临床研究 文章编号：0253-3626（2011）06-0744-04

无创通气在治疗胸心外科急性呼吸衰竭患者中的运用

黄 春，叶 琳，向小勇
（重庆医科大学附属第一医院胸心外科，重庆 400016）

【摘 要】目的：比较无创正压通气（Noninvasive positive pressure ventilation，NPPV）和有创正压通气（Invasive positive pressure ventilation，IPPV）在胸心外科救治急性呼吸衰竭（Acute respiratory failure，ARF）的临床效果，评估 NPPV 在 ARF 治疗中的作用。方法：随机选取胸心外科术后各种原因所致轻、中型 ARF 患者 32 例，随机分为 NPPV 组（16 例）和 IPPV 组（16 例），在给予病因治疗同时分别实施 NPPV 和 IPPV。观察分析 2 组患者在治疗过程中动脉血气变化、并发症的发生率及治疗结果。结果：NPPV 组有 5 例（31.25%）治疗失败转为气管插管 IPPV，其中 3 例（18.75%）死亡。IPPV 组死亡 4 例（25%）。2 组治疗有效患者在分别接受 NPPV 和 IPPV 治疗后 6 h 动脉血气有相似的改善。NPPV 组患者机械通气时间和住院时间短于 IPPV 组（$P<0.05$）。NPPV 组的并发症发生率低于 IPPV 组（$P<0.05$）。结论：在胸心外科术后 ARF 患者中，应用 NPPV 治疗的临床效果与 IPPV 相似。实施NPPV 可缩短机械通气和住院时间，减少并发症。且因为无创性，NPPV 可作为病情严重程度在一定范围内的 ARF 患者首选的通气支持治疗手段。

【关键词】胸心外科；急性呼吸衰竭；无创正压通气；有创正压通气
【中国图书分类法分类号】R655 【文献标志码】A 【收稿日期】2011-05-15

Noninvasive positive pressure ventilation in the treatment of cardiothoracic patients with acute respiratory failure

HUANG Chun, YE Lin, XIANG Xiao-yong
(*Department of Cardiothoracic Surgery, the First Affiliated Hospital, Chongqing Medical University*)

【Abstract】*Objective*: To compare the clinical effects of noninvasive positive pressure ventilation (NPPV) and invasive positive pressure ventilation (IPPV) in patients with acute respiratory failure (ARF), and evaluate the effect of NPPV on the treatment of ARF. *Methods*: 32 patients with Light, medium type ARF caused by various disorders were divided randomly into NPPV group (16 cases) and IPPV group (16 cases). Patients in two groups were treated by NPPV through a face mask or IPPV with endotracheal intubation respectively while medical therapy. Arterial blood gases were analyzed, and the rate of complication and outcome were observed. *Results*: In NPPV group, 5 patients were transformed into IPPV for worsening condition and arterial blood gases. mortality rate in NPPV group (18.75%) was lower compared to IPPV group (25%) ($P<0.05$). After 6 hours of ventilatory support therapy, artery blood gas of cured patients of two groups improved significantly and similarly. Duration of mechanical ventilation and hospital stay in patients receiving NPPV were significantly shorter than those in patients receiving IPPV ($P<0.05$). Rate of complication in NPPV group was lower than that in IPPV group ($P<0.05$). *Conclusion*: Clin-

作者介绍：黄 春（1973-），男，主治医师，博士，研究方向：胸心外科学。

[4] Sotrel G. Is surgical repair of the fallopian tubes ever appropriate [J]? Rev Obstet Gynecol, 2009, 2(3): 176-185.

[5] Simpson W L Jr, Beitia L G, Mester J. Hysterosalpingography: a reemerging study[J]. Radiographics, 2006, 26(2): 419-431.

[6] Ricci G, Guastalla P, Ammar L, et al. Balloon catheter vs. cervical vacuum cup for hysterosalpingography: a prospective, randomized, single-blinded study[J]. Fertil Steril, 2007, 87(6): 1458-1467.

[7] Silberzweig J E. Re: Balloon catheter vs. cervical vauum cup for hysterosalpingography: a prospective, randomized, single-blinded study [J]. Fertil Steril, 2007, 88(5): 1481-1482.

[8] 李永奎，邓金龙，于小勇，等. 子宫输卵管造影中双腔球囊导管顶端对输卵管显示的假阳性影响[J]. 临床放射学杂志，2007，26：387-389.

[9] Papaioannou S, Afnan M, Sharif K. The role of selective salpingography and tubal catheterization in the management of the infertile couple[J]. Curr Opin Obstet Gynecol, 2004, 16(4): 325-329.

[10] Lang E K, Dunaway H E Jr. Efficacy of salpingography and transcervical recanalization in diagnosis, categorization, and treatment of fallopian tube obstruction[J]. Cardiovasc Intervent Radiol, 2000, 23(6): 417-422.

[11] 廖拥军，姚为民. 改良妇科诊断治疗仪自控显示仪在子宫输卵管造影中的应用[J]. 中国计划生育学杂志，2008，3(149)：170-172.

（责任编辑：关蕴良）

ical efficacy of NPPV were similar to IPPV in selected patients with ARF.Use of NPPV in patients with ARF might reduce duration of mechanical ventilation and hospital stay, and decrease rate of complication.NPPV might be the first choice for ventilatory support in selected patients with ARF.

【Key words】cardiothoracic; acute respiratory failure; noninvasive positive pressure ventilation; invasive positive pressure ventilation

急性呼吸衰竭是胸心外科术后常见的一种严重并发症，特别是近年来高龄重症手术病人的增多，其发病率也逐渐增高。近年来多数临床研究结果显示，在进行常规治疗的基础上加用无创正压通气（Noninvasive positive pressure ventilation，NPPV）与单用常规治疗比较，急性呼吸衰竭（Acute respiratory failure，ARF）患者的气管插管率明显降低，从而减少或避免了与气管插管有创正压通气（Invasive positive pressure ventilation，IPPV）相关的并发症，降低了死亡率，缩短了住院时间[1,2]。以往无创通气在胸外科应用较少，近年来我科在一些术后发生 ARF 需再次呼吸支持的病人中采用无创通气治疗，取得了一定的效果。本研究随机配对比较了 NPPV 和 IPPV 救治轻、中型 ARF 的临床效果，评估 NPPV 在 ARF 救治中的作用，并介绍我科使用无创通气的实际经验，探讨无创通气在胸心外科使用的指征、方法、效果以及并发症和禁忌证，为无创通气在治疗胸心外科术后急性呼吸衰竭中的应用提供一定的参考。

1 资料与方法

1.1 研究对象

自 2006 年 8 月-2009 年 6 月期间重庆医科大学附属第一医院胸心外科术后发生 ARF 并接受 NPPV 或 IPPV 治疗的患者作为研究对象，均为术后患者。入选患者病情严重程度在一定范围内的轻、中型 ARF 患者。在给予 NPPV 或 IPPV 时需符合下列条件：有明显的急性呼吸窘迫、呼吸困难表现，呼吸频率（Respiratory rate，RR）>25 次/min，呼吸辅助肌有明显收缩运动或呼吸时有胸腹矛盾运动；动脉血气异常，在吸入室内空气时氧分压（PaO_2）<55 mmHg，血氧饱和度（SaO_2）<90%或氧合指数（PaO_2/FiO_2）<250，或伴有二氧化碳分压（$PaCO_2$）>45 mmHg。患者心功能 1~3 级，神志基本清楚，有自主呼吸，能基本配合治疗。病情危重，存在多器官功能不全，神志不清，无自主呼吸的重症 ARF 患者采用 IPPV 治疗，未纳入本研究。纳入本研究患者共 32 例，随机分为 NPPV 组和 IPPV 组。2 组患者的年龄、性别相似，NPPV 组中，男性 11 例，女性 5 例；年龄最大 76 岁，最小 35 岁；6 例为心脏直视手术后病人（包括冠脉搭桥术后患者 2 例；换瓣术后患者 2 例；成人先心术后患者 2 例），10 例为普胸手术后病人（6 例为肺部手术后患者；3 例为食管手术后患者，1 例为胸外伤术后患者）。IPPV 组中，男性 13 例，女性 3 例；年龄最大 74 岁，最小 38 岁；5 例为心脏直视手术后病人（包括冠脉搭桥术后患者 1 例；换瓣术后患者 3 例；成人先心术后患者 1 例，主动脉瘤术后 1 例），11 例为普胸手术后病人其中 6 例为肺部手术后患者；3 例为食管手术后患者；2 例为纵隔肿瘤术后患者。

1.2 治疗方法

1.2.1 无创通气使用方法 选用面罩进行人机联接 savina，Drager 呼吸机。通气模式为压力支持通气（Pressure support ventilation，PSV）加持续气道内正压（Continuous positive airway pressure，CPAP）。患者取 45°半卧位，面罩用头带固定于患者面部，松紧度以面罩边缘不漏气且患者能耐受为适合。为了提高舒适性和依从性，辅助通气的压力必须从较低的 PSV 压力水平和 CPAP 开始[1,3]。初始设定 PSV 8~10 cmH_2O，CPAP 0，FiO_2 60%~80%，然后根据患者动脉血气、RR、潮气量（Tidal volume，VT）及气道吸气峰压（Airway peak inspiratory pressure，PIP）情况逐渐上调 PSV 水平，力求使 RR≤25 次/min，VT≥8 ml/kg，PIP<30 cmH_2O，呼吸辅助肌收缩消失，同时患者能耐受或感到舒适为宜。同时逐渐上调 CPAP 水平，上调幅度为每次 2~3 cmH_2O，至 FiO_2<60%时，SaO_2≥90%为理想水平。通常 PSV 上调至 15~25 cmH_2O，CPAP 上调至 5~10 cmH_2O。在第 1 天进行 NPPV 时尽量持续应用，待患者动脉血气和临床症状改善后可间歇性暂停 NPPV，卸除面罩用鼻塞吸氧时让患者进食饮水和咯痰。随着病情进一步改善，逐渐缩短每日 NPPV 时间，延长卸除面罩时间，直至终止 NPPV。

表 1 2 组患者的一般情况及入院初的临床资料

	NPPV 组（n=16）	IPPV 组（n=16）
年龄（岁）	50 ± 21	56 ± 23
性别（男/女）	11/5	13/3
RR（次/min）	30 ± 6	33 ± 5
HR（次/min）	123 ± 16	127 ± 18
BP（mmHg）	119 ± 22	118 ± 23
体温（℃）	37.2 ± 0.9	37.0 ± 0.8
PaO_2/FiO_2	187 ± 27	176 ± 25
$PaCO_2$（cmH_2O）	42.5 ± 8.6	45.4 ± 9.1
$PaCO_2$>45 mmHg（n）	4(25%)	7(43.8%)
pH	7.45 ± 0.14	7.37 ± 0.11

NPPV 的撤离：在病人获得临床状态稳定，可试行撤机。临床稳定状态的评估：RR<24 次/min，HR<110 次/min。pH>7.35，氧浓度≤40%时，SaO_2≥90%。我科采用的方法是在减停呼吸机的过程中首先减小 PEEPH 和 PEEPL 的压力，在 PEEPH 减为 0 后即为 CPAP，再逐步减小 PSV 压力，至最终撤机。撤机后应通过鼻导管或面罩继续供氧，密切观察生命体征和动脉血气。若发生呼吸困难加重、呼吸过速或动脉血气恶化，宜重新开始 NPPV。

1.2.2 IPPV 的操作 人工气道的建立方法起初均为气管插管，10 例经口气管插管，6 例为经鼻气管插管，气管插管 5 例在气管插管 1~3 d 后改为气管切开。气管插管时静推地西泮

表 2 2 组患者机械通气治疗前后的动脉血气变化（$\bar{x}\pm s$）

组别	治疗前			治疗后 1 h			治疗后 6 h		
	PaO_2	$PaCO_2$	pH	PaO_2	$PaCO_2$	pH	PaO_2	$PaCO_2$	pH
NPPV 组（n=16）	54.5±6.8	4.34±8.9	7.40±0.12	205±8.7	41.5±8.4	7.43±0.12	68.2±8.5*	39.7±9.2	7.42±0.14
IPPV 组（n=16）	53.3±9.1	46.6±8.7	7.33±0.11	63.4±9.2	43.7±8.9	7.36±0.11	70.7±9.4*	42.6±9.1	7.38±0.11

注：*，与治疗前比较 P<0.05

0.2~0.3 mg/kg。通气模式为同步间歇指令通气（SIMV，RR 8~10 次/min）加 PSV（12~20 cmH_2O），设定 VT 8~10 ml/kg，RR 12~18 次/min，FiO_2 60%~80%，呼气末正压（PEEP）从 0 逐步上调至 5~10 cmH_2O。待以后根据患者动脉血气和病情变化，逐渐减低 FiO_2，减慢设定的指令 RR，降低 PSV 水平，达到的目标为患者自主呼吸时的 VT≥8 ml/kg，RR<25 次/min，SaO_2>90%。如动脉血气和病情持续改善，再将通气模式改为 PSV，当 PSV 水平降至 5 cmH_2O，FiO_2≤40%时，仍保持 RR<25 次/min，SaO_2 > 90%，PaO_2>60 mmHg，可试行撤机，最终拔管。

1.3 病情监测 入院后立即采用多功能监护仪（Spacelabs Medical sl 2700）持续监测，分别于入院初，NPPV 和 IPPV 后 1、6、24 h 以及之后的每天至少 1 次测定并记录 HR、RR、BP、PaO_2、SaO_2、$PaCO_2$、pH。观察并记录患者的并发症，如呼吸机相关性肺炎（VAP）、鼻窦炎、气胸等。NPPV 组患者治疗后呼吸困难症状无好转或反而加重，且动脉血气无改善或反而恶化（PaO_2 较治疗前下降>20%，$PaCO_2$ 较治疗前上升>20%）视为 NPPV 治疗失败，则转为气管插管 IPPV。

1.4 统计学处理

计量数据的比较分析采用两样本均数的 t 检验，计数资料分析处理采用 χ^2 检验，P<0.05 为差异有统计学意义，所用统计学软件为 SPSS11.0 版。

2 结 果

2.1 2 组治疗结果

NPPV 组中有 5 例（31.25 %）治疗失败改气管插管 IPPV，其余 11 例（68.75 %）动脉血气和临床症状持续改善，最后救治成功出院。该 16 例患者应用 NPPV 时间平均（5.2±1.6）d，住院时间平均（13.6±3.7）d。5 例转为气管插管 IPPV 患者 3 例死亡，死亡率 18.75%。IPPV 组死亡 4 例，死亡率 25%，2 组死亡率差异有统计学意义（P<0.05）。IPPV 组 12 例（75%）救治成功，最终脱机拔管出院，应用 IPPV 时间平均（7.1±3.4）d，与 NPPV 组比较，机械通气时间显著延长（P<0.05）。IPPV 组住院时间平均（18.9±6.8）d，与 NPPV 组比较，住院时间显著延长（P<0.05）。

2.2 治疗后动脉血气改变

2 组中救治成功的患者在给予病因治疗同时分别实施 NPPV 和 IPPV 后 1 h，PaO_2 均有上升，至 6 h PaO_2 进一步上升，与治疗前比较差异有统计学意义（P<0.05），但 2 组间比较差异无统计学意义（P>0.05）。$PaCO_2$ 和 pH 在机械通气前异常不明显，故治疗后无显著变化。见表 2。

2.3 并发症及死亡原因

NPPV 组发生并发症 4 例（25%）明显低于 IPPV 组的 11 例（68.75 %）（P<0.05）。IPPV 组的并发症以 VAP 和鼻窦炎较 NPPV 组居多。见表 3。

表 3 2 组患者的并发症及死亡原因（n=16）

	NPPV 组	IPPV 组
VAP	2	5
鼻窦炎	0	2
气胸	0	0
上消化道大出血	1	1
肾功能衰竭	1	2
休克	0	1
死亡原因		
肾功能衰竭	2	1
休克	0	1
呼吸衰竭	1	1
心力衰竭	0	1

其中 NPPV 组并发症 4(25%)，IPPV 组并发症 11 (68.75 %)。2 组比较 P<0.05

3 讨 论

随着医学的发展，临床上希望能够通过 NPPV 的方法，减少急性呼吸衰竭的气管插管或气管切开以及相应的并发症；减少慢性呼吸衰竭呼吸机的依赖，减少患者的痛苦和医疗费用，提高生活的质量。自从 1989 年 Meduri 等报道了经面罩 NPPV 治疗急性呼吸衰竭后，其应用日趋广泛。近 10 多年来，无论从应用指征、应用方法学和作用机制等方面均有不少的研究报道。目前普遍认为以下几种情况无创通气对多种疾病引起的呼吸衰竭有满意的疗效[3]：(1)阻塞性睡眠呼吸暂停综合征；(2)用于尚不必施行有创通气的急、慢性呼吸衰竭的治疗，以减少或避免有创通气的应用，如肺部感染、支气管哮喘等引起的急性呼吸衰竭以及 COPD 患者的慢性呼吸衰竭的急性发作；(3)撤离有创机械通气过程中；(4)肺水肿的治疗。特别是 NPPV 在重症肺炎、重症哮喘、ARDS、心源性肺水肿等引起 ARF 救治中的作用也逐步得到肯定。NPPV 治疗多种急性呼吸衰竭的机制有：(1)在急性心源性肺水肿NPPV 可降低耗氧量，减轻肺泡的间质水肿，改善通气从而增加氧合。且适量正压通气造成胸内正压，使静脉系统回心血量减少，减轻心脏前负荷，有利于心功能的改善，从而缓解肺淤血；(2)对于肺炎和支气管哮喘的患者，NIPPV 能减少呼吸频率及有效的改善通气增加氧合；(3)对急性肺损伤（Acute lung injury，ALI）的患者，呼吸窘迫和缺氧并不十分严重，NPPV 可提供一定程度 PEEP 复张塌陷的肺泡改善 V/Q 比值提高氧合，且有效的呼吸支持可降低氧耗[4]。其应用于 ARF 的主要

优势为：无创性，患者与家属较易于接受，适应证相对较宽；可早期应用，不必考虑气管插管的指征；患者痛苦小，能有效地清除分泌物，并发症少；可间歇性应用，避免了废用性呼吸肌萎缩及呼吸机依赖性；当病人需咳痰、讲话或进食时可取下面罩，方便舒适，一般无需镇静。

胸心外科病人，由于术中和术后早期均需要呼吸支持，因此术前会常规进行全麻气管插管，而且术后带管。近年来由于手术操作和术后监护措施的进步和完善，术后的气管插管的拔管指征已较原来为宽，术后积极拔管的优势也逐渐被大家所认同。但有少数病人在拔管后的早期（数小时之内）或中期（1~2）d 因各种原因需要再次进行呼吸支持，以前往往采用 IPPV 方法进行机械通气治疗，但是 IPPV 方法往往带管时间长，呼吸机相关并发症多。

因此，近年来我科开始采用 NPPV 方法进行治疗术后急性呼吸衰竭，取得了较为满意的疗效。本研究总结我科无创通气治疗的经验，随机选取我科术后急性呼吸衰竭患者 32 例，观察 NPPV 和 IPPV 临床效果、并发症及住院时间等指标。研究结果显示，NPPV 组有 11 例（68.7%）获救治成功，5 例（31.3%）治疗失败者转为 IPPV 治疗，后又有 2 例救治成功。IPPV 组 12 例救治成功（75%），IPPV 组死亡率与 NPPV 组差异有统计学意义。但动脉血气检测结果显示，IPPV 组有高碳酸血症患者多于 NPPV 组，pH 值较 NPPV 组患者为低，提示 IPPV 组呼吸衰竭病情严重患者多于 NPPV 组，可能是导致 IPPV 组死亡率较高的原因之一。另一方面，NPPV 组患者进行机械通气的时间和住院时间均明显短于 IPPV 组，NPPV 组治疗成功患者治疗后短时间内动脉血气与 IPPV 组患者有相似的迅速改善，提示 ARF 病情严重程度在一定范围内的轻、中型患者应用 NPPV 可获得满意疗效。NPPV 组患者的并发症（VAP、胃肠胀气和鼻窦炎）发生率明显低于 IPPV 组。由此可见，NPPV 可与 IPPV 同样可以改善气体交换，纠正低氧血症，逆转呼吸衰竭。NPPV 救治成功者不仅可避免气管插管有创通气，而且缩短了机械通气时间和住院时间。此外，IPPV 由于需要气管插管（气管切开）建立人工气道，不仅使上呼吸道对下呼吸道的保护防御机制丧失，而且可通过局部细菌定植，吸痰污染，气囊滞留的分泌物下流等途径导致 VAP 以及 VAP 反复发生[5]。经鼻气管插管还可引起鼻窦炎。IPPV 并发症多不仅使患者机械通气时间和住院时间延长，并且增加了死亡率。而 NPPV 则可避免 VAP 和鼻窦炎的发生。因此，NPPV 在减少并发症和缩短机械通气时间、住院时间等方面较 IPPV 具有一定的优势。但 IPPV 通气支持治疗的效力要高于 NPPV，NPPV 主要缺点是只能施行辅助通气功能，不能完全代替自主呼吸，痰液引流不方便，胃肠胀气，在通气压力高的情况下难以保持密闭或引起面部损伤。根据我们的经验，应避免或慎用 NPPV 的情况：①自主呼吸消失或微弱或不稳定，难以触发无创通气；②因各种原因不能耐受鼻罩或鼻面罩不匹配；③血流动力学不稳定者；④呼吸道分泌物过多或上消化道出血、呕吐等需要保护气道；⑤难以控制的心律失常；⑥合理应用 NPPV 30 min，血气无改善，呼吸困难或神志状况无改善或加重，应及时改用气管插管机械通气。

此外，NPPV 可以作为序贯脱机的过渡，即部分实施有创通气的患者，在未满足拔管和撤机的条件下，提前拔管，改用无创通气，然后逐步撤机。此时，患者病情趋于稳定，通气不良已缓解，患者存在的主要矛盾是呼吸肌疲劳，故 NPPV 适合这一病情需要。既可提供患者充分的氧合，又可避免呼吸机相关的并发症[6]。传统的撤机方法与无创通气所介入的撤机方法相比，在成功率方面并没有明显的差别，而无创通气所介入的撤机方法则可以早期除去气管内导管，减少每天的通气支持时间但不会增加脱机后呼吸衰竭的危险[7,8]。

综上，我们认为对于病情严重恶化的 ARF 患者应选用 IPPV。而对病情严重程度在一定范围内的轻、中型患者，NPPV 作为首选的通气支持治疗手段，可使多数患者避免 IPPV，减少患者的痛苦，缩短机械通气时间和住院时间。但如 NPPV 治疗无效，患者病情继续加重则应及时转为 IPPV，可进一步提高救治成功率。NPPV 疗效的判断需要综合临床和动脉血气的指标。有效者：临床上表现为气促改善、辅助呼吸肌肉动用减轻和反常呼吸消失、呼吸频率减慢、SaO_2 增加，心率减慢等[1]。如果没有上述临床改善，提示治疗效果差。通常建议治疗 1~2 h 后复查动脉血气。如果临床情况改善，$PaCO_2$ 下降>16%，pH>7.130，PaO_2>40 mm Hg，提示初始治疗有效[6]，建议继续无创通气治疗。否则应尽快调整治疗方案或改为插管人工通气，以免延误治疗的时机。如果患者呼衰的主要原因为气道大量分泌物或痰液堵塞，在未清除分泌物前或无法清除时，也不宜采用 NPPV，应尽早采用插管或气管切开呼吸机辅助呼吸。

参 考 文 献

[1] Mehta S, Hill N S. Noninvasive ventilation[J].Am J Respir Crit Care Med, 2001, 163(2):540-577.

[2] Jasmer R M, Luce T M, Matthay M A.Noninvasive positive pressure ventilation for acute respiratory failure[J].Chest, 1997, 111(6):1479-1482.

[3] T.W.Evans.International Consensus Conferences in Intensive Care Medicine:noninvasive positive pressure ventilation in acute Respiratory failure[J].Intensive Care Med, 2001, 27(1):166-178.

[4] 钮善福.机械通气治疗呼吸衰竭的进展[J].中华急诊医学杂志，2003, 12(1):6-8.

[5] Kramer B.Ventilator-associated pneumonia in critically ill patients[J]. Am Intern Med, 1999, 130(4):1021-1028.

[6] Xirouchaki N, Kondoudaki E, Anastasaki M, el al. Noninvasive bilevel positive pressure ventilation in patients with blunt thoracic trauma[J].Respiration, 2005, 72(5):517-522.

[7] Nava S, Ambrosino N, Clini E, et al.Noninvasive mechanical ventilation in the wearing of patients with respiratory failure due to chronic obstructive pulmonary disease. A randomized, contorlled trial[J].Ann Intern Med, 1998, 128(9):721-728.

[8] Girault C, Daudenthun I, Chevron V, et al.Noninvasive ventilation as a systematic extubation and weaning technique in actue-on-chronic respiratory failure: a prospective randomized controlled study[J].Am J Respir Crit Care Med, 1999, 160(1):86-92.

（责任编辑：张学颖）