

智能呼吸训练联合云服务在慢性阻塞性肺疾病患者中的应用效果研究^{*}

——刘爽 黄婧琳 许昌 张婧 黄文蒂 匡薇 梁真

【摘要】 **目的** 探讨智能呼吸模式优化训练系统联合云服务应用于慢性阻塞性肺疾病(COPD)患者的呼吸训练效果。**方法** 构建智能呼吸训练联合云服务呼吸康复管理模式,采用前瞻性类实验研究验证其相较于传统训练的康复效果。**结果** 干预组肺功能改善显著,胸腹呼吸相位差从 $(28.5 \pm 5.2)^{\circ}$ 降至 $(15.3 \pm 3.8)^{\circ}$,第一秒用力呼气容积(FEV_1)、用力肺活量(FVC)分别提升0.24 L、0.26 L, FEV_1/FVC 提高3.9百分点;6 min步行距离(6MWD)延长42.7 m,基础性日常生活活动(BADL)评分提高12分,呼吸困难量表(mMRC)分级降低0.5级,COPD评估测试(CAT)评分下降3.6分。多因素分析显示,智能呼吸训练是肺功能改善的独立保护因素 $[OR = 2.15, 95\% CI (1.32 - 3.51)]$ 。**结论** 智能呼吸训练联合云服务呼吸康复管理模式通过呼吸力学监测与云平台的深度融合,构建了“监测—评估—管理”全周期闭环,实现了COPD呼吸康复从经验驱动向数据驱动的范式转换。

【关键词】 慢性阻塞性肺疾病;智能呼吸训练;可穿戴设备;肺康复;云服务

中图分类号:R47

文献标识码:B

Research on the Application Effects of Intelligent Breathing Training Combined with Cloud Services in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease/LIU Shuang, HUANG Jinglin, XU Chang, et al.//Chinese Health Quality Management, 2026, 33(7): 25-30

Abstract **Objective** To explore the effect of an intelligent breathing pattern optimization training system combined with cloud services on respiratory training in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD).

Methods An intelligent breathing training combined with cloud service-based pulmonary rehabilitation management model was constructed, and a prospective quasi-experimental study was conducted to verify its rehabilitation effects compared with conventional training.

Results The intervention group showed significant improvements in pulmonary function. The thoracoabdominal breathing phase difference decreased from $(28.5 \pm 5.2)^{\circ}$ to $(15.3 \pm 3.8)^{\circ}$; FEV_1 and FVC increased by 0.24 L and 0.26 L, respectively; FEV_1/FVC improved by 3.9%. The 6-minute walk distance (6MWD) increased by 42.7 m, the Barthel Activities of Daily Living (BADL) score improved by 12 points, the modified Medical Research Council (mMRC) grade decreased by 0.5 levels, and the COPD Assessment Test (CAT) score decreased by 3.6 points. Multivariate analysis revealed that intelligent breathing training was an independent protective factor for pulmonary function improvement $[OR = 2.15, 95\% CI: (1.32 - 3.51)]$.

Conclusion The intelligent breathing training combined with cloud service-based pulmonary rehabilitation management model, through the deep integration of respiratory mechanics monitoring and cloud platform, constructs a full-cycle closed loop of "monitoring-assessment-management", realizing a paradigm shift in COPD pulmonary rehabilitation from experience-driven to data-driven.

Key words Chronic Obstructive Pulmonary Disease; Intelligent Breathing Training; Wearable Devices; Pulmonary Rehabilitation; Cloud Services

First-author's address Peking University Shenzhen Hospital, Shenzhen, Guangdong, 518036, China

慢性阻塞性肺疾病(chronic obstructive pulmonary disease, COPD)严重威胁全球公共健康,已成为全球第四大死亡原因^[1]。我国20岁及以上成人COPD患病率为8.6%,总患病人数约1亿,40岁以上人群

DOI:10.13912/j.cnki.chqm.2026.33.7.05

^{*} 基金项目:深圳市医疗卫生三名工程(编号:SZSM202111013)

北京大学深圳医院 广东 深圳 518036

中 COPD 患病率高达 13.7%，且随着老龄化进程的加快，其疾病负担持续加重^[1]。肺康复作为 COPD 管理的主要治疗手段，理论上可以改善患者症状与生活质量，但基层医院呼吸训练多依赖纸质指导完成，这导致训练动作标准化率仅为 38%^[2]。传统训练由于缺少实时生理参数监测，数据缺失严重，约 32% 的患者因训练强度不合适而中途退出^[3]。此外，精准度不足也是阻碍肺康复临床实施的一大难题。传统康复方式无法准确地量化评估胸腹呼吸相位差等关键呼吸模式异常指标，从而难以制订个体化康复处方^[4]。随着数字化技术的发展，智能化可穿戴设备与 AI 算法的出现，为上述问题解决提供了一种新思路。本研究将高精度呼吸力学监测与云服务深度融合，构建了“实时波形反馈—智能节律引导—远程数据管理”的肺康复模式，以期为肺康复的数字化转型提供实践范式，推动 COPD 管理从经验驱动向数据驱动的精准医疗模式转变。

1 资料与方法

1.1 研究对象

1.1.1 纳入与排除标准

纳入标准：符合《慢性阻塞性肺疾病全球倡议(GOLD)2024》^[5]诊断标准，COPD 评估测试(COPD assessment test, CAT)评分介于 8~20 分，年龄≥40 岁，病情稳定期(近 3 个月无急性加重史)，具备基本沟通理解能力的患者。排除标准：合并严重心脑血管疾病或恶性肿瘤者；存在中度及以上认知功能障碍或精神疾病者；患有气胸、肺大疱(直径≥3 cm 或伴有张力性特征)、未控制的咯血、急性肺栓塞等疾病的患者。

1.1.2 样本量测算

本研究采用 PASS 15.0 软件进行样本量测算，以第一秒用力呼气容积/用力肺活量(forced expiratory volume in one second/forced vital capacity, FEV₁/FVC)为主要效应指标，参考预实验及文献设定组间差值 3.9%、标准差 5.8%，设定检验水准 $\alpha=0.05$ 、检验效能 0.80，考虑 15% 脱落率后，确定干预组与对照组各 40 例，总样本量 80 例。该样本量可满足统计效能要求，且符合 COPD 肺康复研究样本量标准，能有效检测组间差异并满足亚组分析需求。

1.1.3 分组方法

本研究以 GOLD 分级(Ⅱ级/Ⅲ级)为分层因素，采用区组随机化方法，将 80 例 COPD 患者分为Ⅱ级(48 例)和Ⅲ级(32 例)两层，每层内随机分配至干预组与对照组(Ⅱ级组 24 例/组，Ⅲ级组 16 例/组)，最终两组各 40 例。经 SPSS 生成随机序列并执行分配隐藏，基线资料显示两组在年龄、性别、GOLD 分级、FEV₁ 占预计值百分比(FEV₁ percent predicted, FEV₁%pred)及 CAT 评分等方面差异无统计意义($P>0.05$)，确保组间均衡可比(表 1)。

1.2 研究方案

本研究对两组受试者均施以标准化的 12 周呼吸训练干预，训练频率为每天 2 次、每周 5 天。

1.2.1 对照组方案

对照组接受常规护理与传统呼吸训练。常规护理内容包括：(1)戒

烟指导。通过个体化健康教育，帮助患者建立戒烟计划。(2)药物干预。遵循 GOLD 指南调整支气管扩张剂、糖皮质激素等用药方案。(3)健康教育。患者接受每周 1 次、每次 30 min 的集中授课，内容涵盖 COPD 病理机制、症状管理及应急处理等。传统呼吸训练由责任护士每周现场指导 1 次，患者每天自主练习并记录纸质日志，具体包括腹式呼吸训练及缩唇呼吸训练，每项训练每次持续 10~15 min。

1.2.2 干预组方案

干预组在对照组基础上，实施以智能呼吸模式优化训练系统为核心、融合云服务平台的呼吸康复模式。COPD 患者因膈肌功能障碍，常呈现胸式呼吸主导、胸腹呼吸不同步的异常模式。研究表明，当胸腹呼吸相位差>20°时，通气效率显著下降^[6]。这一病理机制为智能呼吸训练提供了理论依据：生物反馈疗法通过外部信号强化本体感觉，可帮助患者重建正确运动程序^[7-9]。智能呼吸模式优化训练系统的核心原理来源于此，其通过实时可视化呼吸波形反馈，使患者直观感知呼吸不同步状态，结合语音提示，引导神经—肌肉系统进行适应性调整^[10]。系统为一款可穿戴医疗设备，由可穿戴设备实时体征监测、平台数据自动分析及数据可视化移动工作站 3 部分构成(图 1)。系统并非简单的训练工具叠加，而是将实时监测、即时反馈与远程管理整合为“数据驱动干预”的闭环。

表 1 COPD 患者干预组和对照组基线资料对比

指标	干预组($n=40$)	对照组($n=40$)	P
年龄/岁	65.8±7.3	64.2±8.1	0.347
男性比例/%	72.5	67.5	0.521
GOLD Ⅱ级比例/%	60.0	60.0	0.689
FEV ₁ %pred/%	52.3±9.1	50.8±8.7	0.437
CAT 评分/分	18.5±3.6	17.9±3.2	0.482

本研究采用的智能呼吸训练联合云服务呼吸康复管理模式依托 HIS/LIS、云服务平台及智能呼吸训练平台,将门诊评估、院内干预、居家训练与随访管理纳入同一流程。患者在门诊或住院阶段完成基础信息采集及康复相关评估后,由医护人员制订相应康复方案,并通过云服务平台与智能呼吸训练平台进行衔接。患者在院内或居家完成训练后,系统自动记录训练过程、训练效果及相关监测数据,并将结果回传至医护端,为疗效评估、方案调整和后续随访提供依据。由此,该模式形成“评估—处方—训练—反馈—调整—随访”的闭环管理流程,实现 COPD 患者从院内干预到居家延续康复的连续管理,为 COPD 患者提供全周期、个体化的康复支持(图 2)。该模式所构建的智能呼吸训练联合云服务呼吸康复管理模式主要包括 3 个阶段:训练启动前、正式训练及训练结束后。

训练启动前,患者经门诊或病房评估入组后,由医护人员进一步完成肺功能、运动耐量及呼吸模式等康复相关指标评估,并结合患者疾病严重程度、基础活动能力及居家训练条件,制订个体化康复处方。处方内容包括吸呼比目标、单次训练时长、训练频次、训练强度及安全监测阈值等。随后,医护人员将康复处方提交至智能呼吸模式优化训练系统移动终端,并对患者进行设备佩戴、操作流程、异常情况处理及居家训练注意事项指导,使院内制订的康复方案能够在居家训练阶段继续执行。患者完成操作确认并掌握基本训练要求后,开始正式训练。

正式训练阶段,患者穿戴含有传感器的胸腹带,系统以 200 Hz 高频同步采集胸、腹呼吸运动波形。在单

次 15 min 的训练中,移动终端将实时绘制可视化呼吸波形:胸式呼吸以蓝色显示,腹式呼吸以红色显示,以便让患者直观感知自身胸腹运动是否同步(图 3)。当系统检测到胸腹呼吸相位差超过预设阈值,即判定为异常呼吸模式时,会同步触发震动与个性化语音提示,引导患者“加强腹部呼吸”,以此帮助其在训练中重建正确的胸腹协调运动程序。采用智能呼吸模式优化训练系统实施智能呼吸训练的具体流程如下:(1)准备阶段。佩戴传感器,校准基线,按病情设定吸呼比目标(轻度 1 : 1.2/中重度 1 : 1.5)。(2)训练阶段。实时波形反馈异常时,触发震动+语音提示,动态监测心率/经皮动脉血氧饱和度(heart rate/pulse oxygen saturation, HR/SpO₂),保障安全。(3)恢复阶段。生成含心率变异性指标的可视化报告,支持医患端数据同步。(4)休息(安全监控)阶段。当训练阶段监测到心率>120 次/min 或血氧饱和度<90%时,为超过安全阈值,系

统自动暂停训练并进入休息阶段,同时持续监测心率、血氧及心率变异性。通过语音引导患者半卧位放松,当心率<90 次/min 且血氧≥93%时提示恢复训练。若 5 min 未达标,则终止本节训练并记录异常。

训练结束后,包含胸腹呼吸相位差均值、吸呼比达标率、心率和血氧趋势的完整波形数据与可视化报告将自动同步至云服务平台,形成持续更新的个人肺康复数字档案。医师和护士可在云服务平台查看患者训练的实时进度与历史趋势。当系统识别到训练依从性连续下降、呼吸模式改善停滞,或在训练中出现心率>120 次/min、血氧饱和度<90%等安全事件时,云服务平台将主动向医护端发出风险预警,提示需要远程随访或调整处方。同时,医患双方可通过平台内嵌的实时消息功能,直接沟通训练时的问题与感受。

1.3 评价指标与工具

本研究评价维度涵盖呼吸功



图 1 SensEcho 智能呼吸模式优化训练系统构成与工作原理

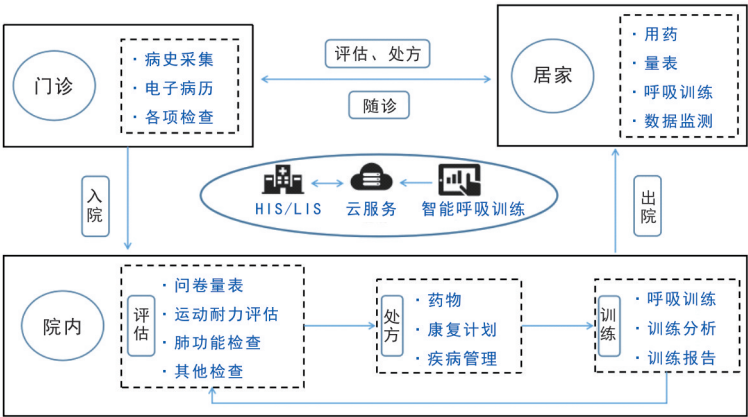


图 2 智能呼吸训练联合云服务呼吸康复管理模式



图 3 智能呼吸训练单次课程界面展示

能、运动耐力、生活质量及设备性能 4 方面。呼吸功能评估包括:采用德国耶格肺功能仪测定 FEV₁、FVC 及 FEV₁/FVC,反映肺通气功能;通过系统采集胸腹呼吸相位差、吸呼比及呼吸频率变异系数,评估呼吸力学参数。运动耐力以 6 min 步行试验为核心指标,记录 6 min 步行距离(6 minute walk distance,6MWD)、最低 SpO₂ 及 Borg 评分。生活质量采用基础性日常生活活动(basic activities of daily living,BADL)、改良呼吸困难指数(modified medical research council,mMRC)及 CAT 量表组合评估。设备性能则通过计算训练依从性(有效训练次数占比)及设备与标准参考数据的 Pearson 相关系数进行验证。

1.4 伦理审查

本研究通过北京大学深圳医院伦理委员会审查,批件号:北大深医伦审(研)[2025]第(059)号,并已在 ChiCTR 中国临床试验注册中心项目注册,注册号:ChiCTR2600122059。

2 结果

2.1 呼吸模式优化

干预组患者经智能呼吸训练后,胸腹呼吸相位差从基线期的(28.5±5.2)°降至(15.3±3.8)°,降幅达 46.3%,较对照组干预后的(23.7±5.5)°改善更显著,表明智能设备通过实时波形反馈与节律引导,有效纠正了 COPD 患者胸腹呼吸不同步的异常模式。同时,吸呼比从异常的 1:2 优化至接近生理状态的 1:1.5,呼吸频率变异系数由(0.32±0.08)降至(0.21±0.05),提示呼吸节律的稳定性显著提升,这与设备动态调整训练强度、实时监控生

理参数的功能密切相关。

2.2 肺功能指标改善

肺功能检测结果(表 2)显示,干预组干预后 FEV₁、FVC 及 FEV₁/FVC 比值均显著优于对照组(P<0.01),表明智能呼吸训练通过优化呼吸模式,显著改善了患者的肺通气功能,且疗效优于传统呼吸训练。

2.3 运动耐力提升

干预组患者运动耐力通过 6 min 步行试验评估显示显著改善,从(342.5±48.6)m 延长至(385.2±52.3)m(延长 42.7 m,增幅 12.5%),优于对照组改善效果[(345.6±51.4)m→(358.9±53.7)m,

表 2 COPD 患者干预组和对照组的肺功能指标对比

指标	组别	干预前	干预后	P
FEV ₁ (L)	干预组	1.21±0.28	1.45±0.32	<0.001
	对照组	1.23±0.31	1.25±0.30	
FVC(L)	干预组	2.12±0.41	2.38±0.45	<0.001
	对照组	2.10±0.39	2.15±0.42	
FEV ₁ /FVC(%)	干预组	54.30±5.80	58.20±6.50	<0.001
	对照组	53.90±6.10	54.70±5.90	

组间差值 13.3 m]。运动中最低 SpO₂ 从(89.2±3.1)% 升至(92.5±2.8)%, Borg 评分从(5.2±1.3) 分降至(3.1±1.0)分。这表明智能呼吸训练通过优化呼吸效率、降低运动负荷,可以有效提升运动耐力与耐缺氧能力^[11]。

2.4 生活质量改善

生活质量评估结果显示,干预组日常生活活动能力量表 BADL 评分从(77.5±2.4)分升至(89.5±3.5)分($P<0.01$),表明独立完成日常活动的能力提升。改良呼吸困难指数 mMRC 分级从(2.3±0.7)级降至(1.8±0.6)级($P<0.001$),提示呼吸困难对日常活动的影响程度减轻; COPD 评估测试 CAT 评分从(19.8±5.3)分降至(16.2±4.1)分,降幅达 18.2%($P<0.001$),反映疾病对生活的综合影响显著降低。这些指标数据表明,智能呼吸训练在缓解症状、提升患者生活质量方面具有显著优势,且疗效与呼吸模式优化及肺功能改善呈正相关。

2.5 多因素回归分析结果

多因素 Logistic 回归分析结果显示,智能呼吸训练是肺功能改善的独立保护因素[OR = 2.15, 95% CI(1.32—3.51), $P=0.006$],即接受智能训练的患者肺功能改善优势是传统训练组的 2.15 倍,且该效应与年龄、GOLD 分级无关(表 3)。肺功能改善的 ROC 曲线如图 4 所示,最佳点 FPR = 0.37, TPR = 0.69。此结果证实智能呼吸训练可通过实时反馈机制提升肺功能。

2.6 设备性能与依从性改善

在设备性能与患者依从性方面,干预组展现出显著优势。智能呼吸模式优化训练系统训练依从性达 89.5%(358/400),优于对照组

纸质记录的 62.5%(250/400),表明使用该系统提升了患者训练积极性。其呼吸频率监测与标准参考数据相关系数达 0.92,胸腹呼吸相位误差率<5%,显示出较高的数据准确性与可靠性。

3 讨论

本研究采用前瞻性类实验设计,验证了智能呼吸模式优化训练系统联合云服务在 COPD 患者肺康复中的应用价值。该模式通过呼吸力学监测与云平台的深度融合,构建了“监测—评估—管理”一体化闭环,实现了 COPD 呼吸康复从经验驱动向数据驱动的范式转换。

从作用机制分析,该系统的差异化优势体现在对呼吸模式异常进行准确的量化与实时矫正。既往虚拟现实(virtual reality, VR)类呼吸训练虽可通过场景化设计提升患者参与度,但其干预聚焦于呼吸动作的“完成度”,未对呼吸力学进行精

准解析,且反馈滞后^[12]。且 VR 设备需要固定终端,如头戴式显示器、传感器等,对场地及患者操作能力要求较高,在基层及老年患者中的适用性受限。相比之下,智能呼吸模式优化训练监测系统通过 200 Hz 高频采样技术,连续捕获胸廓与腹部呼吸运动波形,可量化胸腹呼吸相位差这一反映膈肌—辅助呼吸肌协调性的核心指标。当检测到胸腹运动非同步时,系统立即触发多模态反馈,引导患者重建协调的呼吸运动模式。这种即时闭环反馈有效提升了神经—肌肉连接效率,是延迟响应较长的 VR 系统尚难实现的。上述机制也可解释本研究中干预组呼吸模式的显著优化:胸腹呼吸相位差从(28.5±5.2)°降至(15.3±3.8)°,吸呼比从 1:2 的异常模式调整至接近生理状态的 1:1.5,提示异常的胸式呼吸主导模式被有效纠正,气流分布趋于生理性分布。呼吸模式的改善可转化为量化的生理学收益。优化呼吸比、降低动态过度充气,从通气力学角度为

表 3 肺功能改善的多因素 Logistic 回归分析

变量	OR	95%CI	P
智能呼吸训练	2.15	(1.32—3.51)	0.006
年龄≥65 岁	0.78	(0.51—1.20)	0.254
GOLDⅢ级	1.12	(0.68—1.85)	0.672

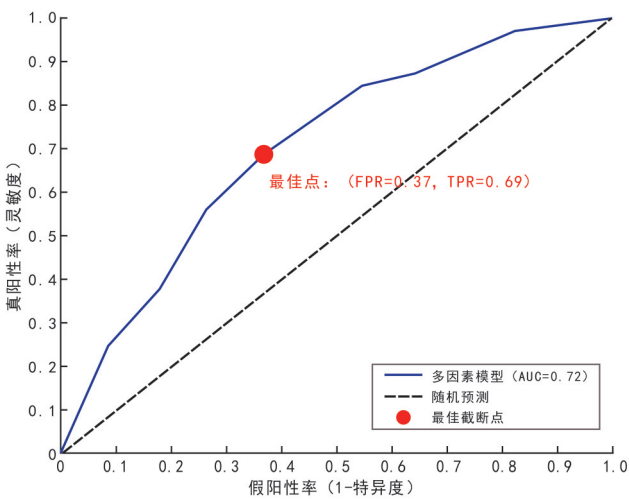


图 4 肺功能改善 ROC 曲线

FEV₁ 提升 0.24 L、6MWD 延长 42.7 m 提供了机制解释,提示运动耐力的提升源于通气效率的改善,而非单纯的心理激励效应。

云服务与康复训练的融合,轻量化的可穿戴设备,降低了老年患者居家训练时的操作难度。且训练数据能够自动同步至云平台,自动分析和记录,并传输至医院信息管理系统^[13]。医护人员可根据这些客观指标动态调整康复处方,将精细化康复管理从医院延伸至居家场景,贯穿患者康复全周期,有效提升了康复治疗依从性^[14]。

4 不足与展望

本研究虽证实了智能呼吸模式优化训练系统联合云服务的临床价值,但仍存在一定局限性。(1)样本量有限且为单中心设计,仅纳入同一所三甲医院的 80 例患者,可能制约亚组分析的统计效能,研究结论向基层及不同区域人群推广尚需验证。未来应开展多中心、大样本的随机对照试验,纳入不同层级医疗机构的 COPD 患者,并预设肺功能严重程度、合并症等分层因素,以提升研究的统计效能与外部真实性。(2)干预与随访周期仅为 12 周,尚无法评价急性加重次数、再住院率等远期结局指标及长期依从性。后续研究可将随访延长至 1 年及以上,将急性加重频率与再住院率作为关键次要终点,以评估技术的持续效应。(3)本研究未设置同类智能设备的对照组,难以从数据层面明确本系统相较其他数字化呼吸训练方案的优势。后续可设计多臂随机试验,从反馈精准性、依从性、临床效果及成本等维度进行系统评价。(4)卫生经济学评价的缺位限制了基层推广的经济可行性论证,

未来可采用成本—效果分析或成本—效用分析方法,全面评估该模式相较于传统康复的增量成本与健康产出,为医保准入决策提供依据。

未来,在验证本技术有效性与可行性的基础上,可进一步探索将智能呼吸训练系统与医院信息系统及区域健康信息平台对接,结合人工智能预测算法,利用长期动态监测的生理数据,构建 COPD 急性加重风险预警模型,推动 COPD 管理从“被动康复”向“主动预防”的模式升级,实现个体化、精准化与全程化的呼吸慢病管理目标。

作者贡献:刘爽负责研究思路构思与整体试验方案设计;黄婧琳负责文献梳理;许昌负责论文审阅、修改;张婧负责临床病例筛选、随访与基础资料整理;黄文蒂负责研究全过程质量控制;匡薇负责研究数据采集及论文初稿撰写;梁真负责研究项目的统筹规划。

利益冲突:所有作者声明本文无实际或潜在的利益冲突。

参考文献

[1] WANG C, XU J, YANG L, et al. Prevalence and risk factors of chronic obstructive pulmonary disease in China (the China Pulmonary Health (CPH) study): a national cross-sectional study [J]. The Lancet, 2018, 391(10131), 1706—1717.

[2] 吴志娟. 多频振动排痰机联合主动呼吸训练在慢性阻塞性肺疾病急性加重患者中的应用效果[J]. 医疗装备, 2025, 38(2): 121—124.

[3] 张宇航, 蒋冬梅. 体外膈肌起搏联合呼吸训练在慢性阻塞性肺疾病稳定期患者中的应用效果[J]. 中国民康医学, 2025, 37(1): 27—29, 33.

[4] 杨冬玉, 石磊, 周清和, 等. 不同等级步行运动训练联合呼吸操训练在慢性阻塞性肺疾病患者中的应用效果[J]. 实用心脑血管病杂志, 2025, 33(1): 108—113.

[5] 陈典, 隆寰宇, 李姝润, 等. 2024

年 GOLD 慢性阻塞性肺疾病诊断、治疗、管理及预防全球策略更新要点解读[J]. 中国全科医学, 2024, 27(13): 1533—1543, 1567.

[6] 姜波. 缩唇—腹式呼吸训练配合抗阻运动在老年慢性阻塞性肺疾病患者康复治疗中的应用效果[J]. 反射疗法与康复医学, 2024, 5(18): 74—77.

[7] 沈清, 陈淑琴, 朱文婷, 等. 运动联合呼吸训练在慢性阻塞性肺疾病患者康复治疗中的应用效果[J]. 中国社区医师, 2024, 40(21): 144—146.

[8] 黎光辉, 林琳. 振动呼气正压技术排痰联合呼吸训练在慢性阻塞性肺疾病患者中的应用效果[J]. 深圳中西医结合杂志, 2024, 34(12): 116—119.

[9] 钟芝梅. 布地格福联合呼吸操训练在老年慢性阻塞性肺疾病稳定期患者中的应用效果[J]. 反射疗法与康复医学, 2024, 5(6): 181—184.

[10] PEIHONG X, WEI Z, YAN-JUN Z. Effect analysis of lung rehabilitation training in 5A nursing mode for elderly patients with COPD based on X-ray[J]. Comput Math Method M, 2022, 2022: 1963426.

[11] 何丽琴, 乐薇. 缩唇—腹式呼吸训练在慢性阻塞性肺疾病稳定期患者中的应用效果观察[J]. 基层医学论坛, 2023, 27(27): 79—81.

[12] 刘雪宁, 盛莉, 金学勤, 等. 慢阻肺患者出院后呼吸康复随访教育中虚拟现实与生物反馈技术的应用与成效分析[J]. 现代医学, 2025, 53(S1): 165—167.

[13] 丁小容, 肖一鸣, 赖文娟, 等. 基于 5G 全流程闭环管理的智慧护理服务模式[J]. 中国卫生质量管理, 2023, 30(10): 10—14.

[14] 蔡永江, 成思, 陈晓红, 等. 基于医疗数字生态平台的智慧健康管理研究[J]. 中国卫生质量管理, 2024, 31(11): 9—13.

通信作者:

匡薇: 北京大学深圳医院呼吸与危重症医学科主管护师
E-mail: 283006764@qq.com
梁真: 北京大学深圳医院院长
E-mail: laingzhen@pkusz.hk

收稿日期: 2025—07—23

修回日期: 2026—05—08

本文编辑: 吴小红、刘斯好