

doi:10.3969/j.issn.1005-3697.2021.11.015

❖ 临床研究 ❖

急诊早期应用无创正压通气对重症心衰合并 II 型呼吸衰竭患者缺氧状态和心肺功能的影响

杨慧亮, 李颖, 巴晓彤

(北京市大兴区人民医院急诊内科, 北京 102600)

【摘要】目的: 探讨急诊早期应用无创正压通气(NIPPV)对重症心衰合并 II 型呼吸衰竭患者缺氧状态和心肺功能的影响。**方法:** 回顾性分析 150 例急性重症心衰合并 II 型呼吸衰竭患者, 依据治疗过程中通气方式不同分为有创通气组、持续气道正压通气(CPAP)组和双水平气道正压通气(BiPAP)组, 每组各 50 例。比较 3 组心衰改善情况[心率(HR)、左心室射血分数(LVEF)、每搏输出量(SV)、心输出量(CO)、心脏指数(CI)]及呼吸衰竭改善情况[呼吸频率(RR)、血氧饱和度(SaO₂)、血气分析(PaO₂ 和 PaCO₂)、通气时间、症状缓解时间、ICU 住院时间、气管插管率、死亡率]。**结果:** 治疗后, CPAP 组、BiPAP 组 HR、RR、PaCO₂ 均低于有创通气组 ($P < 0.05$), SaO₂、PaO₂ 及 LVEF、SV、CO、CI 均高于有创通气组 ($P < 0.05$), 且 BiPAP 组 HR、RR、PaCO₂ 均低于 CPAP 组 ($P < 0.05$), SaO₂、PaO₂ 均高于 CPAP 组 ($P < 0.05$); CPAP 组与 BiPAP 组 LVEF、SV、CO、CI 比较差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。CPAP 组、BiPAP 组通气时间、症状缓解时间、ICU 住院时间均短于有创通气组 ($P < 0.05$); CPAP 组、BiPAP 组气管插管率、死亡率与有创通气组比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。**结论:** 急诊早期应用 BiPAP 和 CPAP 两种正压通气模式治疗重症心衰合并 II 型呼吸衰竭均能发挥显著疗效, 迅速纠正缺氧状态, 改善心肺功能, 且 BiPAP 较 CPAP 缓解患者呼吸衰竭效果更明显。

【关键词】 急性左心衰; II 型呼吸衰竭; 应用无创正压通气; 持续气道正压通气; 双水平气道正压通气

【中图分类号】 R541.6; R563.8 **【文献标志码】** A

Effect of early application of non-invasive positive pressure ventilation in emergency department on hypoxia and cardiopulmonary function in patients with severe heart failure and type II respiratory failure

YANG Hui-liang, LI Ying, BA Xiao-tong

(Department of Emergency Medicine, Beijing Daxing District People's Hospital, Beijing 102600, China)

【Abstract】Objective: To investigate the effects of non-invasive positive pressure ventilation (NIPPV) on hypoxia and cardiopulmonary function in patients with severe heart failure complicated with type II respiratory failure. **Methods:** A total of 150 patients with acute severe heart failure complicated with type II respiratory failure were retrospectively analyzed. They were divided into invasive ventilation group, continuous positive airway pressure (CPAP) group and bilevel positive airway pressure (BiPAP) group according to different ventilation modes during treatment, 50 cases in each group. The improve heart failure [heart rate (HR), left ventricular ejection fraction (LVEF) output, stroke volume (SV), cardiac output (CO), cardiac index (CI)] and respiratory failure to improve the situation [breathing rate (RR), blood oxygen saturation (SaO₂) (PaO₂ and PaCO₂), blood gas analysis and ventilation time, relieve symptoms, Length of ICU stay, rate of endotracheal intubation, mortality] were compared between the three groups. **Results:** After treatment, HR, RR and PaCO₂ in CPAP group and BiPAP group were significantly lower than those in invasive ventilation group ($P < 0.05$), SaO₂, PaO₂, LVEF, SV, CO and CI were significantly higher than those in invasive ventilation group ($P < 0.05$). HR, RR and PaCO₂ in BiPAP group were significantly lower than those in CPAP group ($P < 0.05$), SaO₂ and PaO₂ were significantly higher than those in CPAP group ($P < 0.05$), and there were no significant differences in LVEF, SV, CO and CI between CPAP group and BiPAP group ($P > 0.05$). Ventilation time, symptom relief time and ICU stay time of CPAP group and BiPAP group were significantly shorter than those of invasive ventilation group ($P < 0.05$), and compared with the invasive ventilation group, the tracheal intubation rate and mortality of the CPAP group and BiPAP group were not statistically significant ($P > 0.05$). **Conclusion:** Early application of BiPAP and CPAP positive pressure ventilation mode in emergency treatment of severe heart failure complicated with type II respiratory failure can play a significant effect, quickly correct hypoxia and improve cardiopulmonary function, but BiPAP is more effective than CPAP in relieving

基金项目: 北京市大兴区人民医院科技项目(4202012320)

作者简介: 杨慧亮(1981-), 男, 主治医师。E-mail: g15267137343@163.com

ving respiratory failure.

【Key words】 Acute left heart failure; Type II respiratory failure; Application of non-invasive positive pressure ventilation; Continuous positive airway pressure ventilation; Double horizontal positive airway pressure ventilation

重症急性心衰是临床常见内科危重症之一,由心脏结构异常或功能性疾病所致的心室功能严重损害的一组病理综合征。该病发展迅速、病情急骤,具有较高病死率^[1]。由于心室充盈与射血能力受损严重,心排出量大幅度降低,组织器官能量代谢异常,因此急性左心衰患者常因低氧血症所致的急性肺水肿而引发呼吸衰竭,严重危及生命安全^[2]。相关报道^[3]指出,针对急性左心衰患者予以单纯药物治疗难以发挥理想疗效,适当、适时予以呼吸支持可控制左心衰伴肺水肿所致的呼吸衰竭,并改善心功能。传统有创通气治疗过程痛苦且费用昂贵,患者大多依从性较低;而无创正压通气(non-invasive positive pressure ventilation, NIPPV)通过结合血流动力学与呼吸的独特模式,迅速控制患者呼吸衰竭窘迫及代谢异常,改善低氧血症及心功能^[4]。另外,相比非早期患者,早期行 NIPPV 能够有效缩短治疗时间,降低插管率及死亡率。NIPPV 通氧模式以持续气道正压通气(continuous positive airway pressure, CPAP)与双水平气道正压通气(bilevel positive airway pressure, BiPAP)为主。既往研究^[5-6]指出,理论上 BiPAP 相较于 CPAP 具有更明显的呼吸肌辅助优势,能够更迅速改善呼吸困难,但近年来国内却鲜有关于 BiPAP 与 CPAP 在急性左心衰中应用比较的报道,关于二者孰优孰劣,尚存在争议。本研究回顾性筛选急性重症心衰合并 II 型呼吸衰竭患者 150 例,依据其标准吸氧疗法及疗效进行分析,评价患者治疗前后心功能及呼吸衰竭改善情况。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性分析 2018 年 1 月至 2020 年 1 月北京市大兴区人民医院收治的急性重症心衰合并 II 型呼吸衰竭患者 150 例。纳入标准:(1)左心衰患者,符合 2005 年欧洲心脏病学会关于急性心衰的诊断标准及分类标准^[7];(2)左心衰患者,肺小动脉楔压 ≥ 12 mmHg;(3)右心衰患者,中心静脉压 ≥ 15 cmH₂O;(4)符合呼吸衰竭诊断标准;(5)通过心脏超声检查,左室射血分数小于 40%;(6)血氧分压(PaO₂) < 60 mmHg;(7)血氧饱和度(SaO₂) < 90%;(8)Killip 分级 IV 级;(9)病例资料完整。排除标准:(1)年龄 < 18 岁或 > 75 岁;(2)妊娠期或哺乳期;(3)恶性肿瘤患者;(4)合并严重肝肾功能障碍;(5)免疫功能障碍患者;(6)长期糖皮质激素、甲状

腺素使用患者;(7)消化道出血;心律失常;(8)血压未得到有效控制患者。

符合纳入及排除标准的 150 例患者依据治疗过程中通气方式不同分为有创通气组、CPAP 组和 BiPAP 组,每组各 50 例。有创通气组中,男性 31 例,女性 19 例;年龄 61 ~ 89 岁,平均(80.15 ± 6.78)岁;基础疾病:合并 COPD 7 例,合并支气管扩张 5 例,合并糖尿病 21 例,合并高血压 25 例。CPAP 组中,男性 28 例,女性 22 例;年龄 62 ~ 90 岁,平均(81.23 ± 7.11)岁;基础疾病:合并 COPD 5 例,合并支气管扩张 6 例,合并糖尿病 23 例,合并高血压 26 例。BiPAP 组中,男性 30 例,女性 20 例;年龄 59 ~ 88 岁,平均(80.09 ± 7.65)岁;基础疾病:合并 COPD 6 例,合并支气管扩张 5 例,合并糖尿病 22 例,合并高血压 26 例。三组患者一般资料比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。

1.2 方法

所有患者均予以止咳、平喘、祛痰、抗感染、利尿、强心、维持电解质平衡等常规对症支持治疗。常规处理后即刻进行通气治疗。有创通气组患者给予气管插管机械通气治疗,采用间歇正压通气治疗,氧浓度根据患者具体情况调节。有创通气标准:患者意识障碍加重;经血气分析, pH < 7.2 或吸入气中的氧浓度分数(FiO₂) > 50%, PaO₂ < 60 mmHg 或 PaCO₂ > 50 mmHg 且呈明显升高。CPAP 组患者采用 PAP 呼吸机治疗;选取德国德尔格公司 Savina 呼吸机,选择 CPAP 给氧模式,氧浓度需根据患者具体情况调节,初始 PEEP 选取 8 ~ 12 cmH₂O,根据患者情况逐步增加 2 cmH₂O,不超过 14 cmH₂O,呼吸频率为 15 ~ 20 次/min。BiPAP 组患者采用 Savina 呼吸机,选择 BiPAP 给氧模式,氧浓度需根据患者情况确定,PSV 设置为 12 cmH₂O,初始 PEEP 选取 10 ~ 14 cmH₂O,根据患者病情缓慢增高,不超过 15 cmH₂O,呼吸频率为 15 ~ 20 次/min。

1.3 观察指标

1.3.1 心衰改善情况 (1)治疗前及治疗后 1 h,采用心电图或心电监护比较 3 组患者心率(HR)。(2)心功能:治疗前及治疗后 6 h,采用超声心动图检查 3 组患者左心室射血分数(left ventricular ejection fractions, LVEF)、每搏输出量(stroke volume, SV)、心输出量(cardiac output, CO)、心脏指数(cardiac index, CI)。

1.3.2 呼吸衰竭改善情况 (1)治疗前及治疗后 1 h,

比较 3 组呼吸频率(respiratory rate, RR)、SaO₂ 及血气分析(PaO₂ 和 PaCO₂)。(2) 统计比较 3 组通气时间、症状缓解时间、重症加强护理病房(ICU)住院时间、气管插管率及死亡率。

1.4 统计学分析

采用 SPSS25.0 软件(美国 IBM 公司)进行统计分析。计量资料采用($\bar{x} \pm s$)表示,多组间比较单因素方差分析 F 检验,若差异具有统计学意义,组间两两比较采用 SNK- q 检验;计数资料采用[$n(\%)$]表示,组间比较采用 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 表示差异存在统计学意义。

2 结果

2.1 3 组心率、呼吸、血氧、血气分析指标比较

治疗前,3 组心率、呼吸频率、血氧饱和度、血气

指标比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$);治疗 1 h 后,3 组 HR、RR、SaO₂、PaO₂、PaCO₂ 与治疗前比较,差异有统计学意义($P < 0.05$),且 CPAP 组、BiPAP 组 HR、RR、PaCO₂ 均低于有创通气组($P < 0.05$),SaO₂、PaO₂ 均高于有创通气组($P < 0.05$);BiPAP 组 HR、RR、PaCO₂ 均低于 CPAP 组($P < 0.05$),SaO₂、PaO₂ 均高于 CPAP 组($P < 0.05$)。见表 1。

2.2 3 组心功能指标比较

治疗前,3 组 LVEF、SV、CO、CI 比较,差异无统计学意义($P > 0.05$);治疗 6 h 后,3 组 LVEF、SV、CO、CI 均较治疗前显著变化($P < 0.05$),且 CPAP 组、BiPAP 组 LVEF、SV、CO、CI 均高于有创通气组($P < 0.05$),CPAP 组与 BiPAP 组比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表 2。

表 1 3 组心率、呼吸、血氧、血气分析指标比较($\bar{x} \pm s$)

指标	有创通气组($n=50$)	CPAP 组($n=50$)	BiPAP 组($n=50$)	F 值	P 值
HR(次/min)					
治疗前	125.47 ± 25.66	123.89 ± 26.71	124.76 ± 24.22	0.048	0.953
治疗后	101.43 ± 16.55	95.28 ± 14.63 *	88.79 ± 10.21 **	10.120	<0.001
RR(次/min)					
治疗前	35.67 ± 8.89	34.93 ± 9.01	35.08 ± 8.08	0.102	0.903
治疗后	24.46 ± 6.56	18.85 ± 6.03 *	16.28 ± 3.22 **	29.241	<0.001
SaO ₂ (%)					
治疗前	73.43 ± 8.12	72.79 ± 7.01	74.11 ± 7.65	0.377	0.687
治疗后	87.79 ± 7.55	91.16 ± 8.03 *	94.89 ± 6.43 **	11.620	<0.001
PaO ₂ (mmHg)					
治疗前	43.27 ± 9.14	44.37 ± 8.88	45.19 ± 10.05	0.529	0.591
治疗后	65.34 ± 12.33	75.34 ± 10.07 *	80.02 ± 9.58 **	24.435	<0.001
PaCO ₂ (mmHg)					
治疗前	55.67 ± 8.22	54.37 ± 9.08	53.99 ± 10.03	0.465	0.629
治疗后	47.33 ± 6.12	44.56 ± 4.12 *	41.01 ± 3.89 **	21.642	<0.001

* $P < 0.05$,与有创通气组比较;# $P < 0.05$,与 CPAP 组比较。

表 2 3 组心功能指标比较($\bar{x} \pm s$)

指标	有创通气组($n=50$)	CPAP 组($n=50$)	BiPAP 组($n=50$)	F 值	P 值
LVEF(%)					
治疗前	36.76 ± 4.76	35.88 ± 3.91	36.58 ± 4.02	0.599	0.551
治疗后	46.67 ± 5.08	53.90 ± 6.27 *	52.07 ± 7.66 *	17.121	<0.001
SV(mL)					
治疗前	60.76 ± 10.04	61.28 ± 9.11	60.91 ± 12.03	0.033	0.968
治疗后	72.08 ± 10.12	80.33 ± 9.17 *	78.02 ± 11.13 *	8.754	<0.001
CO(L/min)					
治疗前	2.34 ± 0.82	2.28 ± 0.79	2.31 ± 0.80	0.070	0.933
治疗后	2.89 ± 0.65	3.67 ± 0.71 *	3.58 ± 0.69 *	19.473	<0.001
CI(mL/m ²)					
治疗前	1.32 ± 0.70	1.29 ± 0.75	1.30 ± 0.68	0.023	0.977
治疗后	1.99 ± 0.51	2.75 ± 0.49 *	2.66 ± 0.50 *	34.477	<0.001

* $P < 0.05$,与有创通气组比较。

2.3 3 组症状改善相关指标比较

CPAP 组、BiPAP 组通气时间、症状缓解时间、ICU 住院时间均短于有创通气组,差异有统计学意

义($P < 0.05$);CPAP 组、BiPAP 组气管插管率、死亡率与有创通气组比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表 3。

表 3 3 组症状改善相关指标比较 [$\bar{x} \pm s, n(\%)$]

组别	通气时间(h)	症状缓解时间(h)	ICU 住院时间(d)	气管插管(%)	死亡率(%)
有创通气组(n=50)	12.45 ± 2.31	8.69 ± 2.67	15.65 ± 3.11	6(12.00)	2(4.00)
CPAP 组(n=50)	8.12 ± 1.95 *	5.51 ± 2.10 *	11.48 ± 2.89 *	2(4.00)	0
BiPAP 组(n=50)	8.09 ± 2.01 *	5.30 ± 1.98 *	12.01 ± 2.71 *	2(4.00)	0
F/χ ² 值	71.630	35.009	30.471	3.430	4.050
P 值	<0.001	<0.001	<0.001	0.180	0.132

* P < 0.05, 与有创通气组比较。

3 讨论

急性左心衰发病急促,可迅速引发呼吸衰竭,甚者导致死亡,常见诱因包括高血压、肺炎、过度输液等。目前研究多认为急性左心衰的主要发病机制为心脏负荷过高,导致左心房压力陡增,损伤肺部,形成肺水肿;血氧交换功能因肺水肿而异常,血氧饱和度下降,氧供应不足,二氧化碳潴留,导致高碳酸血症或低氧血症;同时,二氧化碳潴留还会加重机体内部微循环障碍,损伤心肌^[8]。因此,临床针对急性左心衰合并呼吸衰竭的主要治疗着力点在于通气支持以改善患者乏氧状态。既往临床多采用有创机械通气或保守治疗手段,但有创性操作可能会导致患者心脏呼吸骤停,且易诱发呼吸机相关性肺炎等并发症,对患者预后具有不良影响。随着医学技术的快速发展,无创通气技术的持续进步弥补了有创机械通气的诸多不足。2009 年中华医学会呼吸病学分会呼吸生理与重症监护学组专家^[9] 共识指出: NIPPV 可作为心源性肺水肿的一线抢救方案,且推荐意见为 A 级。NIPPV 设备操作难度较低,损伤小,可重复利用,感染率低,且患者对于该方法具有更高依从性,因此可直接作用于清醒患者。

NIPPV 常用通气模式为 CPAP 和 BiPAP,国外相关研究^[10-12] 表明,两种模式治疗急性左心衰伴肺水肿均安全有效,可迅速纠正呼吸困难及低氧血症状态。本研究针对重症心衰患者急诊早期应用 CPAP 和 BiPAP 模式治疗,并与常规有创机械通气进行对照,治疗过程中,所有患者均耐受良好,吸氧流量相同情况下,3 组临床症状均明显好转。但通过分析心率、呼吸频率、血氧饱和度及血气分析等指标,发现相较于有创通气组,CPAP 组和 BiPAP 组 HR、RR、SaO₂、PaO₂、PaCO₂ 等指标改善更加显著,说明无创正压通气可有效改善急性左心衰患者呼吸衰竭,纠正低氧血症,Stobbe^[13] 指出 NIPPV 可通过如下作用机制纠正呼吸窘迫:(1)肺间质及肺泡内压力由于正压通气而升高,组织渗出减少,塌陷肺泡得以扩张,肺水肿缓解;(2)正压通气可减少回心血

流量,同时增加胸膜腔内压,降低心室前后负荷;(3)通气支持状态下,患者心肌耗氧量降低,呼吸肌负荷缓解,呼吸功能明显改善。

Park 等^[14] 提出,在改善缺氧及减少呼吸肌消耗方面,BiPAP 优于 CPAP,认为原因是在吸气过程中,BiPAP 在 CPAP 的基础上增加了吸气压力支持,有效减少呼吸肌消耗做功,缓解呼吸肌疲劳,改善通气状态,即 BiPAP 不仅可维持正压通气效果,还可模拟生理呼吸状态,提高患者舒适度。本研究中,治疗 1 h 后,BiPAP 组 HR、RR、PaCO₂ 均低于 CPAP 组 (P < 0.05), SaO₂、PaO₂ 均高于 CPAP 组 (P < 0.05),提示相较于 CPAP 模式,BiPAP 可降低急性左心衰伴呼吸衰竭患者心率及呼吸频率,改善血氧和血气分析指标。相关研究^[15] 表明,心率或呼吸频率较高的患者更易出现无创通气不耐受性。而 BiPAP 相较于 CPAP 能够更好地解决自主呼吸与控制通气不协调的问题,降低心率及呼吸频率,从而提高患者耐受性。BiPAP 通过呼气末正压和压力支持,降低吸气的跨肺压力,有效降低呼吸肌消耗,缓解呼吸窘迫,增加潮气量,改善通气血流比值;同时,BiPAP 可根据目标潮气量及患者需求调节压力,相较于 CPAP 可避免心输出量的过度降低,具有更好的肺循环改善作用。因此,BiPAP 具有更好的改善呼吸困难作用,明显缓解患者痛苦,但 CPAP 的临床实践性更强,成本相对更低,因此具体选取何种通气模式,应由临床医师结合实际情况综合考虑。

虽然 BiPAP 具有更优异的改善通气功能作用,但 Somauroo 等^[16] 表明,相较于 BiPAP,CPAP 具有更明显的改善心指数作用。本研究中,治疗后 6 h,CPAP 组、BiPAP 组 LVEF、SV、CO、CI 均高于有创通气组 (P < 0.05),CPAP 组与 BiPAP 组比较差异统计学意义 (P > 0.05),CO、CI 反映心脏收缩功能,急性心衰患者采用 NIPPV 支持时,低水平 PEEP 可扩张气道,降低气道阻力,利于肺泡内 CO₂ 排出,而适当的 IPAP 及压力,可减少呼吸肌做功,降低氧消耗。因此,NIPPV 能够减轻心衰患者吸气负荷,提高 PaO₂,降低 PaCO₂,改善继发于缺氧或二氧化碳潴留

所致心肌损伤。但本研究结果数据表明不同 NIPPV 通气模式对上述参数影响无明显差异, BiPAP 与 CPAP 通气支持时患者 LVEF、SV、CO、CI 均显著上升,说明其心脏收缩功能明显增强。

本研究通过分析疗效预后结果表明, CPAP 组、BiPAP 组通气时间、症状缓解时间、ICU 住院时间均短于有创通气组 ($P < 0.05$), 且 CPAP 组、BiPAP 组气管插管率、死亡率低于有创通气组, 但差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。本研究纳入样本量较少、缺乏高碳血症数据探讨、未对呼吸机参数设置进行分析等, 因此还有待扩大样本量, 进一步完善研究结论。

综上所述, 重症心衰合并 II 型呼吸衰竭患者急诊早期应用 BiPAP 与 CPAP 均能有效改善缺氧状态及心肺功能, 降低插管率及死亡率, 且 BiPAP 较 CPAP 更能纠正呼吸衰竭, 缓解临床症状, 但 CPAP 模式操作简单、方便, 更利于基层医院推广。

参考文献

[1] 唐志军, 刘莺, 胡善友. 不同呼吸机辅助时机对急性左心衰竭伴呼吸衰竭患者血流动力学血气及转归的影响[J]. 山西医药杂志, 2019, 48(6): 678-681.

[2] 王沛. 无创通气治疗急性左心衰临床疗效观察[J]. 中国药物与临床, 2019, 19(4): 612-613.

[3] 中华医学会, 中华医学会杂志社, 中华医学会全科医学分会, 等. 急性心力衰竭基层诊疗指南(2019年)[J]. 中华全科医师杂志, 2019, 18(10): 925-930.

[4] 吴红, 王晓龙. 无创正压通气在急性心源性肺水肿中的临床应用进展[J]. 重庆医学, 2019, 48(5): 124-126, 130.

[5] 张慧杰, 温晓红, 黄会芝, 等. 双水平气道正压通气在早产儿轻度呼吸窘迫综合征的应用及对早期肺功能的影响[J]. 中国儿童保健杂志, 2019, 27(2): 86-90.

[6] 黄会芝, 温晓红, 孙亚伟, 等. nBiPAP 与 nCPAP 治疗新生儿呼吸窘迫综合征的临床疗效及对患儿脑功能的影响[J]. 中国妇幼保健, 2020, 35(8): 1439-1442.

[7] 胡大一, 杨士伟, 闫明珠, 等. 2005 年欧洲心脏病学会急性心力衰竭诊断和治疗指南介绍(2)[J]. 中国医药导刊, 2006, 8(2): 139.

[8] 张金月, 刘启凤, 杨柳, 等. 心力衰竭研究的组学视角[J]. 药理学学报, 2020, 55(5): 78-88.

[9] 中华医学会呼吸病学分会呼吸生理与重症监护学组, 《中华结核和呼吸杂志》编辑委员会. 无创正压通气临床应用专家共识[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2009, 32(2): 93.

[10] Bellone A, Vettorello M, Monri A, et al. Noninvasive pressure support ventilation vs. continuous positive airway pressure in acute hypoxic pulmonary edema[J]. Intensive Care Medicine, 2005, 31(6): 807-811.

[11] Bendjelid K, Schutz N, Suter PM, et al. Does a continuous positive airway pressure by face mask improve patients with acute cardiogenic pulmonary edema due to left ventricular diastolic dysfunction[J]. Chest, 2005, 127(3): 1053-1058.

[12] Kallet RH. Noninvasive ventilation in acute care: controversies and emerging concepts[J]. Respiratory Care, 2009, 54(2): 259-263.

[13] Stobbe K. Treatment of acute cardiogenic pulmonary edema[J]. Canadian Journal of Rural Medicine, 2009, 14(1): 29.

[14] Park M, Lorenzi-Filho G, Fehrim MI, et al. Oxygen therapy, continuous positive airway pressure, or noninvasive bi-level positive pressure ventilation in the treatment of acute cardiogenic pulmonary edema[J]. Arquivos Brasileiros de Cardiologia, 2001, 76(3): 221-230.

[15] Liu J, Duan J, Bai L, et al. Noninvasive ventilation intolerance: characteristics, predictors, and outcomes[J]. Respiratory Care, 2016, 61(3): 277-284.

[16] Somauroo JD, Wilkinson M, Pyatt JR, et al. The acute haemodynamic effects of nasal ventilation by CPAP and BiPAP in patients with heart failure[J]. Chest, 2005, 127(3): 1053-1058.

(收稿日期: 2021-06-11

修回日期: 2021-07-30)