

doi: 10.7499/j.issn.1008-8830.2018.09.007

ARDS 专题 · 临床研究

## 两种不同通气模式在呼吸窘迫综合征 早产儿撤机阶段的应用对比

刘文强 徐艳 韩爱民 孟令建 王军

(徐州医科大学附属医院新生儿科, 江苏 徐州 221002)

**[摘要]** **目的** 比较同步间歇指令通气(SIMV)与压力支持加容量保证通气(PSV+VG)两种模式在呼吸窘迫综合征(RDS)早产儿撤机阶段的应用效果。**方法** 选择2016年3月至2017年5月入住新生儿重症监护室、胎龄小于32周,且需要机械通气的40例RDS早产儿作为研究对象。40例患儿从进入撤机阶段开始被随机分为SIMV组和PSV+VG组,每组各20例。比较两组间呼吸机参数、动脉血气、撤机时间(从进入撤机阶段到拔管时间)、拔管后经鼻持续气道正压通气(NCPAP)使用时间以及拔管失败率;比较两组病死率及气胸、动脉导管未闭(PDA)、支气管肺发育不良(BPD)的发生率。**结果** 与SIMV组比较,PSV+VG组的平均气道压、撤机时间、撤机后NCPAP使用时间、拔管失败率均明显降低,差异有统计学意义( $P<0.05$ )。而两组在动脉血气、病死率及气胸、PDA、BPD发生率等方面的比较差异均无统计学意义( $P>0.05$ )。**结论** 在RDS早产儿撤机阶段,PSV+VG模式可能是一种相对安全有效的通气方式,但仍需要大样本、多中心的临床试验来证实。

[中国当代儿科杂志, 2018, 20(9): 729-733]

**[关键词]** 机械通气;呼吸窘迫综合征;压力支持通气;容量保证通气;同步间歇指令通气;早产儿

### A comparative study of two ventilation modes in the weaning phase of preterm infants with respiratory distress syndrome

LIU Wen-Qiang, XU Yan, HAN Ai-Min, MENG Ling-Jian, WANG Jun. Department of Neonatology, Affiliated Hospital of Xuzhou Medical University, Xuzhou, Jiangsu 221002, China (Wang J, Email: 664586331@qq.com)

**Abstract: Objective** To compare the efficacy between synchronized intermittent mandatory ventilation (SIMV) and pressure support ventilation with volume guarantee (PSV+VG) in the weaning phase of preterm infants with respiratory distress syndrome (RDS). **Methods** Forty preterm infants with RDS who were admitted to the neonatal intensive care unit between March 2016 and May 2017 were enrolled as subjects. All infants were born at less than 32 weeks' gestation and received mechanical ventilation. These patients were randomly and equally divided into SIMV group and PSV+VG group in the weaning phase. Ventilator parameters, arterial blood gas, weaning duration (from onset of weaning to extubation), duration of nasal continuous positive airway pressure (NCPAP) after extubation, extubation failure rate, the incidence rates of pneumothorax, patent ductus arteriosus (PDA) and bronchopulmonary dysplasia (BPD), and the mortality rate were compared between the two groups. **Results** The PSV+VG group had significantly decreased mean airway pressure, weaning duration, duration of NCPAP after extubation, and extubation failure rate compared with the SIMV group ( $P<0.05$ ). There were no significant differences in arterial blood gas, mortality, or incidence rates of pneumothorax, PDA and BPD between the two groups ( $P>0.05$ ). **Conclusions** For preterm infants with RDS, the PSV+VG mode may be a relatively safe and effective mode in the weaning phase. However, multi-center clinical trials with large sample sizes are needed to confirm the conclusion. [Chin J Contemp Pediatr, 2018, 20(9): 729-733]

**Key words:** Mechanical ventilation; Respiratory distress syndrome; Pressure support ventilation; Volume guarantee ventilation; Synchronized intermittent mandatory ventilation; Preterm infant

[收稿日期] 2018-04-12; [接受日期] 2018-06-27

[作者简介] 刘文强,男,硕士,主治医师。

[通信作者] 王军,男,主任医师,教授。

随着新生儿重症监护及机械通气水平的改善,早产儿的存活率也得到了大大的提高,然而新生儿呼吸窘迫综合征(respiratory distress syndrome, RDS)的发生率并没有下降,对于新生儿重症RDS,机械通气仍是其主要的救治手段。然而机械通气在拯救生命的同时,也带来了一系列的损伤,特别是当模式选择不合理,参数设置不恰当时,极易导致呼吸机相关性肺损伤(ventilator-induced lung injury)。新生儿作为特殊人群,尤其是早产儿,肺组织正处于发育当中,极易受到外界的干扰而使发育停止或偏离正常轨道,以至于后期出现慢性肺疾病。

在机械通气后期,当患儿自主呼吸恢复,肺功能好转,应及时撤机,呼吸机的撤离是一个动态的过程,它受多种因素的影响<sup>[1]</sup>。呼吸机撤离时机的掌握、方法的选择、撤机过程中呼吸机参数的调节、撤机后的呼吸支持等,均对能否顺利撤机起到十分重要的作用。关于撤机模式的选择,目前尚无统一标准,孰优孰劣存在较大争议。传统上多选择同步间歇指令通气(synchronized intermittent mandatory ventilation, SIMV)作为锻炼自主呼吸的撤机模式,然而该通气模式明显增加呼吸做功,近年来在新生儿中的使用有所减少。压力支持通气(pressure support ventilation, PSV)系患者自主触发后给予设定的压力支持,根据患者需求供气,大大减少呼吸做功,减少人机对抗,令患者更加舒适。容量保证(volume guarantee, VG)通气是一种新的通气模式,通过自动调节吸气末峰压(peak inspiratory pressure, PIP)达到预设目标潮气量,因此在整个通气过程中潮气量更加稳定。目前,尽管多种撤机模式可供选择,但可用于评价其效果的临床资料仍然有限。本研究旨在评估SIMV与PSV+VG两种不同撤机模式在早产儿RDS中的应用,旨在为选择最佳的撤机模式提供更多的参考。

## 1 资料与方法

### 1.1 研究对象

选择2016年3月至2017年5月我院新生儿重症监护室收治的需机械通气的RDS早产儿作为研究对象。40例符合纳入和排除标准的机械通气

患儿从开始进入撤机阶段起按随机数字表法分为SIMV组和PSV+VG组,每组各20例。

入选标准:患儿均符合第8版《儿科学》RDS诊断标准<sup>[2]</sup>,同时具备以下条件:(1)胎龄<32周;(2)出生后72 h内需机械通气。

排除标准:(1)气管导管漏气>20%;(2)患先天畸形、先天性心脏病、新生儿肺炎、气胸、新生儿败血症、胎粪吸入综合征、先天性代谢性疾病、围生期重度窒息等任一疾病。

### 1.2 方法

两组患儿常规治疗相同,且均在生后12 h内给予了注射用牛肺表面活性剂(珂立苏,华润双鹤药业股份有限公司)70 mg/kg气管内滴入,根据情况可重复使用。

机械通气策略:所有患儿均采用德尔格Babylog8000呼吸机进行通气,初始模式均设置为同步间歇正压通气(synchronized intermittent positive pressure ventilation, SIPPV),以最小参数维持目标血气( $PO_2$  50~70 mm Hg,  $PCO_2$  40~50 mm Hg, pH 7.25~7.40),当吸入氧浓度(fraction of inspired oxygen,  $FiO_2$ )下调至40%, PIP下调至15 mbar,呼气末正压(positive end-expiratory pressure, PEEP)下调至4 mbar,并能维持动脉血气在目标范围内,考虑进入撤机阶段,将呼吸机模式转换为SIMV或PSV+VG。在PSV+VG组,目标潮气量设置为5 mL/kg, PIP报警上限设置为高于平均PIP的20%,后备窒息通气设置吸气时间( $Ti$ ) 0.45 s,呼吸频率(RR) 45次/min。在SIMV组,调节PIP使潮气量尽量维持在5 mL/kg左右,  $Ti$  0.45 s, RR 45次/min。开始进入撤机阶段及拔管前监测动脉血气,期间根据病情变化随时监测血气。

### 1.3 拔管指征

对于SIMV组,逐步下调PIP、RR(通过延长呼气时间)及 $FiO_2$ ,当平均气道压(MAP) <8 mbar, RR降至30次/分,  $FiO_2$  <30%,动脉血气能达到目标范围( $PO_2$  50~70 mm Hg,  $PCO_2$  40~50 mm Hg, pH 7.25~7.40),且患儿无明显呼吸费力,拔出气管导管改经鼻持续气道正压通气(NCPAP)。对于PSV+VG组,当MAP <8 mbar,  $FiO_2$  <30%,动脉血气能达到目标范围,且患儿无明显呼吸费力时,拔出气管导管改为NCPAP。

## 1.4 拔管失败、再插管指征

当出现下列一项或一项以上时需考虑再次插管：（1）动脉血气分析显示  $\text{pH} < 7.25$ ，且  $\text{PCO}_2 > 60 \text{ mm Hg}$ ；（2）当  $\text{FiO}_2$  达到 60%，氧饱和度仍小于 88%；（3）每小时呼吸暂停大于 2 次，或任何一次呼吸暂停不能通过刺激缓解，需正压通气才能改善。

## 1.5 观察指标

观察指标包括：（1）呼吸机参数和动脉血气；（2）撤机所需时间、拔管后 NCPAP 使用时间以及拔管失败率；（3）并发症的发生率，如气胸、动脉导管未闭（patent ductus arteriosus, PDA）、支气管肺发育不良（bronchopulmonary dysplasia, BPD）等；（4）病死率。

## 1.6 统计学分析

应用 SPSS 16.0 统计软件进行数据处理与分析。计量资料用均数  $\pm$  标准差 ( $\bar{x} \pm s$ ) 表示，计数资料用例数和率 (%) 表示。两组间计量资料的比较采用成组  $t$  检验，计数资料采用卡方检验、校

正卡方检验或 Fisher 精确检验。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

# 2 结果

## 2.1 两组基本情况的比较

SIMV 和 PSV+VG 两组在性别、胎龄、出生体重、产前糖皮质激素应用、胎膜早破、小于胎龄儿、肺表面活性剂使用、进入撤机阶段前的机械通气时间（SIPPV 时间）等方面差异均无统计学意义，见表 1。

## 2.2 两组开始进入撤机阶段和拔管前呼吸机参数及动脉血气的比较

SIMV 和 PSV+VG 两组开始进入撤机阶段时呼吸机参数及动脉血气之间的比较差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )，见表 2。拔管前 PSV+VG 组 MAP 较 SIMV 组低，差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )，其余指标两组比较差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ )，见表 3。

表 1 两组患儿基本情况的比较

| 组别            | 例数 | 性别<br>(男/女, 例) | 胎龄<br>( $\bar{x} \pm s$ , 周) | 出生体重<br>( $\bar{x} \pm s$ , g) | 产前激素使用<br>[例 (%)] | PS 应用<br>[例 (%)] | 胎膜早破<br>[例 (%)] | 小于胎龄儿<br>[例 (%)] | SIPPV 时间<br>( $\bar{x} \pm s$ , d) |
|---------------|----|----------------|------------------------------|--------------------------------|-------------------|------------------|-----------------|------------------|------------------------------------|
| SIMV 组        | 20 | 13/7           | $29.9 \pm 1.2$               | $1\ 268 \pm 163$               | 8(40)             | 16(80)           | 4(20)           | 3(15)            | $6 \pm 3$                          |
| PSV+VG 组      | 20 | 11/9           | $30.3 \pm 1.1$               | $1\ 238 \pm 156$               | 11(55)            | 14(70)           | 6(30)           | 5(25)            | $7 \pm 3$                          |
| $\chi^2(t)$ 值 |    | 0.42           | (-0.82)                      | (0.59)                         | 0.90              | 0.53             | 0.53            | 0.16             | (-0.82)                            |
| $P$ 值         |    | 0.52           | 0.42                         | 0.56                           | 0.34              | 0.47             | 0.46            | 0.69             | 0.94                               |

注：[PS] 肺表面活性物质；[SIPPV] 同步间歇正压通气。

表 2 开始进入撤机阶段两组间呼吸机参数及动脉血气的比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

| 组别       | 例数 | 呼吸机参数              |               |               | 动脉血气            |                       |                      |
|----------|----|--------------------|---------------|---------------|-----------------|-----------------------|----------------------|
|          |    | $\text{FiO}_2$ (%) | MAP(mbar)     | TV (mL)       | pH              | $\text{PCO}_2$ (mmHg) | $\text{PO}_2$ (mmHg) |
| SIMV 组   | 20 | $34 \pm 5$         | $7.7 \pm 0.8$ | $5.1 \pm 0.6$ | $7.36 \pm 0.08$ | $44 \pm 10$           | $82 \pm 19$          |
| PSV+VG 组 | 20 | $32 \pm 3$         | $7.4 \pm 0.5$ | $5.0 \pm 0.8$ | $7.33 \pm 0.06$ | $42 \pm 8$            | $86 \pm 21$          |
| $t$ 值    |    | 1.45               | 1.57          | 0.78          | 1.60            | 0.59                  | 0.69                 |
| $P$ 值    |    | 0.16               | 0.13          | 0.44          | 0.12            | 0.56                  | 0.50                 |

注：[ $\text{FiO}_2$ ] 吸入氧浓度；[MAP] 平均气道压；[TV] 潮气量；[pH] 酸碱度；[ $\text{PCO}_2$ ] 二氧化碳分压；[ $\text{PO}_2$ ] 氧分压。

表3 拔管前两组间呼吸机参数及动脉血气的比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

| 组别         | 例数 | 呼吸机参数                |           |           | 动脉血气        |                         |                        |
|------------|----|----------------------|-----------|-----------|-------------|-------------------------|------------------------|
|            |    | FiO <sub>2</sub> (%) | MAP(mbar) | TV(mL)    | pH          | PCO <sub>2</sub> (mmHg) | PO <sub>2</sub> (mmHg) |
| SIMV 组     | 20 | 27 ± 4               | 6.4 ± 0.8 | 5.0 ± 0.2 | 7.35 ± 0.07 | 42 ± 10                 | 83 ± 16                |
| PSV+VG 组   | 20 | 26 ± 3               | 5.7 ± 0.5 | 5.0 ± 0   | 7.34 ± 0.04 | 41 ± 8                  | 79 ± 14                |
| <i>t</i> 值 |    | 0.14                 | 3.21      | 0.87      | 0.96        | 0.41                    | 0.92                   |
| <i>P</i> 值 |    | 0.89                 | 0.03      | 0.39      | 0.34        | 0.68                    | 0.36                   |

注: [FiO<sub>2</sub>] 吸入氧浓度; [MAP] 平均气道压; [TV] 潮气量; [pH] 酸碱度; [PCO<sub>2</sub>] 二氧化碳分压; [PO<sub>2</sub>] 氧分压。

## 2.3 两组间撤机阶段持续时间、拔管失败率及拔管后 NCPAP 使用时间的比较

PSV+VG 组撤机阶段持续时间(从进入撤机阶段到拔管时间)较 SIMV 组缩短, 拔管失败率较 SIMV 组低, 拔管后 NCPAP 使用时间较 SIMV 组短, 差异均有统计学意义( $P < 0.05$ ), 见表4。

表4 两组撤机持续时间、NCPAP 使用时间及拔管失败率的比较

| 组别                      | 例数 | 撤机持续时间<br>( $\bar{x} \pm s, h$ ) | NCPAP 时间<br>( $\bar{x} \pm s, h$ ) | 拔管失败率<br>[例(%)] |
|-------------------------|----|----------------------------------|------------------------------------|-----------------|
| SIMV 组                  | 20 | 32 ± 11                          | 46 ± 18                            | 6(30)           |
| PSV+VG 组                | 20 | 23 ± 8                           | 26 ± 10                            | 1(5)            |
| <i>t</i> ( $\chi^2$ ) 值 |    | 2.23                             | 2.86                               | (4.33)          |
| <i>P</i> 值              |    | 0.03                             | 0.01                               | 0.04*           |

注: [NCPAP] 经鼻持续气道正压通气。\* 示采用校正卡方检验。

## 2.4 两组间并发症及病死率的比较

SIMV 和 PSV+VG 两组间 PDA、气胸、BPD 及病死率比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ ), 见表5。

表5 两组间并发症及病死率的比较 [例(%)]

| 组别         | 例数 | PDA   | 气胸   | BPD   | 死亡    |
|------------|----|-------|------|-------|-------|
| SIMV 组     | 20 | 5(25) | 1(5) | 1(5)  | 2(10) |
| PSV+VG 组   | 20 | 3(15) | 1(5) | 2(10) | 1(5)  |
| $\chi^2$ 值 |    | -     | -    | -     | -     |
| <i>P</i> 值 |    | 0.70  | 1.00 | 1.00  | 1.00  |

注: [PDA] 动脉导管未闭; [BPD] 支气管肺发育不良。均采用 Fisher 精确检验。

## 3 讨论

尽管 2016 最新欧洲版 RDS 管理指南推荐早期采用无创呼吸支持技术预防及治疗 RDS, 尽量减少有创通气的使用<sup>[3]</sup>, 但无创通气有时候并不能保证有效的氧合及稳定的呼吸力学。因此, 有创

机械通气仍然是治疗重症 RDS, 拯救生命不可或缺的技术手段。然而随着机械通气相关研究的进一步深入, 发现其在拯救生命的同时, 也造成了相应的损伤, 即呼吸机相关性肺损伤。目前认为呼吸机相关性肺损伤的发病机制包括气压伤、容量伤、不张伤及生物伤 4 类, 因此肺保护性通气策略已被广泛认可<sup>[4]</sup>。

到目前为止, 并没有相关的指南明确指出哪种通气模式在治疗早产儿 RDS 中更具有优势。压力控制、时间切换模式, 如 SIMV、A/C 等, 因其不易导致气压伤等优点, 在新生儿中广泛使用。然而该种模式也存在着不足之处, 那就是潮气量不稳定, 容易导致容量伤或肺不张, 因为肺泡顺应性、气道阻力、呼吸频率等均是随时变化的, 特别是在撤机阶段, 当肺泡顺应性明显好转时, 易导致肺泡过度膨胀而出现呼吸机相关性肺损伤, 而且由于吸气时间固定, 人机协调性相对欠佳。

容量伤在呼吸机相关性肺损伤以及慢性肺病中所起的作用越来越明显, 因而容量保证通气作为肺保护性通气策略之一越来越受到关注, 它能够以最小的 PIP 实现目标潮气量, 从而避免过度通气及肺损伤, 故被推荐为一种相对安全的通气模式<sup>[5]</sup>。PSV 是一种自主触发、压力支持、流速切换模式, 可以根据患者需求供气, 减少呼吸做功, 减少人机对抗, 令患者更加舒适, 是一种较为理想的撤机模式。那么将 VG 与 PSV 联合应用, 既可以使呼吸机相关性肺损伤最小化, 同时又做到尽可能地人机同步。

VG 模式还可以和 SIMV、A/C 等多种模式叠加使用。Unal 等<sup>[6]</sup>比较了 PSV+VG 和 SIMV+VG 两种模式在早产儿 RDS 中的应用, 得出结论: PSV+VG 组中的潮气量更加稳定, 不会导致过度通气, 而且慢性病的发生率更低, 是一种较为安全的早产儿通气模式。Erdemir 等<sup>[7]</sup>比较 SIMV、

PSV+VG 两种模式在 RDS 早产儿（胎龄小于 33 周，出生体重小于 1500 g）撤机阶段的疗效，认为 PSV+VG 可能更加安全、可行，因为该模式较 SIMV 能降低 PIP 以及拔管后肺泡塌陷的发生率。Khashaba 等<sup>[1]</sup>比较了 VG 模式（SIMV+VG 和 PSV+VG 各 10 例）和非 VG 模式（SIMV 和 PSV 各 10 例）在 RDS 早产儿撤机阶段的应用，他们发现 VG 组更容易达到撤机标准，拔管失败率低于非 VG 组，且潮气量更加稳定，MAP 更低，氧合指数更好，本研究结果与之基本一致。Alkan 等<sup>[8]</sup>比较了 PSV+VG 与 SIMV+VG 两种通气模式在胎龄小于 32 周 RDS 早产儿中的应用，观察两组间的呼吸机参数、呼吸力学、并发症、病死率以及拔管失败率等，显示 PSV+VG 模式是一种比较适合早产儿的通气模式，可以降低拔管后肺不张的发生率及再次插管率，本研究结论也与之基本一致。有一纳入 12 项随机对照研究，共计 793 名早产儿的 Meta 分析显示：在撤机阶段加上 VG 通气，可显著缩短撤机时间及拔管后 NCPAP 的使用<sup>[9]</sup>。目前德尔格呼吸机推荐的目标潮气量是 4~6 mL/kg<sup>[10]</sup>，本研究选择的是 5 mL/kg。在该目标潮气量下，两组的血气结果（pH、PCO<sub>2</sub> 及 PO<sub>2</sub>）差异无统计学意义，与 Khashaba 等<sup>[1]</sup>的研究结果一致。关于并发症问题，Alkan 等<sup>[8]</sup>的研究结论是：PSV+VG 与 SIMV+VG 两组间颅内出血、早产儿视网膜病、BPD 以及病死率的比较差异均无统计学意义，本研究结果与之相似。Wheeler 等<sup>[11]</sup>的 Meta 分析对比了 VG 通气与压力限制通气，发现 VG 通气能减少气胸及 3~4 级颅内出血的发生率。Peng 等<sup>[12]</sup>做了类似系统回顾和 Meta 分析，发现 VG 通气较压力限制通气更适合于早产儿，能够减少机械通气时间，减少颅内出血以及气漏的发生。关于 BPD 的发生率，Güven 等<sup>[13]</sup>及 Duman 等<sup>[14]</sup>的研究结论是：VG 组中的 BPD 发生率显著降低。

本研究比较了 SIMV 与 PSV+VG 两种通气模式在 RDS 早产儿撤机阶段的疗效，发现 PSV+VG 模式能够显著缩短撤机时间，降低拔管的失败率以及拔管后 NCPAP 的使用时间，可能是通过降低 MAP，稳定潮气量来实现的，与既往研究<sup>[1,7-8,11]</sup>的结果相似。在并发症上，本研究比较了 PDA、气胸、BPD 等的发生率，发现两种通气模式组差异并无统计学意义，与 Alkan 等<sup>[8]</sup>的结果一致，而其他相关研究<sup>[11-14]</sup>的结果并不一致，这可能与本研

究样本量较小、观察时间较短有关。本研究两组患儿病死率比较差异无统计学意义，与 Unal 等<sup>[6]</sup>及 Alkan 等<sup>[8]</sup>的研究结果一致。

综上所述，在 RDS 早产儿撤机阶段，PSV+VG 模式可能是一种相对安全有效的通气方式，但仍需要大样本、多中心的临床试验来证实。

#### [参 考 文 献]

- [1] Khashaba MT, El-Mazahi MM, Nasef NA, et al. Volume guarantee ventilation in the weaning phase of preterm infants[J]. Egypt Pediatr Assoc Gaz, 2015, 63(3-4): 86-90.
- [2] 王卫平. 儿科学[M]. 第8版. 北京: 人民卫生出版社, 2013: 115-116.
- [3] Sweet DG, Carnielli V, Greisen G, et al. European consensus guidelines on the management of respiratory distress syndrome-2016 update[J]. Neonatology, 2017, 111(2): 107-125.
- [4] 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.
- [5] Keszler M. Mechanical ventilation strategies[J]. Semin Fetal Neonatal Med, 2017, 22(4): 267-274.
- [6] Unal S, Ergenekon E, Aktas S, et al. Effects of volume guaranteed ventilation combined with two different modes in preterm infants[J]. Respir Care, 2017, 62(12): 1525-1532.
- [7] Erdemir A, Kahramaner Z, Turkoglu E, et al. Effects of synchronized intermittent mandatory ventilation versus pressure support plus volume guarantee ventilation in the weaning phase of preterm infants[J]. Pediatr Crit Care Med, 2014, 15(3): 236-241.
- [8] Alkan Ozdemir S, Arun Ozer E, Ilhan O, et al. Impact of targeted-volume ventilation on pulmonary dynamics in preterm infants with respiratory distress syndrome[J]. Pediatr Pulmonol, 2017, 52(2): 213-216.
- [9] Wheeler KI, Klingenberg C, Morley CJ, et al. Volume-targeted versus pressure-limited ventilation for preterm infants: a systematic review and meta-analysis[J]. Neonatology, 2011, 100(3): 219-227.
- [10] Klingenberg C, Wheeler KI, Davis PG, et al. A practical guide to neonatal volume guarantee ventilation[J]. J Perinatol, 2011, 31(9): 575-585.
- [11] Wheeler K, Klingenberg C, McCallion N, et al. Volume-targeted versus pressure-limited ventilation in the neonate[J]. Cochrane Database Sys Rev, 2010(11): CD003666.
- [12] Peng W, Zhu H, Shi H, et al. Volume-targeted ventilation is more suitable than pressure-limited ventilation for preterm infants: a systematic review and meta-analysis[J]. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed, 2014, 99(2): 158-165.
- [13] Güven S, Bozdog S, Saner H, et al. Early neonatal outcomes of volume guaranteed ventilation in preterm infants with respiratory distress syndrome[J]. J Matern Fetal Neonatal Med, 2013, 26(4): 396-401.
- [14] Duman N, Tuzun F, Sutcuoglu S, et al. Impact of volume guarantee on synchronized ventilation in preterm infants: a randomized controlled trial[J]. Intensive Care Med, 2012, 38(8): 1358-1364.

(本文编辑: 邓芳明)