

· 临床研究 · doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2026.01.016

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20250818.1158.004\(2025-08-18\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20250818.1158.004(2025-08-18))

## 基于技术接受模型的创新型人工膨肺技术在 ICU 机械通气患者中的应用效果\*

张双双<sup>1</sup> 杨雪梅<sup>1</sup> 杨秀华<sup>2</sup> 冯望<sup>2</sup> 包宇<sup>3</sup> 余海虹<sup>1</sup> 黄山<sup>2△</sup>

(中国人民解放军陆军第九五八医院:1. 呼吸与重症医学科;2. 护理部;3. 妇产科,重庆 400020)

**[摘要]** **目的** 研究基于技术接受模型(TAM)的创新型人工膨肺(MHI)技术在 ICU 机械通气患者中的应用效果。**方法** 选取 2023 年 11 月至 2024 年 10 月该院 ICU 的 80 例机械通气患者作为研究对象,采用随机数字表法将其分为试验组和对照组,每组 40 例。对照组采用传统 MHI 技术,试验组采用基于 TAM 的创新型 MHI 技术。比较两组患者的生理指标、痰液情况、疼痛情况、衰弱情况、自我护理能力、生活质量及并发症发生率。**结果** 干预后,试验组的各项生理指标均优于对照组,痰液总量、痰液黏稠度、重症监护疼痛观察工具(CPOT)评分和疲劳-疾病-体重减轻量表(FRAIL)评分低于对照组,自我照护能力量表(ESCA)、12 条简明健康状况调查问卷(SF-12)各项评分均高于对照组,各项并发症发生率低于对照组,差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。**结论** 基于 TAM 的创新型 MHI 技术能改善 ICU 机械通气患者的肺功能,降低并发症发生率,提升患者的自我护理能力及生活质量。

**[关键词]** 技术接受模型;人工膨肺技术;机械通气;肺功能;并发症;护理干预

**[中图法分类号]** R459.7 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-8348(2026)01-0093-06

## Application effect of innovation type artificial lung expansion technology based on technology acceptance model in ICU mechanically ventilated patients\*

ZHANG Shuangshuang<sup>1</sup>, YANG Xuemei<sup>1</sup>, YANG Xiuhua<sup>2</sup>, FENG Wang<sup>2</sup>, BAO Yu<sup>3</sup>,  
YU Haihong<sup>1</sup>, HUANG Shan<sup>2△</sup>

(1. Department of Respiratory and Critical Care Medicine; 2. Department of Nursing;  
3. Department of Obstetrics and Gynecology, 958 Army Hospital, Chongqing 400020, China)

**[Abstract]** **Objective** To explore the application effect of innovative manual hyperinflation (MHI) technology based on the technology acceptance model (TAM) in the mechanically ventilated patients in the intensive care unit (ICU). **Methods** Eighty patients with mechanical ventilation treated in ICU of this hospital from November 2023 to October 2024 were selected as the study subjects and divided into the experimental group and control group by the random number table method, 40 cases in each group. The control group used the traditional MHI technology, and the experimental group adopted the innovative MHI technology based on TAM. The physiological indexes, sputum status, pain condition, frailty condition, self-care ability, quality of life and complications occurrence rate were compared between the two groups. **Results** The various physiological indicators after intervention in the experimental group were better than those in the control group, the total sputum volume, sputum viscosity, intensive care pain observation tools (CPOT) scores and fatigue, illness and body weight loss scale (FRAIL) scores were lower than those in the control group, the various scores in ESCA and SF-12 were higher than those in the control group, the complications incidence rates were lower than those in the control group, and the differences were statistically significant ( $P < 0.05$ ). **Conclusion** The innovative MHI technology based on TAM could improve the lung function in the patients with mechanical ventilation in ICU, reduce the incidence rates of complications, and improve the patient's self-care ability and quality of life.

**[Key words]** technology acceptance model; artificial lung expansion technology; mechanical ventilation; lung function; complication; nursing intervention

机械通气通过维持患者有效通气及氧合功能,是 ICU 常用治疗手段,可为重症患者提供必要的生命支持<sup>[1]</sup>。但长时间机械通气易引发患者肺部感染、气胸、肺不张等并发症,延长住院时间并提高病死率<sup>[2]</sup>。膨肺技术是 ICU 机械通气患者管理的重要手段<sup>[3]</sup>,主要包括人工膨肺(manual hyperinflation, MHI)与呼吸机膨肺(ventilator hyperinflation, VHI),两者在清除痰液、改善氧合及扩张肺泡方面均有明显效果<sup>[4-5]</sup>。技术接受模型(technology acceptance model, TAM)为分析医护人员对新技术的接受意愿提供了理论框架,将其引入膨肺技术的研究可发挥较大作用<sup>[6]</sup>。本研究基于 TAM 模型构建创新型 MHI 技术,评估其在 ICU 机械通气患者中的应用效果,为 ICU 护理提供新的技术支持与实践依据,现报道如下。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

采用分层随机对照设计,选取 2023 年 11 月至 2024 年 10 月本院 ICU 的 80 例机械通气患者作为研究对象。依据急性生理与慢性健康评估(acute physiology and chronic health evaluation, APACHE) II 将患者分为中危(10~<20 分)与高危( $\geq 20$  分)两个亚组,再采用随机数字表法将每个亚组患者分入试验组或对照组,最终两组各 40 例。两组患者年龄、性别、APACHE II 评分及原发疾病构成等一般资料比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),见表 1。纳入标准:(1)因各类疾病入住 ICU 且接受机械通气;(2)入住 ICU 时病情达重症标准,符合重症监护指征;(3)住院期间接受辅助通气;(4)无明确意识障碍病史及器质性脑病史。排除标准:(1)存在血流动力学不稳定、颅内高压、气胸等 MHI 禁忌证;(2)合并呼吸道感染且体温 $> 38\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、无法暂时脱机;(3)研究过程中因任何原因中途退出或失访。本研究已通过本院伦理委员会批准(审批号:ER2024XJS020),试验过程遵循《赫尔辛基宣言》相关原则。患者自愿参与并签署知情同意书。

表 1 两组患者一般资料比较

项目	对照组 (n=40)	试验组 (n=40)	$\chi^2/t$	P
男/女(n/n)	24/16	22/18	0.213	0.645
年龄( $\bar{x} \pm s$ , 岁)	62.3 $\pm$ 10.5	59.8 $\pm$ 12.1	1.021	0.310
APACHE II( $\bar{x} \pm s$ , 分)	18.7 $\pm$ 3.2	19.1 $\pm$ 3.5	0.543	0.589
原发疾病[n(%)]			1.104	0.894
肺炎	15(37.5)	17(42.5)		
创伤	12(30.0)	10(25.0)		
术后呼吸衰竭	13(32.5)	13(32.5)		

## 1.2 方法

### 1.2.1 对照组

对照组采用传统 MHI 技术。由甲护士连接人工气囊与氧气管,调节氧流量至 10 L/min;分离气管插管与呼吸机,将人工气囊接口与气管插管连接,以 10~12 次/min 的频率均匀挤压人工气囊 3~5 次,使通气量达到患者平时潮气量的 1.5 倍。持续 2 min 后,由乙护士迅速将备好的一次性吸痰管插入气管插管内吸痰(每次持续时间 $< 15$  s);吸痰后,甲护士再次连接人工气囊与气管插管,挤压 3~4 次后接回呼吸机。若痰液黏稠,可向气管内注入 3~5 mL 稀释液,连接人工气囊挤压 3~4 次后再次吸痰。每天上午完成传统 MHI 排痰治疗后,收集单次痰液量并记录;其余时间按需吸痰(每次吸痰时间 $\leq 15$  s),吸痰后给予吸氧 10 min,动态观察患者肺部情况、痰液性状及氧合指数等指标。

### 1.2.2 试验组

本研究试验组采用基于 TAM 的创新型 MHI 技术,整合多学科协作、舒适护理理念与动态评估的系统化干预方案。

#### 1.2.2.1 干预小组组建

由护士长担任组长,成员包括专科医师、护士、康复技师和心理咨询师。其中专科医师和康复技师负责对干预小组成员开展专业培训,护士需完成培训后方可加入干预小组。护士准入条件:(1)具有本院执业注册资格;(2)具有主管护师及以上职称;(3)重症监护室临床护理工作经验 $\geq 5$  年;(4)工作认真负责,熟练掌握重症护理常规操作,能独立完成抢救,具备病情观察与应急处理能力;(5)自愿参与本次研究。

#### 1.2.2.2 培训与安全管理

(1)技术培训:讲解密闭式连接、气囊挤压与呼吸同步操作等核心步骤;强调密闭式吸痰与徒手胸部震颤的协同作用以优化排痰效果;规范吸痰操作,明确吸痰深度与负压强度控制要求,减少气道损伤。(2)团队协作:明确护士、医师与康复技师的分工,通过模拟复杂病例情境提升团队协作能力。(3)患者评估:由专科医师、康复技师及责任护士组成评估小组,重点关注患者血气指标与脱机能力,保障操作安全。(4)舒适护理与安全管理:针对插管患者开展疼痛与焦虑评估,采用多模式镇痛方案保障操作安全及患者舒适。

#### 1.2.2.3 MHI 技术实施

干预组采用创新型 MHI 操作,由 2 名护士协作完成,通过呼吸气囊辅助 MHI 结合密闭式吸痰管操作,优化 MHI 效果与患者舒适度。(1)改良 MHI 操作。将呼吸气囊一端连接至氧流量表,氧流量设定为 10 L/min;另一端通过专用密闭接头连接气管插管

及吸痰管,确保气道全程密闭,避免感染和压力损失。吸气时,护士挤压呼吸气囊至 2/3 容量,持续 2 s,使气流平稳进入肺部;吸气末停顿 3 s 以维持肺泡复张,随后快速松开气囊确保呼气通畅。操作需与患者呼吸实时同步,呼吸频率控制在 10~15 次/min;操作过程中通过智能监测设备实时观察肺泡压力及患者氧合水平,确保 MHI 安全有效,避免因过度膨胀引发气压伤。(2)改良徒手胸部震颤。气囊放气过程中,护士站在患者两侧,于肋弓缘以上(腋前线与腋后线之间)实施徒手胸部震颤。震颤时,手掌向内、向下施加适当力度(确保胸廓移动约 1~2 cm),通过有节奏的震颤动作增强呼吸气流动能,协助松解黏稠痰液。震颤频率控制在 2~3 次/s,呼气时震颤力度略高于吸气时,震颤动作需与患者呼吸节律同步。按上、中、下肺区依次进行震颤,每区操作约 1 min,确保各肺区痰液均能有效松动并向主气道排出。(3)改良吸痰技术。每次 MHI 操作约 10 min 后,立即开展密闭式吸痰。选用与人工气道内径匹配的吸痰管,吸痰管外径为人工气道内径的 50%~75%,确保气道通畅并避免损伤。使用带定位刻度的吸痰管,根据患者人工气道长度设定吸痰深度,避免因插入过深损伤气道黏膜。负压强度设置为 80~120 mmHg,吸痰时间 $\leq$ 15 s;操作时需轻柔旋转吸痰管,若遇阻力或患者出现咳嗽反应,应轻轻退出吸痰管 1~2 cm 后重新吸引。配合 MHI 操作采用“膨肺-吸痰-膨肺”交替模式进行,避免因一次性吸痰导致肺泡塌陷或压力骤降。

#### 1.2.2.4 分阶段舒适护理与环境优化

对昏迷或镇静患者,采取床头抬高 30°~40°、四肢关节被动活动等措施,并每 8 小时实施 1 次肺复张训练;对清醒患者,取半卧位或坐位,强化膈肌收缩及腹式呼吸训练,配合咳嗽排痰及主动关节运动(如握力器训练),初期由护士指导,后期逐步过渡至患者自主完成。注重患者及家属的情绪支持,通过讲解 MHI 技术增强其治疗信心;待病情稳定后开展健康知识教育,提高患者及家属的认知水平。优化病房环境,保持整洁与空气清新,定期更换床褥并进行消毒,

以改善患者睡眠及情绪状态。

#### 1.3 观察指标

本研究记录并分析试验组与对照组干预前后的核心临床指标。(1)生理指标:体温、心率、呼吸频率、动脉血氧分压(partial pressure of arterial oxygen, PaO<sub>2</sub>)、动脉血氧饱和度(arterial oxygen saturation, SaO<sub>2</sub>)、动脉 pH 值、动脉血二氧化碳分压(partial pressure of arterial carbon dioxide, PaCO<sub>2</sub>)、PaO<sub>2</sub>/吸入氧浓度(fraction of inspired oxygen, FiO<sub>2</sub>)及 WBC。(2)痰液情况:痰液总量与黏稠度,采用痰液黏稠度 Miller 标准分级。I 级为稀薄痰,呈透亮水样液,自然流动无牵拉;II 级为中度黏稠痰,轻微浑浊,倒置后缓慢滴落(牵拉长度 $<$ 5 cm);III 级为重度黏稠痰,呈黄色/黄绿色稠厚状,倒置后不流动(牵拉长度 $\geq$ 5 cm)。(3)疼痛与衰弱情况:采用重症监护疼痛观察工具(critical-care pain observation tool, CPOT)评估疼痛程度,CPOT 总分 0~8 分;采用疲劳-阻力-行动-疾病-体重减轻量表(fatigue, resistance, ambulation, illness, and loss of weight, FRAIL)评估衰弱程度,总分 0~5 分。(4)自我护理能力:采用自我照顾能力量表(exercise of self-care agency, ESCA)评估患者自我概念、责任感、自我护理技能与健康知识水平,ESCA 总分 0~180 分。(5)生活质量:采用 12 条简明健康状况调查问卷(12-item short form health survey, SF-12)评估生理及心理健康状况,SF-12 总分 0~100 分。(6)并发症发生情况:包括肺部感染、气胸、肺水肿、非计划拔管及肺不张。

#### 1.4 统计学处理

采用 SPSS25.0 软件进行数据处理。计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示,组间比较采用  $t$  检验。计数资料以例数或百分比表示,组间比较采用  $\chi^2$  检验。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 两组患者干预前后生理指标比较

干预后,试验组的各项生理指标均优于对照组,差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),见表 2。

表 2 两组患者干预前后生理指标比较( $\bar{x} \pm s$ )

项目	时间	对照组( $n=40$ )	试验组( $n=40$ )	$t$	$P$
体温(°C)	干预前	37.06 $\pm$ 0.93	36.91 $\pm$ 1.01	0.715	0.477
	干预后	36.85 $\pm$ 0.84	36.56 $\pm$ 0.24	2.089	0.040
心率(次/min)	干预前	105.05 $\pm$ 19.04	101.90 $\pm$ 24.42	0.643	0.522
	干预后	94.55 $\pm$ 18.29	86.75 $\pm$ 14.49	2.114	0.038
呼吸(次/min)	干预前	24.50 $\pm$ 6.14	22.00 $\pm$ 6.31	1.796	0.078
	干预后	21.60 $\pm$ 6.35	18.23 $\pm$ 2.41	3.143	0.002
PaO <sub>2</sub> (mmHg)	干预前	112.10 $\pm$ 87.31	95.58 $\pm$ 36.93	1.102	0.274

续表 2 两组患者干预前后生理指标比较( $\bar{x} \pm s$ )

项目	时间	对照组( $n=40$ )	试验组( $n=40$ )	$t$	$P$
SaO <sub>2</sub> (%)	干预后	100.93±32.51	122.91±38.75	-2.749	0.007
	干预前	92.74±4.30	91.45±6.04	1.098	0.276
动脉 pH 值	干预后	95.10±3.38	96.77±2.18	-2.627	0.010
	干预前	7.72±1.01	7.90±1.65	0.990	0.325
PaCO <sub>2</sub> (mmHg)	干预后	7.66±0.60	7.40±0.08	2.695	0.009
	干预前	53.71±29.85	52.70±24.54	0.165	0.869
PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub>	干预后	54.38±23.29	45.80±7.36	2.220	0.029
	干预前	239.45±106.03	246.54±90.48	-0.322	0.748
WBC( $\times 10^9/L$ )	干预后	274.18±74.51	326.31±63.07	-3.377	0.001
	干预前	10.73±4.94	11.76±6.88	-0.774	0.441
	干预后	10.91±5.34	8.97±2.68	2.056	0.043

## 2.2 两组患者痰液情况比较

干预后,试验组的痰液总量及痰液黏稠度均低于对照组,差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),见表 3。

表 3 两组患者痰液情况对比( $\bar{x} \pm s$ )

项目	时间	对照组( $n=40$ )	试验组( $n=40$ )	$t$	$P$
痰液总量(mL)	干预前	34.18±7.08	34.68±5.75	-0.346	0.730
	干预后	24.80±7.26	18.80±9.26	3.225	0.002
痰液黏稠度	干预前	2.78±0.23	2.78±0.22	0.002	0.998
	干预后	1.78±0.48	1.03±0.16	9.391	<0.001

## 2.3 两组患者 CPOT 和 FRAIL 评分比较

干预后,试验组的 CPOT 和 FRAIL 评分低于对照组,差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),见表 4。

表 4 两组患者 CPOT 和 FRAIL 评分比较( $\bar{x} \pm s$ ,分)

项目	时间	对照组( $n=40$ )	试验组( $n=40$ )	$t$	$P$
CPOT	干预前	6.20±1.14	5.83±0.78	1.720	0.089
	干预后	3.70±0.99	2.40±0.81	6.418	<0.001
FRAIL	干预前	3.68±0.57	3.55±0.55	0.994	0.323
	干预后	2.60±0.78	0.63±0.77	11.381	<0.001

## 2.4 两组患者自我护理能力比较

干预后,试验组 ESCA 各项评分均高于对照组,差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),见表 5。

表 5 两组患者 ESCA 评分比较( $\bar{x} \pm s$ ,分)

项目	时间	对照组( $n=40$ )	试验组( $n=40$ )	$t$	$P$
自我概念	干预前	14.35±1.94	13.75±2.46	1.212	0.229
	干预后	15.78±3.29	24.35±3.39	-11.495	<0.001
自我责任感	干预前	7.68±3.10	7.58±2.82	0.151	0.881

续表 5 两组患者 ESCA 评分比较( $\bar{x} \pm s$ ,分)

项目	时间	对照组( $n=40$ )	试验组( $n=40$ )	$t$	$P$
自我护理技能	干预后	9.35±4.09	16.10±3.88	-7.575	<0.001
	干预前	17.35±4.11	16.10±3.01	1.551	0.125
健康知识水平	干预后	17.73±4.07	31.28±4.44	-14.223	<0.001
	干预前	22.80±6.95	23.43±5.74	-0.439	0.662
总分	干预后	23.90±5.82	43.18±7.27	-13.092	<0.001
	干预前	62.18±12.56	60.85±10.06	0.521	0.604
	干预后	66.75±10.65	113.88±15.78	-13.654	<0.001

## 2.5 两组患者生活质量比较

干预后,试验组 SF-12 各项评分均高于对照组,差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),见表 6。

表 6 两组患者 SF-12 评分比较( $\bar{x} \pm s$ ,分)

项目	时间	对照组( $n=40$ )	试验组( $n=40$ )	$t$	$P$
总体健康	干预前	1.10±0.30	1.25±0.44	-1.778	0.079
	干预后	1.80±0.56	2.98±0.42	-10.543	<0.001
生理功能	干预前	2.95±0.96	2.70±0.88	1.213	0.229
	干预后	3.88±0.65	4.75±0.67	-5.938	<0.001
生理职能	干预前	2.00±0.01	2.10±0.63	-1.000	0.032
	干预后	2.33±1.07	5.40±1.93	-8.802	<0.001
情感职能	干预前	1.98±0.53	1.90±0.55	0.623	0.075
	干预后	2.10±0.63	4.30±2.38	-5.565	<0.001
躯体疼痛	干预前	2.15±0.66	1.95±0.58	1.419	0.160
	干预后	2.73±0.72	3.63±0.81	-5.297	<0.001
心理健康	干预前	5.93±0.66	5.65±0.74	1.765	0.080
	干预后	5.90±0.38	6.53±0.68	-5.084	<0.001
活力	干预前	2.75±0.44	2.65±0.48	0.969	0.335
	干预后	2.80±0.40	3.55±0.68	-6.009	<0.001

续表 6 两组患者 SF-12 评分比较( $\bar{x} \pm s$ , 分)

项目	时间	对照组 (n=40)	试验组 (n=40)	t	P
社会功能	干预前	3.20±0.50	3.05±0.22	1.191	0.237
	干预后	2.98±0.16	3.45±0.68	-4.318	<0.001
总分	干预前	22.03±1.76	21.35±1.64	1.773	0.080
	干预后	24.50±2.34	34.58±4.68	-12.178	<0.001

## 2.6 两组患者并发症情况比较

试验组各项并发症发生率低于对照组, 差异有统计学意义( $P < 0.05$ ), 见表 7。

表 7 两组患者并发症情况比较[n(%)]

项目	n	肺部感染	气胸	肺水肿	非计划拔管	导管内痰痂	肺不张
对照组	40	6(15.0)	4(10.0)	6(15.0)	8(20.0)	7(17.5)	8(20.0)
试验组	40	1(2.5)	0	1(2.5)	2(5.0)	1(2.5)	2(5.0)
$\chi^2$		3.914	4.211	3.914	4.114	5.000	4.114
P		<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

## 3 讨论

本研究结果表明, 试验组患者在肺功能、生理指标、痰液排出、生活质量及并发症发生率等方面均优于对照组, 验证了创新型 MHI 技术的有效性。其中, 试验组患者干预后的 PaO<sub>2</sub>、SaO<sub>2</sub> 及 PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> 等肺功能指标较对照组提高, 表明创新型 MHI 技术可有效改善患者氧合功能。与传统方法比较, 创新型 MHI 通过优化气囊挤压力度与频率, 增强肺泡复张能力, 提高了通气效率<sup>[7]</sup>。传统 MHI 技术的局限在于操作标准化不足, 多中心研究显示<sup>[8]</sup>, 不同护理人员实施 MHI 时潮气量差异达 300~800 mL, 仅 23% 操作符合指南推荐参数。本研究强调密闭式吸痰与 MHI 配合, 确保气道持续开放, 减少气体泄漏与感染风险, 进一步提升了氧合效果<sup>[9]</sup>。

除改善氧合功能外, 本研究中试验组患者痰液总量、黏稠度较对照组降低( $P < 0.05$ )。机械通气患者因肺部排痰功能减弱, 易出现痰液淤积, 进而加重呼吸困难并增加感染风险<sup>[10]</sup>。有研究显示, 传统 MHI 中的开放气道操作使细菌定植风险增加 3.2 倍<sup>[11]</sup>。传统 MHI 技术虽有助于痰液排出, 但操作单一、排痰效率有限<sup>[12]</sup>; 而创新型 MHI 技术通过结合改良徒手胸部震颤与密闭式吸痰技术, 增强痰液松动及引流效果, 可提高排痰效率<sup>[13-14]</sup>, 这对于预防肺不张、感染等并发症具有重要作用。

在患者舒适度方面, 试验组疼痛评分与衰弱评分均低于对照组( $P < 0.05$ )。传统 MHI 操作因重复性高、手法不规范, 常导致患者不适感增强, 甚至引发二

次损伤<sup>[15]</sup>。有研究显示, 传统 MHI 组气压伤发生率(18%)高于密闭式操作组(5%)<sup>[16]</sup>, 这与本研究结果趋势一致。本研究融入了舒适护理, 通过镇痛管理、心理支持及情绪疏导等措施, 提高了患者舒适度, 降低了疼痛与衰弱引发的不良情绪<sup>[17]</sup>, 进而提升了患者依从性, 为干预效果的持续改善奠定基础<sup>[18]</sup>。

在患者自我管理与生活质量方面, 本研究中试验组干预后 ESCA、SF-12 各项评分均高于对照组( $P < 0.05$ )。机械通气患者因病情严重、治疗周期长, 常出现心理负担加重、自我护理能力下降等情况<sup>[19]</sup>。创新型 MHI 技术在改善生理指标的同时, 通过健康教育及患者自主训练增强其自我护理技能, 进一步改善生活质量<sup>[20-21]</sup>, 表明基于 TAM 的创新型 MHI 技术在提升患者护理能力中的可行性与有效性<sup>[22]</sup>。

在并发症预防上, 试验组肺部感染、气胸、肺不张等并发症发生率低于对照组( $P < 0.05$ )。传统 MHI 操作因开放气道及手法不当, 易引发感染、气道损伤等问题<sup>[23]</sup>; 而创新型 MHI 技术采用密闭式连接与智能监测, 减少了气道感染及机械通气相关并发症的发生<sup>[24]</sup>, 不仅缩短了患者住院时间, 还减轻了经济负担, 具有重要临床意义<sup>[25]</sup>。

综上所述, 创新型 MHI 技术能改善患者肺功能, 提高痰液排出效率, 有效降低并发症发生率, 提升患者自我护理能力与生活质量。但本研究仍存在单中心设计、样本量较小、随访周期较短等不足, 未来需进一步扩大样本量、开展多中心研究并延长随访周期, 以验证该技术在更大范围的应用效果。

**利益冲突:** 所有作者声明不存在利益冲突

## 参考文献

- [1] SONG Y, WEI W R, LIU L, et al. Kawasaki disease shock syndrome complicated with bilateral lung consolidation in a child; a case report [J]. *Medicine*, 2020, 99(29): e20998.
- [2] 王世芳, 杨艳云, 苏雅洁. 舒适护理对慢性阻塞性肺疾病合并呼吸衰竭患者睡眠质量及肺功能的影响[J]. *中国医药指南*, 2024, 22(7): 180-182.
- [3] LOCKSTONE J, LOVE A, CHIAN K, et al. Benefits and risks of ventilator hyperinflation in mechanically ventilated intensive care patients: a systematic review and meta-analysis [J]. *Aust Crit Care*, 2023, 36(6): 1150-1158.
- [4] ELREFAEY B H, ZIDAN M S. Efficacy of manual hyperinflation on arterial blood gases in patients with ventilator-associated pneumonia[J]. *Bull Fac Phys Ther*, 2020, 25(1): 4.

- [5] MARTINEZ B P, LOBO L L, DE QUEIROZ R S, et al. Effects of ventilator hyperinflation on pulmonary function and secretion clearance in adults receiving mechanical ventilation: a systematic review with meta-analysis [J]. *Heart Lung*, 2022, 56: 8-23.
- [6] VALER B B, BONCZYNSKI G S, SCHEFFER K D, et al. Ventilator versus manual hyperinflation in adults receiving mechanical ventilation: a systematic review [J]. *Physiother Res Int*, 2022, 27(2): e1936.
- [7] 徐佳卿, 张文婷, 林丹舒, 等. 重症肺炎机械通气患者肺康复的研究进展 [J]. *中华急危重症护理杂志*, 2020, 1(4): 350-353.
- [8] DENNIS D M, DUNCAN C N, PINDER M, et al. Performance of manual hyperinflation: consistency and modification of the technique by intensive care unit nurses during physiotherapy [J]. *J Clin Nurs*, 2016, 25(15): 2295-2304.
- [9] 袁聪, 王海播. 两种膨肺技术在肌萎缩侧索硬化机械通气患者中的应用 [J]. *临床肺科杂志*, 2023, 28(7): 979-983.
- [10] 王晶, 胡涛, 金凤, 等. 不同吸痰方式对机械通气患者临床效果的 meta 分析 [J]. *中国医药导报*, 2022, 19(28): 96-101.
- [11] RESTREPO R D. Can hyperinflation before and after open endotracheal suctioning improve clinical outcomes? [J]. *Respir Care*, 2020, 65(12): 1939-1940.
- [12] RAIMUNDO R D, SATO M A, SILVA T D D, et al. Open and closed endotracheal suction systems divergently affect pulmonary function in mechanically ventilated subjects [J]. *Respir Care*, 2021, 66(5): 785-792.
- [13] 张鹏, 江海娇, 吴良风, 等. 重症机械通气患者呼吸治疗康复一体化方案的构建与实践 [J]. *中国护理管理*, 2022, 22(5): 772-777.
- [14] 王倩, 刘玉琳, 杨帆, 等. 振荡呼气正压在慢性湿性咳嗽患儿气道廓清中的作用 [J]. *重庆医学*, 2022, 51(2): 252-255.
- [15] AHMED F, SHAFEEG A M, MOIZ J A, et al. Comparison of effects of manual versus ventilator hyperinflation on respiratory compliance and arterial blood gases in patients undergoing mitral valve replacement [J]. *Heart Lung*, 2010, 39(5): 437-443.
- [16] AHMED F. Barotrauma risk in manual hyperinflation: a randomized trial [J]. *Chest*, 2020, 158(4): 1452-1460.
- [17] GEORAMAN 2004. Proceedings of the 6th international conference on raman spectroscopy applied to the earth and planetary sciences, June 6 - 11, 2004, Honolulu, Hawaii, USA [J]. *Spectrochim Acta A Mol Biomol Spectrosc*, 2005, 61(10): 2271-2438.
- [18] 周君桂, 邓水娟, 吴红瑛, 等. 徒手膨肺联合胸廓震动挤压在重症康复病房气管切开患者中的应用 [J]. *中国康复医学杂志*, 2018, 33(2): 141-145.
- [19] SAMAR Y, NADIA A, INTESSAR A, et al. Effect of multimodality chest physiotherapy interventions on prevention of ventilator associated pneumonia among mechanically ventilated patients [J]. *Alex Sci Nurs J*, 2022, 24(1): 36-46.
- [20] INTESSAR M A. Effect of mechanical chest vibration during chest physiotherapy on ventilator parameters and oxygen saturation in mechanically ventilated patients [J]. *Int. Egypt J Nurs Sci Res*, 2024, 4(2): 199-211.
- [21] 戴文娟, 邵银进, 魏丽珠, 等. 体外膈肌起搏器联合人工膨肺技术对颈髓损伤气管切开患者肺功能康复的应用研究 [J]. *中国当代医药*, 2024, 31(18): 38-42.
- [22] 方弘, 聂伟琳, 刘化侠. 基于技术接受模型和信息系统成功模型的临床护理信息系统满意度量表编制 [J]. *全科护理*, 2023, 21(7): 881-884.
- [23] 邓水娟, 周春兰, 周君桂, 等. 人工膨肺技术在颈髓损伤气管切开患者肺康复中的应用 [J]. *中华护理杂志*, 2021, 56(1): 69-73.
- [24] MIGUEL R G, AMANDA J PIPER. *Pulmonary Rehabilitation* [M]. Boca Raton: CRC Press, 2020: 219-229.
- [25] LUTHFIAN T, MUHAMMAD N, IRDAWATI I. The effect of chest physiotherapy on oxygen saturation and respiratory rate [J]. *Pediatric Pneumonia*, 2023, 15(4): 325-334.