

# 2024 版《成人机械通气撤机临床实践指南:自主呼吸试验》解读

俞超<sup>1</sup>,金佳敏<sup>1</sup>,周利<sup>1</sup>,耿可<sup>1</sup>,高春华<sup>2</sup>

(1.浙江大学医学院附属第一医院 重症医学科,浙江 杭州 310003;

2.浙江大学医学院附属第一医院 护理部)

**【摘要】**自主呼吸试验(spontaneous breathing trial, SBT)是评估患者自主呼吸功能与撤机可能性的有效方法。不恰当的 SBT 可能导致撤机过早或延迟,引发不良后果。规范实施 SBT 是临床实践的重要挑战。本文基于美国呼吸治疗学会(American Association for Respiratory Care, AARC)2024 年发布的《成人机械通气撤机临床实践指南:自主呼吸试验》,解析 SBT 相关的 4 个临床问题,以期推动撤机的规范化实施,从而促进患者安全。

**【关键词】**自主呼吸试验;实践指南;撤机

**DOI:**10.3969/j.issn.2097-1826.2026.01.002

**【中图分类号】**R473 **【文献标识码】**A **【文章编号】**2097-1826(2026)01-0006-05

## Interpretation of the 2024 “Clinical Practice Guideline: Spontaneous Breathing Trials for Liberation From Adult Mechanical Ventilation”

YU Chao<sup>1</sup>, JIN Jiamin<sup>1</sup>, ZHOU Li<sup>1</sup>, GENG Ke<sup>1</sup>, GAO Chunhua<sup>2</sup> (1. Department of Critical Care Medicine, The First Affiliated Hospital, Zhejiang University School of Medicine, Hangzhou 310003, Zhejiang Province, China; 2. Department of Nursing, The First Affiliated Hospital, Zhejiang University School of Medicine)

Corresponding author: GAO Chunhua, Tel: 0571-87236631

**【Abstract】**The spontaneous breathing trial (SBT) is an effective method to assess patients' spontaneous respiratory function and the potential for weaning from mechanical ventilation. Inappropriate implementation of SBT may result in either premature or delayed weaning, leading to adverse outcomes. Standardizing the execution of SBT remains a significant challenge in clinical practice. Based on the 2024 “Clinical Practice Guideline: Spontaneous Breathing Trials for Liberation From Adult Mechanical Ventilation” issued by the American Association for Respiratory Care (AARC), this article analyzes 4 clinical issues related to SBT, with the aim of promoting standardized weaning practices and thereby ensuring patient safety.

**【Key words】**spontaneous breathing trial; practice guideline; weaning

[Mil Nurs, 2026, 43(01): 6-9, 19]

撤机(撤离机械通气)是一项多阶段的临床实施过程,需依次经历患者生理状态的优化、自主呼吸试验(spontaneous breathing trial, SBT)适用性筛查、SBT 执行及拔管指征评估等关键环节<sup>[1]</sup>。相关研究<sup>[2]</sup>显示,护士和呼吸治疗师主导的标准化撤机比依赖医生判断的传统模式显著缩短 ICU 住院和机械通气时间。SBT 作为其核心环节,为撤机决策提供了客观依据。然而,不同医疗机构在 SBT 的实施上仍存在显著差异。即便完成 SBT,亦不意味必然成功撤机,撤机延迟或失败常受 SBT 实施时机、团队决策信心、患者个体差异等多重混杂因素影响<sup>[3]</sup>。针对上述实践困境,美国呼吸治疗学会(American Association for Respiratory Care, AARC)组建了多学科指南制订委员会,严格遵循循证医学原则和系统化的指南制订流程,发

布了 2024 版《成人机械通气撤机临床实践指南:自主呼吸试验》<sup>[4]</sup>(以下简称“2024 版指南”),系统解析 SBT 实践中的 4 个临床问题,明确相应的操作与建议。本文通过解读指南,提升临床工作者对 SBT 的科学认知,促进其在临床中的规范应用。

### 1 指南发布背景

既往撤机指南呈现出明确的阶段性发展特征。2001 年,由美国胸科医师学会(American College of Chest Physicians, ACCP)、AARC 和美国重症医学学院(American College of Critical Care Medicine, ACCM)联合发布的指南<sup>[5]</sup>确立了撤机基础框架,核心内容包括:动态评估患者 SBT 前准备状态、适时实施 SBT,以及分析 SBT 失败的潜在原因。2017 年,ACCP 与美国胸科学会(American Thoracic Society, ATS)发布的更新版指南<sup>[6]</sup>在原有基础上进一步细化了临床实践内容,新增 SBT 具体操作建议,并加强对拔管失败高风险患者的管理指导。尽管现有指南提供了重要参考,但 SBT 的具体操作技术层

**【收稿日期】**2024-07-24 **【修回日期】**2025-12-29

**【基金项目】**浙江省教育厅一般科研项目(Y202249669)

**【作者简介】**俞超,硕士,副主任护师,电话:0571-87239795

**【通信作者】**高春华,电话:0571-87236631

面仍存在理解偏差与和缺乏操作共识的问题。基于此, AARC 发布的 2024 版指南聚焦于 SBT 临床实践细节, 系统解析并回答了 4 个核心问题: (1) 浅快呼吸指数 (rapid shallow breathing index, RSBI) 能否预测 SBT 的成功实施? (2) 采用压力支持模式的 SBT 技术对撤机和拔管有无影响? (3) 日间或夜间实施 SBT 对撤机有无影响? (4) SBT 期间增加氧浓度能否提高撤机成功率?

## 2 机械通气撤机实施流程

基于研究证据与指南建议, 撤机具体实施步骤详见图 1。当导致呼吸衰竭的原发病因已改善或消除, 且患者具备自主呼吸能力时, 即启动撤机流程。首先依据客观标准评估患者撤机准备状态; 其次结合临床证据与安全指标筛查 SBT 适应证; 最后通过降低或撤除呼吸机支持, 评估患者对持续 30~120 min SBT 的耐受性, 以判断拔管安全性。然而在临床实践中, SBT 的准入标准、筛查频率、操作技术及实施时长仍存在学术争议, 且患者异质性限制了标准流程的普遍适用。

## 3 指南核心问题解读

本指南由 AARC 指南委员会基于患者/人群-干预措施-对照-结局 (population-intervention-comparison-outcome, PICO) 的框架系统构建临床问题, 通过多学科专家的循证评估与共识讨论, 最终遴选出 SBT 临床实践中最具争议的 4 个核心问题, 并提出相应建议, 具体如下。

### 3.1 不建议将 RSBI 作为启动 SBT 的必要条件

RSBI 作为传统撤机预测指标, 具有测量简便的优势, 曾是临床应用最广泛的撤机生理指标。其核心作用体现在两方面: 在撤机准备度评估中辅助判断患者对撤机的耐受性; 作为 SBT 准入标准指导临床决策<sup>[7]</sup>。然而, 有调查<sup>[8]</sup>显示, 仅三分之一的受访者将 RSBI 作为 SBT 的准入标准。Tanios 等<sup>[9]</sup>研究也表明, 将 RSBI 纳入 SBT 决策流程不仅延迟拔管时间, 且无法降低拔管失败率。近期 1 篇 Meta 分析<sup>[10]</sup>表明, 阴性 RSBI [ $\geq 105$  次呼吸/( $\text{min} \cdot \text{L}$ )] 识别撤机失败的效能显著优于阳性 RSBI [ $< 105$  次呼吸/( $\text{min} \cdot \text{L}$ )] 预测撤机成功的效能。早期研究<sup>[7]</sup>认为, 当 RSBI  $< 105$  次/( $\text{min} \cdot \text{L}$ ) 时, 预测拔管成功的敏感度为 97%、特异度为 64%, 但后续研究<sup>[11]</sup>已对 RSBI 预测指标的有效性提出质疑, 认为该指标混淆了撤机与拔管 2 个不同的临床评估维度, 且现有证据未证实常规使用 RSBI 能缩短撤机时长。因此, “2024 版指南”明确不建议将 RSBI 作为启动 SBT 的必要条件。多数情况下通过简单的临床筛查

(如基础病因改善、氧合指数  $\geq 150 \text{ mmHg}$  ( $1 \text{ mmHg} = 0.133 \text{ kPa}$ )、动脉血 pH  $> 7.25$ 、血流动力学稳定和自主呼吸能力) 即可判断患者是否具备 SBT 条件, 但仍需考虑患者异质性的影响。对于临界值病例或疑似神经源性呼吸肌无力等特殊情况, 使用 RSBI 或可提供辅助参考。未来研究应聚焦多模态预测模型, 整合膈肌超声、电阻抗断层成像等客观指标, 并探索特殊患者群体的 SBT 决策路径, 通过有效干预降低撤机延迟的发生率。

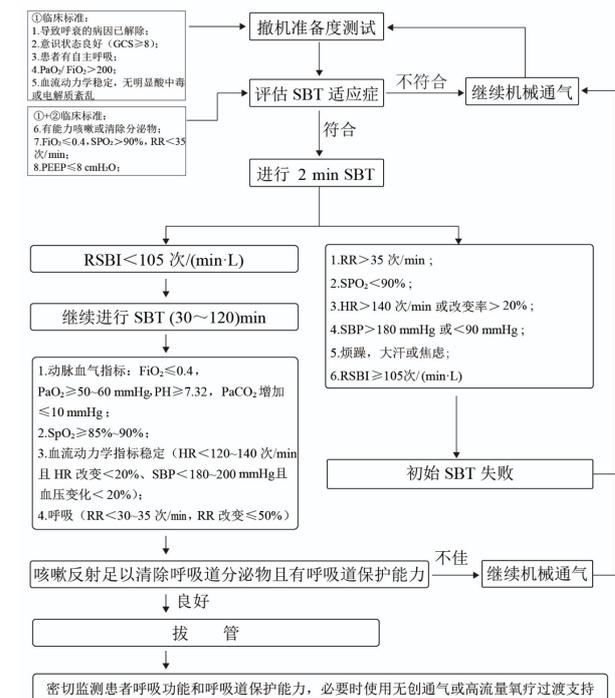


图 1 机械通气撤机实施流程

注: 格拉斯哥昏迷指数 (Glasgow coma scale, GCS); 氧分压/氧浓度 (partial pressure of oxygen/fractional inspired concentration of oxygen,  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ ); 二氧化碳分压 (partial pressure of carbon dioxide,  $\text{PaCO}_2$ ); 氧饱和度 (oxygen saturation,  $\text{SpO}_2$ ); 呼吸频率 (respiratory rate, RR); 呼气末正压 (positive end-expiratory pressure, PEEP); 心率 (heart rate, HR); 收缩压 (systolic blood pressure, SBP)

### 3.2 强调个体化选择, 以决定是否采用低水平支持

SBT 实施技术在全球范围内存在显著地域差异, 多项证据<sup>[12-16]</sup>表明, 其技术选择应基于患者特征进行个体化决策。研究<sup>[17]</sup>发现, 约 49.10% 的患者采用低水平压力支持通气 (pressure support ventilation, PSV) 联合 PEEP 技术, 25.40% 采用 T 管技术, 持续正压通气 (continuous positive airway pressure, CPAP) 技术和单纯低水平 PSV 技术分别占 10.80% 和 9.50%。呼吸机支持方式具有两方面优势: (1) 可有效减轻因气管导管内阻力 (导管内径  $\leq 7 \text{ mm}$ ) 所致的呼吸做功增加, 吸气肌负荷加重, 对撤机进程产生不利影响<sup>[18]</sup>; (2) 呼吸机的监测系统可

在患者呼吸频率、潮气量或每分钟通气量异常时及时向医护人员发出警报。多项系统综述<sup>[19-23]</sup>表明,采用 PSV 的 SBT 技术有更高的撤机成功率。但近期临床试验<sup>[14]</sup>证实,不同技术对 ICU 患者拔管时间及拔管成功率的影响差异无统计学意义( $P>0.05$ )。

尽管 PSV 模式的 SBT 技术已被广泛采纳且证实具有良好的安全性,但目前仍缺乏高质量证据支持其具有更优的临床效益。因此,SBT 技术选择需基于患者个体化评估。例如,长期机械通气患者因呼吸肌功能减退,若实施持续 2 h 的 T 管 SBT,易发生呼吸肌疲劳,从而增加撤机延迟的风险。ICU 护士在此期间动态监测患者呼吸力学参数及疲劳状态,并据此调整 SBT 技术,可显著提高撤机效率<sup>[24]</sup>。再例如,一项针对拔管失败高风险患者的研究<sup>[15]</sup>表明,PSV 撤机的效果显著优于 T 管。另有研究<sup>[16]</sup>发现,在特殊生理状态的患者中( $>65$  岁和/或有基础性心脏病或呼吸系统疾病),采用无 PEEP 的低水平 PSV( $8\text{ cmH}_2\text{O}$ )( $1\text{ cmH}_2\text{O}=0.098\text{ kPa}$ )相较于 T 管,其初始 SBT 成功率( $79\%$  vs.  $72\%$ )、24 h 拔管率( $77\%$  vs.  $72\%$ )及首次 SBT 后 7 d 内累计拔管率( $98\%$  vs.  $94\%$ )等指标均显示出一定优势。临床实践中对 PSV 的 SBT 技术,存在 2 个常见的认知误区:(1)认为 PSV 模式中零设置( $\text{PS } 0\text{ cmH}_2\text{O}$ ,  $\text{PEEP } 0\text{ cmH}_2\text{O}$ )等同 T 管试验;(2)忽视呼吸机管路自身特性所致的压力偏差<sup>[25]</sup>。Sameed 等<sup>[26]</sup>通过呼吸力学模型验证发现,呼吸机在努力维持恒定回路压力的过程中仍可能施加微弱正压,从而掩盖部分患者存在的隐匿性呼吸努力过载现象。更值得关注的是特定病理状态下的误判风险,即心力衰竭、慢性阻塞性肺疾病或存在内源性 PEEP 等特殊患者在接受低水平 PSV 时,可能出现 SBT 误判通过,进而增加重插管风险<sup>[27-28]</sup>。因此,“2024 版指南”没有明确推荐 PSV 或 T 管哪项更优,强调个体化选择,建议若采用 PSV 技术,应根据病理特征决定是否保留低水平压力支持(吸气压力 $\leq 8\text{ cmH}_2\text{O}$ )。

### 3.3 推荐实施标准化评估,并在每日午前完成 SBT

临床实践表明,团队主导型撤机较传统医生判断模式更具时效优势<sup>[2]</sup>。既往研究<sup>[29]</sup>发现,呼吸治疗师主导的晨间 SBT 筛查,可明显缩短整体撤机时间。此后,许多 ICU 广泛采纳晨间 SBT 筛查方法,这不仅肯定了呼吸治疗师在撤机过程中的重要作用,也凸显了标准化流程对提高撤机效率的意义。然而,该研究尚未阐明 SBT 实施的具体时间节点对撤机成功率的影响。SBT 的执行时机应综合评估患者的撤机准备度、筛查频率以及所在 ICU 的工作流程与操作规范,并与临床团队的日常运作模式相协

调。若采用晨间 SBT 筛查的标准化流程,ICU 护理团队则需优化管理镇痛镇静方案,在筛查 SBT 前评估患者镇静与镇痛水平,并及时调整药物走速,以确保呼吸治疗师能够顺利实施 SBT。多学科床旁查房多在上午进行,于查房前完成 SBT 可为团队提供客观决策依据。而且从生理学角度考虑,清晨皮质醇水平升高时,可增强呼吸中枢的敏感性,促进呼吸频率和深度的调整。每日筛查与高频筛查在撤机成功率方面无差异,因此推荐采用每日 1 次的筛查模式,以减少患者应激反应并提高护理资源利用效率。在撤机准备方面,有研究<sup>[30]</sup>报道,通过信息系统实时监测撤机相关参数并推送预警提示,可缩短机械通气时间及 ICU 住院时长,但其作用机制尚不明确,不确定是优化了撤机流程,还是仅提高了临床决策效率。目前,关于 SBT 实施时间节点的证据非常有限,特别是非晨间时段是否有其他优势仍需深入探讨。基于临床实践的可操作性考量,指南推荐实施标准化评估,并于每日午前完成 SBT,以确保与多学科查房决策的有效衔接。

### 3.4 不建议 SBT 期间增加氧浓度 执行 SBT 前的

氧合评估应遵循严谨的生理学标准,一般要求  $\text{SpO}_2 > 90\%$ ,  $\text{FiO}_2 < 0.4$  或  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 > 200\text{ mmHg}$ <sup>[13]</sup>。如患者  $\text{SpO}_2 < 90\%$ ,将终止 SBT,但该阈值属经验性标准<sup>[31]</sup>。手术过程中患者可能出现低氧血症,部分 ICU 为应对患者术后潜在的低氧风险,会在 SBT 期间提高氧浓度以维持氧合指标达标,然而现有证据尚未证实调整供氧参数对 SBT 结果具有显著影响<sup>[32]</sup>。相反氧浓度提升则可能导致 SBT 假阳性<sup>[33]</sup>。以慢性代偿性低氧血症患者为例,其基线  $\text{SpO}_2$  为  $94\%$ ,当  $\text{SpO}_2$  下降至  $88\%$  时,使用常规氧合标准来判断,则会终止 SBT 实施,导致撤机延迟,此时若提升氧浓度致  $\text{SpO}_2$  上升至  $100\%$ ,又会误判呼吸代偿能力,导致 SBT 假性通过,掩盖低氧性呼吸衰竭持续潜在的病理机制,传统氧合标准在该人群中存在双重局限性<sup>[34]</sup>。现行 SBT 氧合阈值( $\text{SpO}_2 > 90\%$  和  $\text{FiO}_2 < 0.40$ )对慢性缺氧患者可能过于保守,需结合患者呼吸代偿能力进行动态评估。目前尚无关于在 SBT 期间提高氧浓度对患者结局影响的研究,缺乏高水平证据指导 SBT 期间的氧合管理。因此,指南不建议在 SBT 期间增加氧浓度。未来需探究拔管后需要无创通气或高流量氧疗的患者在 SBT 期间适度增加氧浓度是否可提高撤机效率。

## 4 小结

呼吸治疗技术专业性强,该职业在西方已有 80 余年的发展历程,但我国呼吸治疗师的数量仍远不

能满足重症医学发展与临床需求,呼吸治疗队伍长期处于未专业化状态,目前国内大多数医院的呼吸治疗工作主要由ICU高年资护士承担。因此,提升对呼吸治疗相关专业的认知水平与专科技术能力,是ICU护理职业发展的重要方向,既带来机遇,也伴随挑战。

#### 【参考文献】

- [1] BURNS K E A, ROCHWERG B, SEELY A J E. Ventilator weaning and extubation[J]. *Crit Care Clin*, 2024, 40(2): 391-408.
- [2] GIRARD T D, ALHAZZANI W, KRESS J P, et al. An official American Thoracic Society/American College of Chest Physicians clinical practice guideline: liberation from mechanical ventilation in critically ill adults. Rehabilitation protocols, ventilator liberation protocols, and cuff leak tests[J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2017, 195(1): 120-133.
- [3] BALAS M C, TATE J, TAN A, et al. Evaluation of the perceived barriers and facilitators to timely extubation of critically ill adults: an interprofessional survey[J]. *Worldviews Evid Based Nurs*, 2021, 18(3): 201-209.
- [4] ROBERTS K J, GOODFELLOW L T, BATTEY-MUSE C M, et al. AARC clinical practice guideline: spontaneous breathing trials for liberation from adult mechanical ventilation[J]. *Respir Care*, 2024, 69(7): 891-901.
- [5] MACLNTYRE N R, COOK D J, ELY E W J, et al. Evidence based guidelines for weaning and discontinuing ventilatory support: a collective task force facilitated by the American College of Chest Physicians, the American Association for Respiratory Care, and the American College of Critical Care Medicine[J]. *Chest*, 2001, 120(6 Suppl): 375S-395S.
- [6] FAN E, ZAKHARY B, AMARAL A, et al. Liberation from mechanical ventilation in critically ill adults. An official ATS/ACCP clinical practice guideline[J]. *Ann Am Thorac Soc*, 2017, 14(3): 441-443.
- [7] YANG K L, TOBIN M J. A prospective study of indexes predicting the outcome of trials of weaning from mechanical ventilation[J]. *N Engl J Med*, 1991, 324(21): 1445-1450.
- [8] BURNS K E A, RAPTIS S, NISENBAUM R, et al. International practice variation in weaning weaning critically ill adults from invasive mechanical ventilation[J]. *Ann Am Thorac Soc*, 2018, 15(4): 494-502.
- [9] TANIOS M A, NEVINS M L, HENDRA K P, et al. A randomized controlled trial of the role of weaning predictors in clinical decision making[J]. *Crit Care Med*, 2006, 34(10): 2530-2535.
- [10] TRIVEDI V, CHAUDHURI D, JINAH R, et al. The usefulness of the rapid shallow breathing index in predicting successful extubation: a systematic review and Meta-analysis[J]. *Chest*, 2022, 161(1): 97-111.
- [11] MEADE M, GUYATT G, COOK D, et al. Predicting success in weaning from mechanical ventilation[J]. *Chest*, 2001, 120(6 Suppl): 400S-424S.
- [12] OUELLETTE D R, PATEL S, GIRARD T D, et al. Liberation from mechanical ventilation in critically ill adults: an official American College of Chest Physicians/American Thoracic Society clinical practice guideline: inspiratory pressure augmentation during spontaneous breathing trials, protocols minimizing sedation, and noninvasive ventilation immediately after extubation[J]. *Chest*, 2017, 151(1): 166-180.
- [13] SUBIRA C, HERNANDEZ G, VAZQUEZ A, et al. Effect of pressure support vs T-Piece ventilation strategies during spontaneous breathing trials on successful extubation among patients receiving mechanical ventilation: a randomized clinical trial[J]. *JAMA*, 2019, 321(22): 2175-2182.
- [14] BURNS K E A, WONG J, RIZVI L, et al. Frequency of screening and spontaneous breathing trial techniques: a randomized clinical trial[J]. *JAMA*, 2024, 332(21): 1808-1821.
- [15] THILLE A W, COUDROY R, NAY M A, et al. Pressure-support ventilation vs T-Piece during spontaneous breathing trials before extubation among patients at high risk of extubation failure: a post-hoc analysis of a clinical trial[J]. *Chest*, 2020, 158(4): 1446-1455.
- [16] THILLE A W, GACOUIN A, COUDROY R, et al. Spontaneous-breathing trials with pressure-support ventilation or a T-Piece[J]. *N Engl J Med*, 2022, 387(20): 1843-1854.
- [17] BURNS K E A, RIZVI L, COOK D J, et al. Ventilator weaning and discontinuation practices for critically ill patients[J]. *JAMA*, 2021, 325(12): 1173-1184.
- [18] BURNS K E A, LAFRIENIER-ROULA M, HILL N S, et al. Frequency of screening and SBT technique trial—North American Weaning Collaboration (FAST-NAWC): an update to the protocol and statistical analysis plan[J]. *Trials*, 2023, 24(1): 626-629.
- [19] BURNS K E A, SOLIMAN I, ADHIKARI N K J, et al. Trials directly comparing alternative spontaneous breathing trial techniques: a systematic review and Meta-analysis[J]. *Crit Care*, 2017, 21(1): 127-137.
- [20] LI Y, LI H, ZHANG D. Comparison of T-piece and pressure support ventilation as spontaneous breathing trials in critically ill patients: a systematic review and Meta-analysis[J]. *Crit Care*, 2020, 24(1): 67-76.
- [21] CARDINAL-FERNANDEZ P, BOUGNAUD J, COUR M, et al. Automatic tube compensation during spontaneous breathing trials[J]. *Respir Care*, 2022, 67(10): 1335-1342.
- [22] PELLEGRINI J A, MORAES R B, MACCARI J G, et al. Spontaneous breathing trials with T-piece or pressure support ventilation[J]. *Respir Care*, 2016, 61(12): 1693-1703.
- [23] YE X, WATERS D, YU H J. The effectiveness of pressure support ventilation and T-piece in differing duration among weaning patients: a systematic review and network Meta-analysis[J]. *Nurs Crit Care*, 2023, 28(1): 120-132.
- [24] 尹佳宁, 管晓敏, 张琦, 等. ICU机械通气患者撤机后呼吸肌训练的循证实践[J]. *军事护理*, 2024, 41(9): 95-98.
- [25] BROCHARD L, RUA F, LORINO H. Inspiratory pressure support compensates for the additional work of breathing caused by the endotracheal tube[J]. *Anesthesiology*, 1991, 75(5): 739-745.
- [26] SAMEED M, CHATBURN R L, HATIPOGLU U. Bench assessment of work of breathing during a spontaneous breathing trial on zero pressure support and zero PEEP compared to T-Piece[J]. *Respir Care*, 2023, 68(6): 767-772.
- [27] TOBIN M J. Extubation and the myth of “minimal ventilator settings”[J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2012, 185(4): 349-350.
- [28] REISSMANN H K, RANIERI V M, GOLDBERG P, et al. Continuous positive airway pressure facilitates spontaneous breathing in weaning chronic obstructive pulmonary disease patients by improving breathing pattern and gas exchange[J]. *Intensive Care Med*, 2000, 26(12): 1764-1772.