

COPD 合并肺性脑病患者应用无创正压通气 AVAPS 模式与 S/T 模式的疗效比较

高胜浩 刘辉 张腾腾 李轩轩 王东平 李震宇 崔少帅 张晓菊

河南省人民医院呼吸与危重症医学科, 郑州大学省临床医学院, 河南郑州 450003

通信作者: 张晓菊, Email: zhangxiaojul010@henu.edu.cn

【摘要】 目的 比较平均容量保证压力支持 (AVAPS) 模式与自主/时间 (S/T) 模式在慢性阻塞性肺疾病 (COPD) 合并肺性脑病患者无创正压通气 (NIPPV) 中疗效的差异。**方法** 选择 2025 年 2 月至 2026 年 2 月河南省人民医院呼吸与危重症医学科收治的 67 例 COPD 合并肺性脑病患者作为研究对象, 排除每日 NIPPV 治疗时间不足 6 h 的 15 例后, 最终纳入 52 例患者。按随机数字表法将患者分为对照组 (27 例) 和研究组 (25 例)。两组均给予相同的基础治疗, 对照组采用 S/T 模式, 研究组采用 AVAPS 模式。比较两组治疗前及治疗后 2、6、12、24 h 动脉血气分析 [pH 值、动脉血氧分压 (PaO_2)、动脉血二氧化碳分压 (PaCO_2)、碳酸氢根 (HCO_3^-)]、格拉斯哥昏迷评分 (GCS)、心率-酸中毒-意识-氧合-呼吸频率 (HACOR) 评分、实测潮气量 (VT)、患者舒适度及 7 d NIPPV 失败率的差异。**结果** 治疗前, 两组 pH 值、 PaO_2 、 PaCO_2 、 HCO_3^- 、VT 测量值、GCS 评分和 HACOR 评分比较差异均无统计学意义 (均 $P > 0.05$)。NIPPV 治疗后, 两组 pH 值、 PaO_2 、GCS 评分均呈升高趋势, PaCO_2 及 HCO_3^- 、HACOR 评分均呈降低趋势。与对照组比较, 治疗后 6 h 起, 研究组 PaCO_2 及 HCO_3^- 水平均明显降低 [6 h PaCO_2 (mmHg, 1 mmHg ≈ 0.133 kPa): 63.18 ± 8.15 比 66.42 ± 8.72 , 12 h PaCO_2 (mmHg): 56.89 ± 7.52 比 62.52 ± 8.21 , 24 h PaCO_2 (mmHg): 53.23 ± 6.94 比 60.51 ± 7.43 , 6 h HCO_3^- (mmol/L): 32.27 ± 2.65 比 33.85 ± 2.77 , 12 h HCO_3^- (mmol/L): 29.46 ± 2.45 比 31.07 ± 2.53 , 24 h HCO_3^- (mmol/L): 28.18 ± 2.24 比 30.77 ± 2.75 , 均 $P < 0.05$]。治疗后 6 h 和 24 h, 研究组 VT 较对照组明显升高 [6 h (mL): 594.3 ± 89.7 比 552.8 ± 148.3 , 24 h (mL): 581.2 ± 97.5 比 541.7 ± 194.2 , 均 $P < 0.05$]。研究组胃肠胀气、人机对抗发生率较对照组明显降低 (胃肠胀气发生率: 20.00% 比 37.04%, 人机对抗发生率: 20.00% 比 40.74%, 均 $P < 0.05$)。两组治疗无效率、气道分泌物增多率及总失败 (插管) 率比较差异均无统计学意义。**结论** 对于 COPD 合并肺性脑病患者, AVAPS 模式在 NIPPV 治疗中较 S/T 模式更具优势, 能有效改善通气效率, 显著降低 CO_2 潴留和不良事件发生率, 同时不增加短期治疗失败风险, 具有重要的临床应用价值, 值得推广使用。

【关键词】 慢性阻塞性肺疾病; 肺性脑病; 无创正压通气; 平均容量保证压力支持; 自主/时间; 通气效率

基金项目: 河南省医学科技攻关计划项目 (LHGJ20240091)

DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2026.04.008

Comparison of the therapeutic efficacy of non-invasive positive pressure ventilation using the average volume assured pressure support mode versus the spontaneous/time mode in patients with chronic obstructive pulmonary disease complicated by pulmonary encephalopathy

Gao Shenghao, Liu Hui, Zhang Tengting, Li Xuanxuan, Wang Dongping, Li Zhenyu, Cui Shaoshuai, Zhang Xiaoju

Department of Respiratory and Critical Care Medicine, Henan Provincial People's Hospital, Clinical Medical College Henan Provincial People's Hospital Zhengzhou University, Zhengzhou 450003, Henan, China

Corresponding author: Zhang Xiaoju, Email: zhangxiaojul010@henu.edu.cn

【Abstract】 Objective To compare the efficacy differences between average volume assured pressure support (AVAPS) and spontaneous/time (S/T) modes in non-invasive positive pressure ventilation (NIPPV) for chronic obstructive pulmonary disease (COPD) patients with pulmonary encephalopathy. **Methods** A total of 67 patients diagnosed with COPD complicated by pulmonary encephalopathy, admitted to the department of respiratory and critical care medicine, Henan Provincial People's Hospital between February 2025 and February 2026, was selected for this study. After excluding 15 patients who received less than 6 hours of daily NIPPV therapy, 52 patients remained for ultimately enrolled. The patients were divided into a control group (27 cases) and a study group (25 cases) using a random number table. Both groups received identical baseline treatment; the control group was assigned the S/T mode, while the study group was assigned the AVAPS mode. Comparative analyses were conducted on parameters including arterial blood gas measurements [pH value, arterial oxygen partial pressure (PaO_2), arterial carbon dioxide partial pressure (PaCO_2), bicarbonate (HCO_3^-)], Glasgow coma scale (GCS) scores, heart rate, acidosis, consciousness, oxygenation and respiratory rate (HACOR) scores, measured tidal volume (VT), patient comfort levels, and the 7-day NIPPV failure rate. These assessments were performed before treatment and at intervals of 2, 6, 12, and 24 hours

post-treatment. **Results** Before treatment, no statistically significant differences were observed between the two groups in terms of pH value, PaO₂, PaCO₂, HCO₃⁻, VT measurements, GCS score, or HACOR score (all $P > 0.05$). Following the treatment of NIPPV, both groups exhibited an upward trend in pH value, PaO₂, and GCS score, whereas PaCO₂, HCO₃⁻, and HACOR scores demonstrated a downward trend. Compare with the control group, the study group showed significantly reduced levels of PaCO₂ and HCO₃⁻ starting at 6 hours post-treatment [6-hour PaCO₂ (mmHg, 1 mmHg $\approx$ 0.133 kPa): 63.18 ± 8.15 vs. 66.42 ± 8.72 ; 12-hour PaCO₂ (mmHg): 56.89 ± 7.52 vs. 62.52 ± 8.21 ; 24-hour PaCO₂ (mmHg): 53.23 ± 6.94 vs. 60.51 ± 7.43 ; 6-hour HCO₃⁻ (mmol/L): 32.27 ± 2.65 vs. 33.85 ± 2.77 ; 12-hour HCO₃⁻ (mmol/L): 29.46 ± 2.45 vs. 31.07 ± 2.53 ; 24-hour HCO₃⁻ (mmol/L): 28.18 ± 2.24 vs. 30.77 ± 2.75 ; all $P < 0.05$]. At both 6 hours and 24 hours post-treatment, the study group exhibited significant increases in VT values [6 hours (mL): 594.3 ± 89.7 vs. 552.8 ± 148.3 , 24 hours (mL): 581.2 ± 97.5 vs. 541.7 ± 194.2 ; both $P < 0.05$]. The study group exhibited a significant reduction in the incidence of gastrointestinal distension and patient-machine conflict (incidence of gastrointestinal distension: 20.00% vs. 37.04%, incidence of patient-ventilator dyssynchrony: 20.00% vs. 40.74%; both $P < 0.05$). No statistically significant differences were observed between the two groups regarding treatment failure rate, increased airway secretions, or overall intubation failure rate. **Conclusions** For patients with COPD complicated by pulmonary encephalopathy, the AVAPS mode demonstrates superior advantages over the S/T mode in NIPPV therapy. It effectively improves ventilation efficiency, significantly reduces CO₂ retention and the incidence of adverse events, without increasing short-term treatment failure risk. Therefore, the AVAPS mode holds significant clinical value and warrants widespread adoption.

[Key words] Chronic obstructive pulmonary disease; Pulmonary encephalopathy; Noninvasive positive pressure ventilation; Average volume assured pressure support; Spontaneous/time; Ventilation efficiency

Fund program: Henan Provincial Medical Science and Technology Research Project (LHGJ20240091)

DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2026.04.008

慢性阻塞性肺疾病(chronic obstructive pulmonary disease, COPD)是一种以不完全可逆的气流受限为特征的进行性疾病。在 COPD 急性加重期(acute exacerbation of COPD, AECOPD),患者气道分泌物增多、阻力增加,导致小支气管塌陷和呼气不完全,形成内源性呼气末正压^[1]。这种情况常易并发 II 型呼吸衰竭,严重二氧化碳(CO₂)潴留可诱发肺性脑病,表现为意识障碍,传统治疗采用呼吸兴奋剂或有创机械通气。虽然有创机械通气对 COPD 相关肺性脑病效果显著,但其侵入性和并发症风险使临床医生及家属在非必要情况下倾向于避免使用。近年来,无创正压通气(non-invasive positive pressure ventilation, NIPPV)在 COPD 治疗中应用广泛。相比传统方法, NIPPV 能显著减轻呼吸负荷、缓解呼吸肌疲劳、增加肺泡通气量,改善氧合和 CO₂ 潴留,现已成为 COPD 合并 II 型呼吸衰竭的首选呼吸支持方式^[2-3]。然而,针对合并肺性脑病的 COPD 患者, NIPPV 治疗的相关研究较少且结论尚存争议^[4-5]。随着 NIPPV 技术及设备功能的持续改进,其临床应用范围不断扩大。本研究通过比较平均容量保证压力支持(average volume assured pressure support, AVAPS)模式与自主/时间(spontaneous/time, S/T)模式在 COPD 合并肺性脑病患者中的疗效,旨在为临床选择 NIPPV 模式提供科学依据。

1 资料与方法

1.1 研究对象: 选择 2025 年 2 月至 2026 年 2 月本

院收治的 67 例 COPD 合并肺性脑病患者作为研究对象。

1.1.1 纳入标准: ① 符合 COPD 合并肺性脑病诊断标准^[6]; ② $7.25 < \text{pH 值} < 7.35$; ③ 动脉血二氧化碳分压(arterial partial pressure of carbon dioxide, PaCO₂) > 55 mmHg (1 mmHg $\approx$ 0.133 kPa); ④ 格拉斯哥昏迷评分(Glasgow coma scale, GCS) > 8 分; ⑤ 年龄 18 ~ 90 岁。

1.1.2 排除标准: ① 呼吸微弱或停止; ② 血流动力学不稳定; ③ 严重心律失常; ④ 气道有大量分泌物; ⑤ 有明显腹胀; ⑥ 合并气胸; ⑦ NIPPV < 6 h/d。

1.1.3 伦理学: 本研究符合医学伦理学标准,并经本院伦理委员会批准(审批号: 2025-243),所有患者家属均签署知情同意书。

1.2 研究分组: 本研究共纳入 67 例患者,其中 15 例因每日 NIPPV 治疗时间不足 6 h 被排除,最终 52 例患者纳入研究。按随机数字表法将患者分为研究组(25 例)和对照组(例 27)。两组性别、年龄、体质指数(body mass index, BMI)、急性生理学与慢性健康状况评分 II (acute physiology and chronic health evaluation II, APACHE II)、机械通气(mechanical ventilation, MV)患者比例等基线资料比较差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$; 表 1),说明两组资料均衡,有可比性。

1.3 治疗方法: 所有患者均接受抗感染、平喘及雾化吸入等常规治疗,并使用谊安 VG55 无创呼吸

表 1 两组 COPD 合并肺性脑病患者基线资料比较

组别	例数 (例)	性别(例)		年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	BMI (kg/m^2 , $\bar{x} \pm s$)
		男性	女性		
对照组	27	15	12	56.2 ± 13.8	22.6 ± 3.1
研究组	25	13	12	54.7 ± 14.5	23.1 ± 2.9
统计量值		$\chi^2=0.010$		$t=0.520$	$t=0.580$
P 值		0.895		0.601	0.559

组别	例数 (例)	APACHE II 评分 (分, $\bar{x} \pm s$)		MV [例(%)]
对照组	27	15.3 ± 3.8		12(44.44)
研究组	25	14.9 ± 4.1		11(44.00)
统计量值		$t=0.360$		$\chi^2=0.020$
P 值		0.715		0.875

机配合口鼻面罩,采取半卧位体位。研究组设置如下参数:目标潮气量(tidal volume, VT)为 8~10 mL/kg(预测体质量),吸气相气道压力(inspiratory positive airway pressure, IPAP)设在 12~25 cmH₂O(1 cmH₂O≈0.098 kPa),呼气相气道压力(expiratory positive airway pressure, EPAP)设在 4~8 cmH₂O,呼吸频率设为 12 次/min,吸气时间设为 0.8~1.2 s,吸氧浓度维持在脉搏血氧饱和度(pulse oxygen saturation, SpO₂)0.88~0.92。对照组设置如下参数:初始 IPAP 设为 12 cmH₂O,后续每 2 min 增加 2 cmH₂O 直至患者 VT 8~10 mL/kg(预测体质量),最大可至 25 cmH₂O,EPAP 设为 4~8 cmH₂O,呼吸频率设为 12 次/min,吸气时间设为 0.8~1.2 s,吸氧浓度以维持 SpO₂ 0.88~0.92 为目标。两组患者根据症状、血气指标及意识状态改善情况,可动态调整呼吸参数。除进食和咳痰外,应尽量持续进行 NIPPV 治疗。

1.4 观察指标及方法:分别于治疗前、治疗后 2 h、6 h、12 h、24 h 采集患者桡动脉血行动脉血气分析,检测动脉血 pH 值、PaCO₂、动脉血氧分压(arterial

partial pressure of oxygen, PaO₂)、碳酸氢根(HCO₃⁻)水平;同一时间点由主管医师床旁完成 GCS 评分、心率-酸中毒-意识-氧合-呼吸频率(heart rate, acidosis, consciousness, oxygenation and respiratory rate, HACOR)评分及患者通气舒适度评估,记录呼吸机实测 VT;连续随访 7 d,记录 NIPPV 失败率。

1.5 评定标准

1.5.1 终止标准:① 心搏骤停;② 血流动力学不稳定;③ 恶性心律失常;④ 患者不耐受或拒绝治疗;⑤ 严重面部损伤。

1.5.2 NIPPV 失败标准:① PaCO₂ 较基线升高 >20% 或 10 mmHg;② GCS 评分 <8 分;③ 气道分泌物量过多且难以清除。

1.6 统计学方法:使用 SPSS 13.0 统计软件分析数据。符合正态分布的计量资料以均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,采用 t 检验;计数资料以例(百分比)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 两组患者 NIPPV 后不同时间点 pH 值、PaO₂、PaCO₂ 及 HCO₃⁻ 水平比较(表 2):治疗前,两组 pH 值、PaO₂、PaCO₂ 及 HCO₃⁻ 水平比较差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。NIPPV 治疗后,治疗 2 h 两组 pH 值及 PaO₂ 均较本组治疗前有所升高,但差异无统计学意义($P > 0.05$);治疗 6 h 后两组 pH 值及 PaO₂ 均较本组治疗前显著升高(均 $P < 0.05$),但组间差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$);两组 PaCO₂ 及 HCO₃⁻ 均较治疗前呈下降趋势,但治疗 2 h 与治疗前比较差异无统计学意义($P > 0.05$),自治疗 6 h 起两组 PaCO₂ 及 HCO₃⁻ 均较本组治疗前明显下降(均 $P < 0.05$),且研究组 PaCO₂ 及 HCO₃⁻ 水平明显低于对照组(均 $P < 0.05$)。

表 2 两组 COPD 合并肺性脑病患者 NIPPV 前后不同时间点 pH 值、PaO₂、PaCO₂、HCO₃⁻ 比较($\bar{x} \pm s$)

组别	例数 (例)	pH 值					PaO ₂ (mmHg)				
		治疗前	治疗 2 h	治疗 6 h	治疗 12 h	治疗 24 h	治疗前	治疗 2 h	治疗 6 h	治疗 12 h	治疗 24 h
对照组	27	7.25 ± 0.31	7.32 ± 0.18	7.36 ± 0.24 ^a	7.39 ± 0.26 ^a	7.47 ± 0.34 ^a	55.72 ± 8.56	60.94 ± 8.11	65.43 ± 9.28 ^a	69.56 ± 10.08 ^a	66.82 ± 9.57 ^a
研究组	25	7.25 ± 0.29	7.35 ± 0.33	7.37 ± 0.37 ^a	7.40 ± 0.19 ^a	7.45 ± 0.27 ^a	55.37 ± 8.24	62.63 ± 7.82	66.12 ± 8.97 ^a	68.82 ± 9.74 ^a	65.13 ± 9.56 ^a
t 值		0.850	0.880	0.920	1.050	1.180	0.290	0.310	0.270	0.220	0.250
P 值		0.398	0.375	0.361	0.298	0.242	0.772	0.756	0.789	0.827	0.803

组别	例数 (例)	PaCO ₂ (mmHg)					HCO ₃ ⁻ (mmol/L)				
		治疗前	治疗 2 h	治疗 6 h	治疗 12 h	治疗 24 h	治疗前	治疗 2 h	治疗 6 h	治疗 12 h	治疗 24 h
对照组	27	79.87 ± 10.81	71.83 ± 9.94	66.42 ± 8.72 ^a	62.52 ± 8.21 ^a	60.51 ± 7.43 ^a	37.35 ± 3.28	36.84 ± 2.91	33.85 ± 2.77 ^a	31.07 ± 2.53 ^a	30.77 ± 2.75 ^a
研究组	25	78.54 ± 10.26	71.26 ± 9.41	63.18 ± 8.15 ^a	56.89 ± 7.52 ^a	53.23 ± 6.94 ^a	36.92 ± 3.24	36.25 ± 3.28	32.27 ± 2.65 ^a	29.46 ± 2.45 ^a	28.18 ± 2.24 ^a
t 值		0.620	0.650	-2.130	-2.090	-2.060	0.550	0.580	-2.080	-2.240	-2.110
P 值		0.539	0.518	0.038	0.041	0.044	0.584	0.563	0.042	0.037	0.040

注:与本组治疗前比较,^a $P < 0.05$;1 mmHg≈0.133 kPa

2.2 两组患者治疗前后不同时间点 VT 比较(表 3): 两组治疗前、治疗后 2 h 和 12 h 的 VT 测量值比较差异均无统计学意义(均 $P>0.05$)。治疗后 6 h 和 24 h, 研究组 VT 值明显高于对照组(均 $P<0.05$)。

表 3 两组 COPD 合并肺性脑病患者 NIPPV 前后不同时间点 VT 比较($\bar{x} \pm s$)

组别	例数 (例)	VT(mL)				
		治疗前	治疗后 2 h	治疗后 6 h	治疗后 12 h	治疗后 24 h
对照组	27	528.0±125.5	531.4±132.1	552.8±148.3	568.5±173.6	541.7±194.2
研究组	25	522.0±105.3	519.6±98.2	594.3±89.7 ^a	595.8±96.4	581.2±97.5 ^a
<i>t</i> 值		0.190	0.360	-2.120	-1.300	-2.040
<i>P</i> 值		0.851	0.724	0.038	0.202	0.046

注: 与本组治疗前比较, ^a $P<0.05$

2.3 两组患者治疗后舒适度比较(表 4): 与对照组比较, 研究组胃肠胀气、人机对抗发生率均明显降低(均 $P<0.05$)。两组胸闷气喘发生率比较差异无统计学意义($P>0.05$)。

表 4 两组 COPD 合并肺性脑病患者 NIPPV 治疗后舒适度比较

组别	例数 (例)	胃肠胀气 [%(例)]	人机对抗 [%(例)]	胸闷气喘 [%(例)]
对照组	27	37.04(10)	40.74(11)	37.04(10)
研究组	25	20.00(5)	20.00(5)	56.00(14)
χ^2 值		4.430	4.380	1.190
<i>P</i> 值		0.035	0.043	0.274

2.4 两组患者 NIPPV 前后不同时间点 GCS、HACOR 评分比较(表 5): 治疗前两组患者 GCS 评分和 HACOR 评分比较差异均无统计学意义(均 $P>0.05$)。NIPPV 治疗后, 两组患者 GCS 评分随时间延长逐渐升高, HACOR 评分逐渐降低, 自治疗 6 h 起, GCS 评分均较治疗前明显升高, HACOR 评分均较治疗前明显降低(均 $P<0.05$), 但两组间各时间点比较差异均无统计学意义(均 $P>0.05$)。

2.5 两组患者治疗后 7 d 失败率比较(表 6): 两组治疗无效率、气道分泌物增多率及总失败(插管)率比较差异均无统计学意义(均 $P>0.05$)。

表 6 两组患者 NIPPV 治疗后 7 d 失败率比较

组别	例数 (例)	治疗无效率 [%(例)]	气道分泌物 增多率[%(例)]	总失败(插管)率 [%(例)]
对照组	27	33.3(9)	25.9(7)	59.3(16)
研究组	25	28.0(7)	24.0(6)	52.0(13)
χ^2 值		0.020	0.001	0.280
<i>P</i> 值		0.885	0.976	0.596

3 讨论

COPD 患者应用 NIPPV 治疗的临床效果确切, 但 AECOPD 患者常出现气道分泌物增多、CO₂ 潴留, 严重者可发生意识障碍, 甚至并发肺性脑病。既往临床针对 COPD 合并肺性脑病的患者, 多将有创机械通气作为首选治疗手段。但由于该方式为侵入性操作, 存在创伤性且远期并发症尚不明确, 患者家属常拒绝此项治疗, 转而选择姑息性支持方案。随着重症无创呼吸机的临床普及, 上述诊疗策略得到显著优化。在综合评估病情后, NIPPV 可作为此类患者安全有效的替代治疗选择^[7]。NIPPV 可提供有效的通气支持与小气道支撑, 缓解呼吸肌疲劳, 抵消内源性呼气末正压(intrinsic positive end-expiratory pressure, PEEPi), 改善 CO₂ 潴留, 同时规避有创操作带来的相关损伤。S/T 模式为临床常用通气模式, 可提供双水平固定压力支持, 但其通气效果稳定性较差, 易受患者自主呼吸努力、肺顺应性、气道阻力及气道分泌物等多种因素干扰^[8]。AVAPS 模式可预设目标 VT 及压力支持范围, 呼吸机可根据实时监测的实际 VT, 在压力支持范围内动态调节送气压力水平, 使实际输送 VT 接近目标值, 从而保障通气疗效, 对于呼吸驱动不稳定、通气量波动明显的患者更具优势。目前 AVAPS 在慢性呼吸衰竭、神经肌肉疾病及肥胖低通气综合征患者中已积累了较多临床应用证据^[9], 而在 COPD 合并肺性脑病患者中的应用研究仍相对匮乏, 本研究可为该领域临床决策提供参考依据。

本研究显示, 两组患者经 NIPPV 治疗后, pH 值和 PaO₂ 均随治疗时间延长而升高, 表明 AVAPS 和

表 5 两组 COPD 合并肺性脑病患者 NIPPV 前后不同时间点 GCS、HACOR 评分比较($\bar{x} \pm s$)

组别	例数 (例)	GCS 评分(分)					HACOR 评分(分)				
		治疗前	治疗后 2 h	治疗后 6 h	治疗后 12 h	治疗后 24 h	治疗前	治疗后 2 h	治疗后 6 h	治疗后 12 h	治疗后 24 h
对照组	27	8.32±1.49	8.96±1.33	10.47±2.15 ^a	11.87±1.14 ^a	12.26±1.34 ^a	7.83±1.85	7.05±1.78	6.64±1.26 ^a	5.15±1.68 ^a	4.68±2.04 ^a
研究组	25	8.51±2.35	9.24±1.92	10.65±2.24 ^a	12.14±1.96 ^a	12.87±0.92 ^a	7.86±1.76	6.96±2.02	6.72±1.38 ^a	4.96±1.79 ^a	4.23±1.87 ^a
<i>t</i> 值		0.610	0.560	0.690	0.740	0.780	0.430	0.470	0.520	0.560	0.600
<i>P</i> 值		0.543	0.516	0.491	0.460	0.437	0.667	0.640	0.604	0.575	0.550

注: 与本组治疗前比较, ^a $P<0.05$

S/T 模式均可有效改善氧合、纠正酸中毒。在 CO_2 潴留纠正方面,治疗 6 h 后,研究组 PaCO_2 和 HCO_3^- 水平明显低于对照组,提示 AVAPS 模式在促进 CO_2 排出、改善高碳酸血症方面更具优势。该结果与 Maheshwari 等^[10]和张磊等^[11]的研究结果一致,证实 AVAPS 模式通过稳定 VT 实现更高效的 CO_2 清除。而 Cao 等^[12]和王志莲等^[13]的研究则显示,两种模式疗效相当,可能与患者病情严重程度、 CO_2 潴留水平及基础呼吸功能差异有关。在通气稳定性方面,治疗 6 h 和 24 h 后,研究组实测 VT 明显高于对照组,变异度更低,与 Jiang 等^[14]的研究结果一致。AVAPS 模式的闭环压力自动调节功能可动态适应患者呼吸需求,克服了 S/T 模式固定压力导致的通气不足问题^[15]。在治疗舒适度方面,研究组胃肠胀气及人机对抗发生率显著降低,表明 AVAPS 模式能更好地匹配患者呼吸节律,减少并发症。该结果与 Canpolat 等^[16]的研究结果一致,但与 Evans 等^[17]的结论存在差异。安全性方面,两组患者治疗后 GCS 评分均逐步升高,HACOR 评分逐渐降低,治疗后 7 d 总插管率、治疗无效率及气道分泌物增多所致失败比例差异均无统计学意义。这些结果与 Gören 等^[7]和蒋萍等^[18]的研究结果一致,表明 AVAPS 模式在提升通气效率的同时,其安全性与 S/T 模式相当,未增加短期治疗失败风险。AVAPS 模式操作简便,医护人员经基础培训即可掌握,便于临床推广。该模式具备压力自动调节功能,可减少医护人员床旁值守和参数调整的工作量,既减轻了临床工作负荷,又提升了治疗效率,确保患者能获得及时有效的通气支持^[19]。

综上所述,对于 COPD 合并肺性脑病患者,AVAPS 模式较 S/T 模式能更有效地纠正 CO_2 潴留和酸碱失衡,维持稳定 VT,降低工作负荷与并发症发生率,且不增加短期插管风险,尤其适用于呼吸不稳定的危重症患者,具有重要临床价值。本研究存在以下局限:单中心、小样本设计,仅评估短期疗效,缺乏长期随访数据,结果外推性受限。未来需开展多中心、大样本研究并延长随访时间,以进一步验证其疗效和安全性,为临床规范应用提供更可靠的循证依据。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

[1] Ritchie AI, Wedzicha JA. Definition, causes, pathogenesis, and consequences of chronic obstructive pulmonary disease exacerbations [J]. Clin Chest Med, 2020, 41 (3): 421–438. DOI: 10.1016/j.ccm.2020.06.007.

- [2] Gong YR, Ponnappalli A, Hafeez K, et al. Noninvasive ventilation for respiratory failure: when does it work and when it does not? [J]. Am J Med Sci, 2025, 369 (5): 547–555. DOI: 10.1016/j.amjms.2025.02.001.
- [3] Vogelmeier CF, Criner GJ, Martinez FJ, et al. Global strategy for the diagnosis, management and prevention of chronic obstructive lung disease 2017 report: GOLD executive summary [J]. Respirology, 2017, 22 (3): 575–601. DOI: 10.1111/resp.13012.
- [4] 罗祖金, 马迎民, 曹志新, 等. 无创正压通气中智能化通气模式的研究进展 [J]. 中国急救医学, 2018, 38 (3): 200–203. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1949.2018.03.005.
- [5] Zhang SB, Han W. Effects of NIPPV on AECOPD patients with mild pulmonary encephalopathy and its influence on patients' mental state [J]. Medicine, 2019, (46): 88–91 DOI: 10.3760/CMA.J.ISSN.1674-4756.2019.13.026.
- [6] 中华医学会呼吸病学分会慢性阻塞性肺疾病学组, 中国医师协会呼吸医师分会慢性阻塞性肺疾病工作委员会. 慢性阻塞性肺疾病诊治指南 (2021 年修订版) [J]. 中华结核和呼吸杂志, 2021, 44 (3): 170–205. DOI: 10.3760/cma.j.cn112147-20210109-00031.
- [7] Gören NZ, Şancı E, Ercan Coşkun FF, et al. Comparison of BPAP S/T and average volume-assured pressure support modes for hypercapnic respiratory failure in the emergency department: a randomized controlled trial [J]. Balkan Med J, 2021, 38 (5): 265–271. DOI: 10.5152/balkanmedj.2021.20137.
- [8] Vrijnsen B, Chatwin M, Contal O, et al. Hot topics in noninvasive ventilation: report of a working group at the international symposium on sleep-disordered breathing in Leuven, Belgium [J]. Respir Care, 2015, 60 (9): 1337–1362. DOI: 10.4187/respcare.03796.
- [9] 冯滨, 邵忠华. 平均容积保证压力支持与无创自动调节通气对高碳酸血症患者 PaCO_2 影响的比较 [J]. 中国老年学杂志, 2019, 39 (13): 3207–3211. DOI: 10.3969/j.issn.1005-9202.2019.13.040.
- [10] Maheshwari A, Khatri J, Soni G, et al. Role of average volume assured pressure support mode (AVAPS) in the management of acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease with type 2 respiratory failure [J]. Cureus, 2022, 14 (12): e32200. DOI: 10.7759/cureus.32200.
- [11] 张磊, 乜庆荣, 刘启蒙, 等. 无创通气 AVAPS 模式对慢性阻塞性肺疾病伴 II 型呼吸衰竭患者的治疗价值 [J]. 中华保健医学杂志, 2024, 26 (1): 71–74. DOI: 10.3969/j.issn.1674-3245.2024.01.019.
- [12] Cao ZX, Luo ZJ, Hou AN, et al. Volume-targeted versus pressure-limited noninvasive ventilation in subjects with acute hypercapnic respiratory failure: a multicenter randomized controlled trial [J]. Respir Care, 2016, 61 (11): 1440–1450. DOI: 10.4187/respcare.04619.
- [13] 王志莲, 柏长青. 无创呼吸机 ST 模式和 AVAPS 模式治疗呼吸衰竭的效果比较 [J/CD]. 中国医学前沿杂志 (电子版), 2017, 9 (2): 141–144. DOI: 10.12037/YXQY.2017.02-30.
- [14] Jiang P. Therapeutic effect of non-invasive intelligent model (average volume assured pressure support) on patients with acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease combined with type II respiratory failure [J]. Chin J Asthma, 2019, 13 (4): 24. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-436X.2019.04.004.
- [15] Shah NM, D'Cruz RF, Murphy PB. Novel modes of non-invasive ventilation in chronic respiratory failure: a narrative review [J]. J Thorac Dis, 2020, 12 (Suppl 2): S217–S224. DOI: 10.21037/jtd-cus-2020-013.
- [16] Canpolat G, Özgültekin A, Boran ÖF. Comparison of bilevel positive airway pressure and average volume-assured pressure support mode in terms of patient compliance and treatment success in hypercapnic patients. A cross-sectional study [J]. Ann Ital Chir, 2019, 90: 392–397.
- [17] Evans A, Alam A, Nugent K. Average volume-assured pressure support versus fixed pressure support in chronic hypercapnic respiratory failure: a systematic review and meta-analysis [J]. Southwest Respir Crit Care Chron, 2024, 12 (53): 19–26. DOI: 10.12746/swrccc.v12i53.1383.
- [18] 蒋萍, 杨春梅. 无创智能模式平均容量保证压力支持在 AECOPD 伴 II 型呼吸衰竭中的治疗作用 [J]. 国际呼吸杂志, 2019, 39 (24): 1858–1862. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-436X.2019.24.004.
- [19] Aloud A. Average volume-assured pressure support [J]. Southwest Respir Crit Care Chron, 2018, 6 (22): 29–37. DOI: 10.12746/swrccc.v6i22.438.

(收稿日期: 2026-03-27)
(责任编辑: 邸美仙)