效应。**方法** 回顾性纳入天津市第三中心医院 2016 年 1 月至 2020 年 12 月期间收入的慢性阻塞性肺疾病急性加重(AECOPD)患者,根据 PPS 参数设置方法将患者分为气道阻断法组和目标潮气量组。收集两组患者的基础特征、流量辅助(FA)和容量辅助(VA)的初始设置值、呼吸系统机械参数、临床结局,比较两组上述指标的差异。**结果** 共纳入 59 例患者,其中气道阻断法组 29 例,目标潮气量组 30 例。两组患者基线特征和顺应性、气道阻力、FA、VA 的初始设置值比较差异均无统计学意义。PPS 参数初始设置后 1 h 记录的气道阻断法组患者呼吸频率(RR)、平均动脉压(MAP)、潮气量、动脉血氧分压(PaO₂)均明显低于目标潮气量组[RR(次/min):21.0(18.5, 22.5)比 23.0(21.0, 25.0), MAP(mmHg, 1 mmHg=0.133 kPa):84.0(79.0, 90.5)比 90.0(87.0, 96.2),潮气量(mL):305.24±41.07 比 330.87±46.84, PaO₂(mmHg):68.0(66.0, 73.5)比 74.0(69.8, 82.5),均 $P<0.05$];气道阻断法组患者动脉血二氧化碳分压(PaCO₂)、口腔闭合压(P0.1)均明显高于目标潮气量组[PaCO₂(mmHg):41.0(39.0, 46.0)比 37.5(35.0, 42.2), P0.1(cmH₂O, 1 cmH₂O=0.098 kPa):1.42±0.78 比 0.90±0.67,均 $P<0.05$]。与气道阻断法组比较,目标潮气量组患者脱机持续时间、ICU 住院时间、总住院时间均明显缩短[脱机持续时间(h):42.0(24.0, 70.5)比 64.0(30.5, 97.5), ICU 住院时间:10.00±3.38 比 13.28±5.41,总住院时间(d):12.07±3.40 比 15.41±5.60,均 $P<0.05$]。两组患者的有创机械通气时间、脱机失败率、ICU 病死率及院内病死率差异无统计学意义。**结论** 采用目标潮气量法设置 PPS 参数具有实用、安全、方便、快捷的优点,并缩短了脱机持续时间及 ICU 住院时间,具有较好的临床应用前景。

【关键词】 慢性阻塞性肺疾病急性加重; 成比例压力支持; 困难脱机; 目标潮气量法; 气道阻断法

基金项目:天津市科技计划项目(18ZXDBSY00100); 睿 E(睿意)急诊医学研究专项基金(R2019006)

DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20210428-00631

A clinical study on the wean effect of setting parameters of proportional pressure support on acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease patients with difficult weaning

Yin Chengfen^{1,2}, Xu Lei², Gao Xinjing², Wang Zhiyong², Feng Quansheng², Zhi Yongle², Li Tong²

¹The Third Central Clinical College of Tianjin Medical University, Tianjin 300170, China; ²The Third Central Hospital of Tianjin, Tianjin Key Laboratory of Extracorporeal Life Support for Critical Diseases, Artificial Cell Engineering Technology Research Center, Tianjin Institute of Hepatobiliary Disease, Tianjin 300170, China

Corresponding author: Li Tong, Email: litongszx@sina.com

【Abstract】 Objective To investigate the clinical effect of setting proportional pressure support (PPS) parameters by target tidal volume (VT) method. **Methods** The study was conducted retrospectively on acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease (AECOPD) patients admitted to Tianjin Third Central Hospital from January 2016 to December 2020. According to the PPS parameter setting method, the patients were divided into the airway blocking group and target VT group. The baseline characteristics, initial setting values of flow assist (FA) and volume assist (VA), respiratory system parameters, and clinical outcomes were collected and compared between the two groups. **Results** Fifty-nine patients were enrolled, 29 patients in the airway blocking group, and 30 in the target VT group. There was no statistically significant difference in baseline characteristics, compliance, resistance, and initial settings of FA and VA between the two groups. Compared with the target VT group, the respiratory rate (RR), mean arterial pressure (MAP), VT, and arterial partial pressure of oxygen (PaO₂) recorded 1 hour after the initial setting of the PPS parameters in the airway block method group were significantly reduced [RR (times/minute): 21.0 (18.5, 22.5) vs. 23.0 (21.0, 25.0), MAP (mmHg, 1 mmHg = 0.133 kPa): 84.0 (79.0, 90.5) vs. 90.0 (87.0, 96.2), VT (mL): 305.24±41.07 vs. 330.87±46.84, PaO₂ (mmHg): 68.0 (66.0, 73.5) vs. 74.0 (69.8, 82.5), all $P<0.05$], while arterial partial pressure of carbon dioxide (PaCO₂) and oral closure pressure (P0.1) were both increased significantly [PaCO₂ (mmHg): 41.0 (39.0, 46.0) vs. 37.5 (35.0, 42.2), P0.1 (cmH₂O, 1 cmH₂O = 0.098 kPa): 1.42±0.78 vs. 0.90±0.67, both $P<0.05$]. Compared

with airway blocking group, the duration of weaning, ICU stay, and hospital stay in the target VT group were significantly shorter [duration of weaning (hours): 42.0 (24.0, 70.5) vs. 64.0 (30.5, 97.5), ICU stay: 10.00 ± 3.38 to 13.28 ± 5.41 , hospital stay (days): 12.07 ± 3.40 vs. 15.41 ± 5.60 , all $P < 0.05$]. There was no statistically significant difference in the invasive mechanical ventilation time, weaning failure rate, ICU mortality and in-hospital mortality between the two groups. **Conclusion** This study suggested that the target TV method has the advantages of practicality, safety, convenience, and rapid to set PPS parameters than the airway block method, which shortens the duration of weaning and ICU stay, and has a good clinical prospect.

【Key words】 Acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease; Proportional pressure support; Difficulty to wean from mechanical ventilation; Target tidal volume method; Airway blocking method

Fund program: Tianjin Science and Technology Plan Project of China (18ZXDBSY00100); Rui E (Rui Yi) Emergency Medicine Research Special Fund (R2019006)

DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20210428-00631

慢性阻塞性肺疾病急性加重 (acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease, AECOPD) 患者气道黏性阻力 (resistance, Rrs) 和肺弹性阻力 (elastance resistance, Ers) 均明显升高, 呼吸肌负荷加重, 患者呼吸肌不能完全克服呼吸系统升高的阻力, 使肺泡通气量明显降低^[1]。AECOPD 患者基础肺功能较差, 脱机失败率较高^[2]。成比例辅助通气 (proportional assist ventilation, PAV) 是一种能监测患者呼吸系统力学的机械通气模式, 可以根据患者呼吸努力的大小成比例地降低呼吸肌做功, 并改善膈肌活动; 且 PAV 也可促进中枢与呼吸机之间更好地协调, 减少人机对抗^[3]。

成比例压力支持 (proportional pressure support, PPS) 的工作原理与 PAV 模式相似, 但 PAV 模式中流量辅助 (flow assist, FA) 和容量辅助 (volume assist, VA) 需要设定相同的支持比例, 而 PPS 模式可根据 Rrs、Ers 分别设置 FA 和 VA 的支持比例。本课题组前期研究表明, 与持续气道正压通气 + 辅助自主呼吸 (continuous positive airway pressure + assisted spontaneous breath, CPAP + ASB) 模式比较, CPAP + PPS 模式可以降低呼吸肌负荷, 促进呼吸功能恢复; 同时可减少人机对抗的发生, 有利于 AECOPD 患者的脱机进程, 且能明显缩短脱机持续时间, 并进一步缩短住院时间^[4]。应用 PPS 时可根据升高阻力占总阻力的比例设定辅助比例, 由呼吸机来完成升高的阻力做功, 使患者的呼吸肌仅用于克服正常情况下的阻力做功, 从而恢复肺吸气压力 - 容积正常变化关系, 并防止呼吸肌疲劳^[3]。

使用 PPS 模式时不需要设定潮气量、支持频率和气道压等参数, 而是仅需要通过自主呼吸的大小决定气道压的高度和时相来设定 FA 及 VA 的数值。目前 PPS 参数具体设置方法有 3 种, 分别为气道阻断法、脱逸法和患者自觉舒适度法, 鉴于气道阻断

法需要在静态条件下测定 Ers 和 Rrs, 并使用较大剂量的镇静及肌松剂, 而镇静剂及肌松剂的使用与脱机延迟有关; 脱逸法在参数设定时会出现脱逸现象, 可造成患者气压伤或容积伤; 患者自觉舒适度法主观性强, 易出现过度支持, 延长机械通气时间, 且结果偏移较大^[5]。为使 PPS 更好地适用于临床, 寻找一种对损伤小、客观性强、方便操作的 PPS 参数设置方法更有利于患者脱机。而根据目标潮气量法设置 PPS 参数床旁易于操作, 不需要对患者进行镇静和肌松, 可能有助于改善患者临床预后。本研究通过观察目标潮气量法设置 PPS 参数的临床效应, 以期 AECOPD 患者的撤机提供参考。

1 资料与方法

1.1 病例的选择: 采用回顾性研究方法, 收集 2016 年 1 月至 2020 年 12 月天津市第三中心医院重症医学科收治的 AECOPD 患者作为研究对象。

1.1.1 纳入标准: ① 年龄 ≥ 18 岁; ② 诊断符合 AECOPD 的标准^[6]; ③ 经口气管插管并进行机械通气时间 ≥ 36 h; ④ 困难脱机 [需要至少 3 次自主呼吸试验 (spontaneous breathing trial, SBT) 或从首次 SBT 至成功脱机的时间需要 3 d 以上]; ⑤ 采用 PPS 模式进行脱机。

1.1.2 排除标准: ① 气管切开者; ② 病例资料不完整者; ③ 中途放弃治疗者。

1.1.3 伦理学: 本研究符合医学伦理学标准, 并经医院伦理委员会批准 (审批号: IRB2018-031-04), 所有治疗或检测获得过患者和 (或) 家属的知情同意。

1.2 研究分组: 患者入住重症监护病房 (intensive care unit, ICU) 后初始机械通气常规采用双水平气道正压 (bi-level positive airway pressure, BiPAP) + ASB 模式, 呼吸机为德国 Dräger Evita 4 和 Evita XL 型, 每例患者均在机械通气的同时根据原发病给予常规

治疗,当患者恢复自主而有节律的呼吸,吸入氧浓度(fraction of inspiration oxygen, FiO_2)下调至 0.40 及以下,且支持频率下调至 10 次/min,气道峰压(peak airway pressure, P_{peak}) $\leq 25 \text{ cmH}_2\text{O}$ ($1 \text{ cmH}_2\text{O} = 0.098 \text{ kPa}$)时,呼吸机模式调整为 PPS。根据 PPS 模式参数设置方法将患者分为气道阻断法组和目标潮气量法组。

1.3 PPS 参数设置方法

1.3.1 气道阻断法:充分镇静及肌松后,于容量控制通气模式下采用吸气末气道阻断法测定患者的气道阻力和顺应性,并计算弹性回缩力,然后以测定的弹性回缩力和气道阻力的 80% 为 VA 和 FA 初始设置值,采用呼气末气道阻断法测定内源性呼气末正压(intrinsic positive end-expiratory pressure, PEEP_i),根据测定的 PEEP_i ,将呼气末正压(positive end-expiratory pressure, PEEP)设置为 PEEP_i 的 50%~80%,且以不提高平均气道压为宜^[3]。

1.3.2 目标潮气量法:目标潮气量法定义为记录患者在转换为 PPS 模式前 BiPAP+ASB 模式下的潮气量,此时的潮气量称为目标潮气量,根据 BiPAP+ASB 模式下气道阻力和顺应性设置 VA 和 FA,在 $P_{\text{peak}} \leq 25 \text{ cmH}_2\text{O}$ 时达到目标潮气量的设置方法。呼吸机参数的设置:首先记录患者在转换

为 PPS 模式前 BiPAP+ASB 模式下的潮气量、气道阻力及顺应性;VA 的设置:将 FA 设置为 0,VA 初始设置为达到 BiPAP 模式下记录的顺应性,然后逐渐上调,观察患者 P_{peak} 及潮气量的变化,直至潮气量达到目标, $P_{\text{peak}} \leq 25 \text{ cmH}_2\text{O}$,定义此时的 VA 值为 100% 支持;FA 设置:VA 设置为 0,将 FA 初始值设置为达到 BiPAP 模式下记录的气道阻力,然后逐渐上调,观察患者 P_{peak} 及潮气量的变化,直至达到目标潮气量, $P_{\text{peak}} \leq 25 \text{ cmH}_2\text{O}$ 定义此时的 FA 值为对气道阻力的 100% 支持;然后按照 FA、VA 70%~80% 支持力度进行初始设置,以流速曲线及潮气量为目标对 FA 和 VA 值进行微调(图 1)。PEEP 设置为 BiPAP+ASB 模式下对应的 PEEP 水平。监测患者 P_{peak} 、流速曲线、潮气量、脱逸现象及血气分析情况,适时调整呼吸机支持力度,若患者可以耐受,则每 2~3 h 降低 1 次支持水平,逐渐下调 FA、VA,尽量避免出现脱逸及误触发。若患者呼吸功能改善、血流动力学稳定〔①在 $\text{FiO}_2 \leq 0.40$ 时,动脉血氧分压(arterial partial pressure of oxygen, PaO_2) $> 60 \text{ mmHg}$ ($1 \text{ mmHg} = 0.133 \text{ kPa}$),且 $\text{PEEP} < 7 \text{ cmH}_2\text{O}$;氧合指数($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$) $> 200 \text{ mmHg}$;②无发热征象〕^[7],则考虑进行 SBT。若患者出现呼吸窘迫〔呼吸频率(respiratory rate, RR) > 35 次/min,脉搏

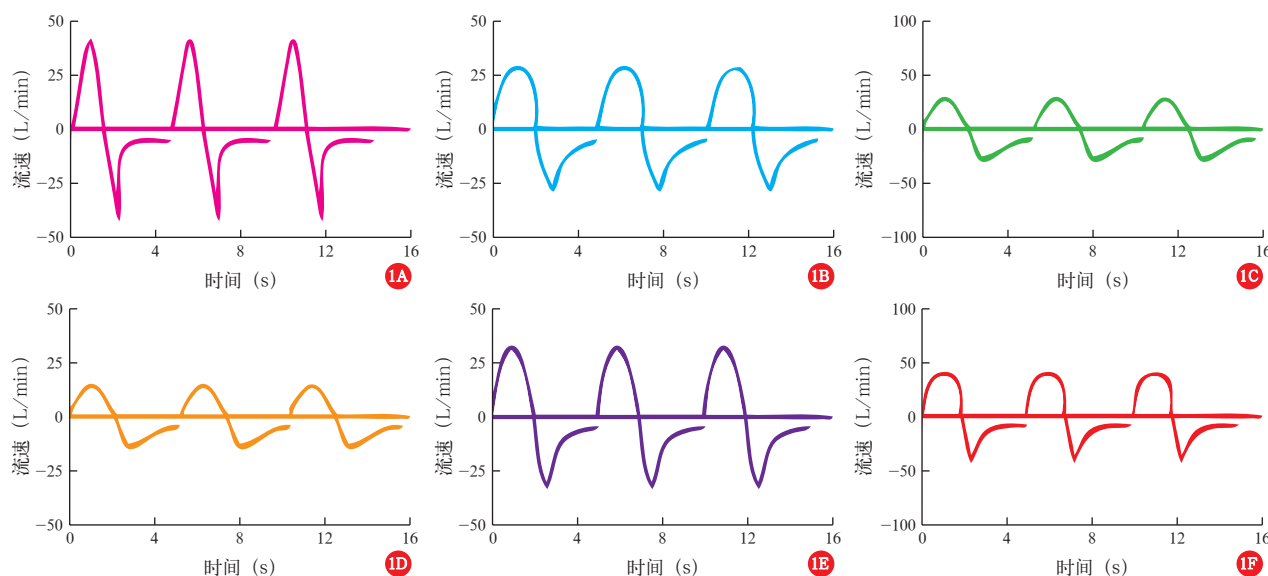


图 1 目标潮气量法流量辅助(FA)及容量辅助(VA)调节示意图 将 VA 设置为 0,FA 初始设置为达到双水平气道正压(BiPAP)模式下记录的顺应性,然后逐渐上调,观察患者气道峰压(P_{peak})及潮气量的变化,直至达到转换为成比例压力支持(PPS)模式前测定的潮气量, $P_{\text{peak}} \leq 25 \text{ cmH}_2\text{O}$ ($1 \text{ cmH}_2\text{O} = 0.098 \text{ kPa}$),定义此时的 FA 值为 100% 支持(A)。将 FA 设置为 0,VA 初始设置为达到 BiPAP 模式下记录的顺应性的相应数值,然后逐渐上调,观察患者 P_{peak} 及潮气量的变化,直至潮气量达到转换为 PPS 模式前测定的潮气量, $P_{\text{peak}} \leq 25 \text{ cmH}_2\text{O}$,定义此时的 VA 值为 100% 支持(B)。按照 FA、VA 70%~80% 支持力度进行初始设置,使流速-时间曲线呈正弦波形态,并使患者实际潮气量达到目标潮气量(C)。若患者实际潮气量低于目标潮气量需同时上调 FA、VA 值,直至图 C 所示(D)。若患者实际潮气量大于目标潮气量,应下调 FA;若实际潮气量小于目标潮气量,则应上调 VA(E)。若患者实际潮气量大于目标潮气量,则应下调 VA;若患者实际潮气量小于目标潮气量,则应上调 FA(F)

血氧饱和度(pulse oxygen saturation, SpO_2) <0.90 , 心率(heart rate, HR) >140 次/min、HR 加快或减慢 20% 以上,收缩压 >160 mmHg 或 <90 mmHg,激动、大汗或意识下降^[5]将支持比例增加 20%;若支持比例已达 85%,患者仍存在呼吸窘迫,则转换为 BiPAP+ASB 模式,直至患者呼吸稳定后再逐渐下调呼吸机支持力度,待符合脱机标准时再行 SBT。患者若白天呼吸机支持 $\leq$ PPS 的 30%, PEEP ≤ 6 cmH₂O 并能耐受 30 min 以上,则考虑 SBT 后拔管。

1.4 数据采集:① 收集患者的基线资料,包括性别、年龄、查尔森指数,转换为 PPS 模式前的急性生理学与慢性健康状况评分 II (acute physiology and chronic health evaluation II, APACHE II)、序贯器官衰竭评分(sequential organ failure assessment, SOFA)、潮气量、平均动脉压(mean arterial pressure, MAP)、RR、HR、动脉血二氧化碳分压(arterial partial pressure of carbon dioxide, PaCO_2)、 PaO_2 、pH 值、Ppeak、PEEP、口腔闭合压(oral closure pressure, P0.1)、有创机械通气时间、生命体征;② 比较两组患者 FA、VA 的初始设置值及转换为 PPS 后 1 h 时 RR、MAP、HR、潮气量、 PaCO_2 、 PaO_2 、Ppeak、PEEP、P0.1 的差异;③ 记录两组患者脱机持续时间、有创机械通气时间、脱机失败率、总住院时间、ICU 住院时间、ICU 和院内病死率。其中脱机持续时间定义为从转换为 PPS 开始至成功脱机的时间;成功脱机定义为患者存活,且在拔管后脱离有创机械通气时间至少 48 h,或每 24 h 需要无创机械通气的时间少于 12 h^[8]。

1.5 统计学分析:使用 SPSS 17.0 统计软件对数据进

行分析。所有计量数据首先进行正态性检验,符合正态分布者以均数 $\pm$ 标准差($\bar{x}\pm s$)表示,采用 t 检验;非正态分布者以中位数(四分位数)[$M(Q_L, Q_U)$]表示,采用 Mann-Whitney U 检验。计数资料以例(率)表示,采用 χ^2 检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 基线特征(表 1):本院综合 ICU 2016 年 1 月至 2020 年 12 月共收入 267 例 AECOPD 患者,排除再次及多次住院患者 33 例;首次住院患者 234 例,未进行气管插管患者 35 例,气管切开患者 3 例,非困难脱机患者 67 例,未使用 PPS 模式 20 例,住院时间 <72 h 11 例,机械通气时间 <24 h 6 例,中途放弃治疗 9 例,资料不完整 24 例。最终纳入 59 例 AECOPD 患者,其中气道阻断法组 29 例,目标潮气量组 30 例。两组性别比较差异无统计学意义,但男性均略多于女性;本研究纳入患者年龄 52~95 岁,平均(75.08 ± 9.63)岁;气道阻断法组患者年龄略小于目标潮气量组。两组 APACHE II 评分、SOFA 评分比较差异均无统计学意义(均 $P>0.05$),表明两组患者的疾病严重程度相似。目标潮气量组查尔森指数略高于气道阻断法组。两组患者生命体征(MAP、RR、HR)、呼吸机参数(P0.1、PEEP、潮气量、Ppeak)、血气分析指标(PaCO_2 、 PaO_2 、pH 值)和有创机械通气时间比较差异均无统计学意义(均 $P>0.05$)。

2.2 不同 PPS 模式参数设置方法两组 AECOPD 患者顺应性、气道阻力、FA、VA 初始设置值的比较(表 2):两组顺应性、气道阻力、FA、VA 比较差异均无统计学意义(均 $P>0.05$)。

表 1 不同 PPS 模式参数设置方法两组 AECOPD 患者基线特征的比较

组别	例数 性别(例)			年龄 (岁, $\bar{x}\pm s$)	查尔森 指数($\bar{x}\pm s$)	APACHE II 评分(分, $\bar{x}\pm s$)	SOFA 评分 (分, $\bar{x}\pm s$)	PaCO ₂ (mmHg, $\bar{x}\pm s$)		PaO ₂ (mmHg, $\bar{x}\pm s$)	P0.1 (cmH ₂ O, $\bar{x}\pm s$)
	(例)	男性	女性					最高值	调整为 PPS 前		
气道阻断法组	29	13	16	73.62±9.22	1.76±0.79	23.07±6.72	4.82±2.35	76.1±14.4	39.7±6.7	73.14±7.44	3.90±0.85
目标潮气量组	30	20	10	76.50±9.95	2.03±1.03	21.70±5.31	4.97±2.36	75.6±12.4	40.1±6.5	74.17±9.34	4.17±0.94
χ ² /t 值		2.853		1.152	1.146	0.870	0.227	0.140	0.218	0.467	1.173
P 值		0.091		0.254	0.256	0.388	0.821	0.889	0.570	0.642	0.246

组别	例数 (例)	PEEP (cmH ₂ O, $\bar{x}\pm s$)	潮气量 (mL, $\bar{x}\pm s$)	Ppeak (cmH ₂ O, $\bar{x}\pm s$)	有创机械通气 时间(h, $\bar{x}\pm s$)	MAP (mmHg, $\bar{x}\pm s$)	RR (次/min, $\bar{x}\pm s$)	HR (次/min, $\bar{x}\pm s$)	pH 值 ($\bar{x}\pm s$)
气道阻断法组	29	5.28±0.45	333.83±50.54	20.62±2.29	180.48±25.55	86.21±10.76	22.8±3.4	83.45±9.27	7.39±0.04
目标潮气量组	30	5.20±0.41	335.97±46.94	20.43±2.54	180.30±25.60	86.33±9.25	23.0±3.1	85.47±8.66	7.39±0.04
t 值		0.676	0.169	0.297	0.028	0.048	0.202	0.864	0.157
P 值		0.502	0.867	0.767	0.978	0.962	0.840	0.391	0.876

注: PPS 为成比例压力支持, AECOPD 为慢性阻塞性肺疾病急性加重, APACHE II 为急性生理学与慢性健康状况评分 II, SOFA 为序贯器官衰竭评分, PaCO_2 为动脉血二氧化碳分压, PaO_2 为动脉血氧分压, P0.1 为口腔闭合压, PEEP 为呼气末正压, Ppeak 为气道峰压, MAP 为平均动脉压, RR 为呼吸频率, HR 为心率; 1 mmHg=0.133 kPa, 1 cmH₂O=0.098 kPa

表 2 不同 PPS 模式参数设置方法两组 AECOPD 患者顺应性、气道阻力及 FA、VA 初始值的比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数 (例)	顺应性 (mL/cmH ₂ O)	气道阻力 (cmH ₂ O · L ⁻¹ · s ⁻¹)
气道阻断法组	29	46.68 ± 10.34	20.93 ± 7.86
目标潮气量组	30	43.43 ± 11.85	23.07 ± 2.79
t 值		0.421	0.612
P 值		0.690	0.589

组别	例数 (例)	FA (cmH ₂ O · L ⁻¹ · s ⁻¹)	VA (cmH ₂ O/L)
气道阻断法组	29	16.10 ± 1.26	21.88 ± 1.66
目标潮气量组	30	16.06 ± 1.25	21.86 ± 1.63
t 值		0.112	0.029
P 值		0.911	0.977

注: PPS 为成比例压力支持, AECOPD 为慢性阻塞性肺疾病急性加重, FA 为流量辅助, VA 为容量辅助

2.3 不同 PPS 模式参数设置方法两组 AECOPD 患者呼吸相关指标及呼吸机参数的比较 (表 3): PPS 参数初始设置后 1 h 气道阻断法组患者 RR、MAP、潮气量、PaO₂ 均明显低于目标潮气量组 (均 $P < 0.05$), PaCO₂、P0.1 均明显高于目标潮气量组 (均 $P < 0.05$)。两组患者 HR、Ppeak、PEEP 比较差异均无统计学意义 (均 $P > 0.05$)。

2.4 不同 PPS 模式参数设置方法两组 AECOPD 患者临床结果比较 (表 4): 目标潮气量组患者脱机持续时间、ICU 住院时间、总住院时间均较气道阻断法组明显缩短 (均 $P < 0.05$)。两组有创机械通气时间、脱机失败率、ICU 病死率及院内病死率比较差异均无统计学意义 (均 $P > 0.05$)。

3 讨论

AECOPD 是呼吸衰竭的重要原因之一,常需要无创或有创机械通气支持治疗,接受有创机械通气治疗的 AECOPD 患者 ICU 病死率为 6% ~ 25%^[9]。由于 AECOPD 患者基础肺功能较差,常表现为延迟脱机或困难脱机,目前常用的通气模式难以根据患者瞬间吸气力的变化来调整压力支持水平,因此易出现人机对抗、通气不足或通气过度。PPS 是一种“闭环”智能通气模式,工作原理为能根据患者吸气努力的大小给予与气道压力成比例的压力支持,而不影响患者的自主呼吸,并对 VA 与 FA 设定不同的支持比例,选择性地对 Ers 和 Rrs 进行减负^[3]。PPS 具有减少患者呼吸做功、促进人机协调、减少气压伤等优点。PPS 模式具有监测患者呼吸系统的功能,并根据患者呼吸努力的大小成比例地支持,减少呼吸系统做功,促进膈肌活动^[3];同时可以促进中枢和呼吸机呼吸时间的耦合,减少人机对抗。PPS 的舒适度较好,且 PPS 时无须设置潮气量、支持频率和气道压等参数,仅需要设置 FV 和 VA 的数值。根据目标潮气量法设置 PPS 参数,简便、实用,避免了可能的肺损伤事件。

AECOPD 好发于中老年患者,本研究两组患者年龄比较差异无统计学意义。AECOPD 是一种以不完全可逆的气流受限为特征的破坏性肺部疾病,气流受限通常呈进行性发展。本研究两组通过 APACHE II、SOFA 等多方面评估患者病情严重程

表 3 不同 PPS 模式参数设置方法两组 AECOPD 患者呼吸指标及呼吸机参数的比较

组别	例数 (例)	RR [次/min, $M(Q_L, Q_U)$]	MAP [mmHg, $M(Q_L, Q_U)$]	HR (次/min, $\bar{x} \pm s$)	潮气量 (mL, $\bar{x} \pm s$)	PaCO ₂ [mmHg, $M(Q_L, Q_U)$]	PaO ₂ [mmHg, $M(Q_L, Q_U)$]	Ppeak (cmH ₂ O, $\bar{x} \pm s$)	PEEP (cmH ₂ O, $\bar{x} \pm s$)	P0.1 (cmH ₂ O, $\bar{x} \pm s$)
气道阻断法组	29	21.0 (18.5, 22.5)	84.0 (79.0, 90.5)	86.00 ± 7.60	305.24 ± 41.07	41.0 (39.0, 46.0)	68.0 (66.0, 73.5)	21.14 ± 2.23	5.28 ± 0.45	1.42 ± 0.78
目标潮气量组	30	23.0 (21.0, 25.0)	90.0 (87.0, 96.2)	86.77 ± 8.49	330.87 ± 46.84	37.5 (35.0, 42.2)	74.0 (69.8, 82.5)	20.13 ± 2.33	5.20 ± 0.41	0.90 ± 0.67
Z/t 值		3.170	2.800	0.370	2.230	2.740	2.950	1.690	0.680	2.750
P 值		0.002	0.005	0.717	0.030	0.006	0.003	0.096	0.502	0.008

注: PPS 为成比例压力支持, AECOPD 为慢性阻塞性肺疾病急性加重, RR 为呼吸频率, MAP 为平均动脉压, HR 为心率, PaCO₂ 为动脉血二氧化碳分压, PaO₂ 为动脉血氧分压, Ppeak 为气道峰压, PEEP 为呼气末正压, P0.1 为口腔闭合压; 1 mmHg = 0.133 kPa, 1 cmH₂O = 0.098 kPa

表 4 不同 PPS 模式参数设置方法两组 AECOPD 患者临床结果的比较

组别	例数 (例)	脱机持续时间 [h, $M(Q_L, Q_U)$]	有创机械通气 时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	脱机失败率 [% (例)]	ICU 住院时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	总住院时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	ICU 病死率 [% (例)]	院内病死率 [% (例)]
气道阻断法组	29	64.0 (30.5, 97.5)	9.76 ± 3.96	13.79 (4)	13.28 ± 5.41	15.41 ± 5.60	13.79 (4)	13.79 (4)
目标潮气量组	30	42.0 (24.0, 70.5)	9.00 ± 3.38	13.33 (4)	10.00 ± 3.38	12.07 ± 3.40	13.33 (4)	13.33 (4)
Z/t/χ ² 值		2.003	0.819	0.003	2.777	2.762	0.003	0.003
P 值		0.045	0.416	0.959	0.008	0.008	0.959	0.959

注: PPS 为成比例压力支持, AECOPD 为慢性阻塞性肺疾病急性加重, ICU 为重症监护病房

度,患者在转换为 PPS 模式前生命体征、呼吸系统机械参数及有创机械通气时间比较差异均无统计学意义,保证了两组患者的同质性。

本研究显示,气道阻断法组通过吸气末气道阻断法测得的顺应性和气道阻力与目标潮气量组在 BiPAP 模式下记录的顺应性与气道阻力差异均无统计学意义,但气道阻断法组患者在测量顺应性和气道阻力时均需使用镇静剂及肌松剂,而目标潮气量组患者则不需要。气道阻断法组患者根据测得的顺应性和气道阻力,按照 80% 的比例设置 PPS 参数,目标潮气量组按照目标潮气量方法设置 PPS 参数,结果显示,两组 FA 和 VA 的初始设置值差异均无统计学意义。

本研究结果还显示,两组在 PPS 模式设置后 1 h,气道阻断法组患者的 RR、MAP、潮气量及 PaO₂ 均明显低于目标潮气量组,而 PaCO₂ 及 P_{0.1} 均明显高于目标潮气量组,考虑原因与气道阻断法组患者在测定呼吸系统气道阻力和顺应性使用镇静剂及肌松剂有关。因为选择当患者支持水平降低至 30% 时考虑脱机,结果显示,两组患者脱机时 FA、VA 值比较差异均无统计学意义。通过对预后的比较,本研究结果显示,气道阻断法组患者脱机持续时间较目标潮气量组明显延长,进一步引起气道阻断法组患者 ICU 住院时间、总住院时间较目标潮气量组患者明显延长;但两组患者机械通气时间、ICU 病死率和院内病死率差异均无统计学意义。气道阻断法延长了 AECOPD 困难患者的脱机持续时间,增加了机械通气相关性肺损伤事件发生的风险^[10];而且目标潮气量组缩短了患者的脱机持续时间和 ICU 住院时间,降低了反复感染的风险,提高了患者的生活质量。

本研究的不足之处为:① 本研究为单中心回顾性研究,未评价患者的初始营养状况,既往研究表明,初始营养状况是影响 AECOPD 机械通气患者预后的独立危险因素^[11];② 本研究排除了气管切开患者,因此结论不一定适用于此类患者。

4 结 论

本研究证实了目标潮气量法设置 PPS 参数具有实用、安全、方便、快捷的优点,潮气量法无需使用肌松剂及镇静剂测定吸气末的气道阻力及顺应性,不会产生脱逸现象,大大降低了肺损伤的风险,并缩短了脱机持续时间及 ICU 住院时间,具有很好的临床前景。但本研究为单中心回顾性研究,是否

适用于其他 ICU 尚需大规模多中心临床研究证实;且本研究选择对象为 AECOPD 困难脱机患者,是否适用于其他原因导致的呼吸衰竭患者尚需进一步研究。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Navajas D, Alcaraz J, Peslin R, et al. Evaluation of a method for assessing respiratory mechanics during noninvasive ventilation [J]. *Eur Respir J*, 2000, 16 (4): 704–709. DOI: 10.1034/j.1399-3003.2000.16d23.x.
- [2] 李拥军, 逯锦涛, 段宝民, 等. 急诊无创机械通气治疗慢性阻塞性肺疾病急性加重患者的风险评估 [J]. *中华危重病急救医学*, 2016, 28 (9): 849–852. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2016.09.016.
- [3] Li YJ, Lu JT, Duan BM, et al. Risk assessment of acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease treated by noninvasive mechanical ventilation [J]. *Chin Crit Care Med*, 2016, 28 (9): 849–852. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2016.09.016.
- [4] Younes M. Proportional assist ventilation, a new approach to ventilatory support. Theory [J]. *Am Rev Respir Dis*, 1992, 145 (1): 114–120. DOI: 10.1164/ajrccm/145.1.114.
- [5] 尹承芬, 高心晶, 李智伯, 等. CPAP+PPS 与 CPAP+ASB 通气模式在 AECOPD 患者脱机中的作用比较 [J]. *中华危重病急救医学*, 2018, 30 (10): 939–942. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2018.10.006.
- [6] Yin CF, Gao XJ, Li ZB, et al. Comparison of the effect of CPAP+PPS mode and CPAP+ASB mode in weaning on acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease patients [J]. *Chin Crit Care Med*, 2018, 30 (10): 939–942. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2018.10.006.
- [7] Meza S, Giannouli E, Younes M. Control of breathing during sleep assessed by proportional assist ventilation [J]. *J Appl Physiol* (1985), 1998, 84 (1): 3–12. DOI: 10.1152/jappl.1998.84.1.3.
- [8] 慢性阻塞性肺疾病急性加重(AECOPD)诊治专家组. 慢性阻塞性肺疾病急性加重(AECOPD)诊治中国专家共识(2014 年修订版)[J]. *国际呼吸杂志*, 2014, 34 (1): 1–11. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-436X.2014.01.001.
- [9] Expert Group on Diagnosis and Treatment of Acute Exacerbation of Chronic Obstructive Pulmonary Disease (AECOPD). Chinese experts' consensus on diagnosis and treatment of acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease (AECOPD) (revised 2014) [J]. *Int J Respir*, 2014, 34 (1): 1–11. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-436X.2014.01.001.
- [10] Boles JM, Bion J, Connors A, et al. Weaning from mechanical ventilation [J]. *Eur Respir J*, 2007, 29 (5): 1033–1056. DOI: 10.1183/09031936.00010206.
- [11] Bosma KJ, Read BA, Bahrgard Nikoo MJ, et al. A pilot randomized trial comparing weaning from mechanical ventilation on pressure support versus proportional assist ventilation [J]. *Crit Care Med*, 2016, 44 (6): 1098–1108. DOI: 10.1097/CCM.0000000000001600.
- [12] Gadre SK, Duggal A, Mireles-Cabodevila E, et al. Acute respiratory failure requiring mechanical ventilation in severe chronic obstructive pulmonary disease (COPD) [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2018, 97 (17): e0487. DOI: 10.1097/MD.00000000000010487.
- [13] Li Bassi G, Senussi T, Aguilera Xiol E. Prevention of ventilator-associated pneumonia [J]. *Curr Opin Infect Dis*, 2017, 30 (2): 214–220. DOI: 10.1097/QCO.0000000000000358.
- [14] 朱李俊, 唐卫东, 陈琪, 等. 慢性阻塞性肺疾病机械通气患者营养风险与营养治疗策略的多中心研究 [J]. *中国中西医结合急救杂志*, 2019, 26 (2): 152–157. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2019.02.005.
- [15] Zhu LJ, Tang WD, Chen Q, et al. A multicenter study on nutritional risk and nutritional therapy strategy in patients with chronic obstructive pulmonary disease undergoing mechanical ventilation [J]. *Chin J TCM WM Crit Care*, 2019, 26 (2): 152–157. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2019.02.005.

(收稿日期: 2021-04-28)