

肺康复在慢性阻塞性肺疾病中的研究进展

王菲¹, 王婷¹, 温红侠^{2*}

¹西安医学院临床医学院, 陕西 西安

²陕西省人民医院呼吸与危重症内二科, 陕西 西安

收稿日期: 2025年8月15日; 录用日期: 2025年9月8日; 发布日期: 2025年9月17日

摘要

慢性阻塞性肺疾病是一种肺部的异质性疾病, 而肺康复是目前慢阻肺非药物治疗中疗效较为显著的一种方法, 旨在对病人进行全面评估后, 进行个体化的运动、呼吸训练、营养干预等, 为减轻患者的症状并且提高患者生存质量的一项综合治疗方案。自从1974年美国提出“肺康复”一词后, 肺康复的概念、形式及内容逐渐发生改变, 从仅依靠药物治疗补充到呼吸锻炼, 运动训练及中医技术, 其已经成为临床医生应用于慢阻肺患者的共识并在指南上已经有所体现。但最佳肺康复方式以及个体化治疗尚无定论且疗效不稳定, 也是众多学者现在研究的问题。该文通过检索国内外相关文献来综述慢性阻塞性肺疾病肺康复的研究进展。

关键词

慢性阻塞性肺疾病, 肺康复, 运动训练, 无创通气技术

Research Progress of Pulmonary Rehabilitation in Chronic Obstructive Pulmonary Disease

Fei Wang¹, Ting Wang¹, Hongxia Wen^{2*}

¹School of Clinical Medicine, Xi'an Medical College, Xi'an Shaanxi

²Department of Respiratory and Critical Care Internal Medicine II, Shaanxi Provincial People's Hospital, Xi'an Shaanxi

Received: Aug. 15th, 2025; accepted: Sep. 8th, 2025; published: Sep. 17th, 2025

Abstract

Chronic obstructive pulmonary disease (COPD) is a heterogeneous disease of the lung. Pulmonary rehabilitation is an effective method in non-drug treatment of COPD at present. It aims to conduct

*通讯作者。

文章引用: 王菲, 王婷, 温红侠. 肺康复在慢性阻塞性肺疾病中的研究进展[J]. 临床医学进展, 2025, 15(9): 1016-1024.
DOI: 10.12677/acm.2025.1592587

individualized exercise training, respiratory training and nutritional intervention after a comprehensive assessment of the patient, so as to reduce the symptoms of the patient and improve the quality of life of the patient. After the term “pulmonary rehabilitation” was proposed in the United States in 1974, the concept, form and content of pulmonary rehabilitation gradually changed, from only as a supplement to drug therapy to breathing exercise, sports training and traditional Chinese medicine techniques, which has become the consensus of clinicians to apply to COPD patients and has been reflected in the guidelines. However, the efficacy of early pulmonary rehabilitation in patients with acute exacerbation is still uncertain and has been studied by many scholars. This article reviews the progress of pulmonary rehabilitation in the early stage of chronic obstructive pulmonary disease by searching relevant literature at home and abroad.

Keywords

Chronic Obstructive Pulmonary Disease, Pulmonary Rehabilitation, Sports Training, Noninvasive Ventilation

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

慢性阻塞性肺疾病(简称慢阻肺, Chronic Obstructive Pulmonary Disease, COPD)是一种异质性的肺部疾病,其特征是长期显著暴露于有毒颗粒或气体中,引起气道(支气管炎)和/或肺泡(肺气肿)结构异常,导致进行性、持续性的气流受限,从而出现慢性的呼吸道症状(包括呼吸困难、咳嗽、咳痰等) [1]。慢性呼吸系统疾病(CRD)给全球患者和卫生系统带来了很高的发病率和死亡率[2]。而慢性阻塞性肺疾病是 CRD 中发病率最高,严重危害人类的生命健康,全球重要的公共卫生问题之一[3]。全球 ≥ 40 岁人群中 COPD 患病率达到 9%~10%,死因顺位位于第 3 位[4]。最新流行病学资料显示,我国目前有将近 1 亿人口的慢阻肺患者,其趋势呈现随年龄增加而上升的特征,而且伴随着我国人口老龄化进程的加速,老年人群已然成为慢阻肺发病的重灾区[5]。

目前 COPD 的发病机制尚未完全阐明,研究表明上皮细胞损伤、气道慢性炎症反应及氧化应激都会引起气道重塑和肺泡结构异常,从而导致严重的气流受限、肺过度充盈以及肺功能下降,也会累及呼吸肌造成呼吸衰竭,严重影响患者身心健康以及生活质量[6]。慢阻肺的病因主要是由于接触了有毒颗粒和气体,引起呼吸道和(或)肺泡的慢性炎症反应[7]。这种慢性反应最主要是由香烟烟雾引起,炎症细胞和炎症介质持续存在,中性粒细胞和 T 淋巴细胞水平升高,细胞因子如白细胞介素-6 (IL-6)、白细胞介素-8 (IL-8)和肿瘤坏死因子(TNF- α)的分泌增加[8]。病情严重程度可能与炎症因子水平相关,其中 IL-6、IL-8 及 TNF- α 是 COPD 炎症过程的主要炎症因子,可使中性粒细胞趋化、聚集并释放炎症递质,造成气道、肺实质和肺血管的慢性炎症反应和组织损伤,最终可以使骨骼肌蛋白分解加速,数量减少,运动能力减弱[9] [10]。而持续性的气流受限也可导致 COPD 患者呼吸肌力降低,进而影响患者的呼吸肌功能[11]。所以慢阻肺患者不仅是呼吸困难等呼吸系统症状,还伴有上下肢肌肉肌无力、呼吸肌肌无力,从而影响慢阻肺患者的生活质量。

“肺康复”一词最早是美国的 Joule 和 Spawn 在 1963 年提出,历经几十年的发展,2013 年,美国临床药学会(ACCP)和欧洲呼吸学会(ERS)联合发布的一项肺康复计划,旨在通过全面评估患者的情况,并采取个体化的治疗方案[12]。在 2019 年《中国肺康复发展报告》显示,我国人口随着老龄化的发展,慢

性呼吸系统疾病患者比例逐渐增加, 医疗资源相对紧缺, 建议应尽早进行肺康复。从此肺康复训练在我国才正式进入到 COPD 患者的治疗方案当中, 逐渐受到临床医生的重视, 主要应用于稳定期慢阻肺患者中。中国慢性呼吸道疾病呼吸康复管理指南(2021 版)指出呼吸康复可以应用于中度至重度慢阻肺稳定期或慢阻肺急性加重出院后的患者, 可减少再次急性加重的次数[13]。最新 2025 版慢性阻塞性肺疾病全球倡议(Global initiative for chronic obstruction lung disease, GOLD)也提出除药物治疗外早期肺康复是稳定 COPD 的有效措施, 至今已成为标准治疗方案之一[14]。

2. 肺康复的定义

2023 年美国胸科协会(ATS)指南定义肺康复是“一种综合性干预措施, 基于对患者的全面评估, 根据患者的具体情况进行治疗, 包括但不限于运动训练、教育、旨在改变行为的自我管理干预, 改善慢性呼吸系统疾病患者的身体和心理状况, 并促进他们长期坚持改善健康的行为”[15]。

3. 肺康复的训练方法

3.1. 呼吸训练

主要包括缩唇呼吸, 腹式呼吸, 膈式呼吸及全身性呼吸操等方法[16]。但各种方法有其优势, 一篇 Mate [17]综述分析了呼吸练习对运动能力(6 分钟步行试验[6MWT])、肺功能(第一秒用力呼气量与用力肺活量的比率[FEV1/FVC])、生活质量(圣乔治呼吸问卷[SGRQ])、吸气肌压力(最大吸气压[PI_{max}])和呼吸困难(Borg 量表)的影响。纳入了 43 项 RCT, 涉及 1977 名参与者。结果: 提高运动能力, 排名前两位的运动是吸气肌训练(75%)、中国传统健身运动(13%); 在改善肺功能方面, 排名前两位的运动是中国传统健身运动(32%)、横膈膜呼吸(30%); 为了提高患者的生活质量, 排名前两位的运动是瑜伽(52%)、横膈膜呼吸(28%); 为了增加吸气肌压力, 排名前两位的运动是噘嘴呼吸(47%)、中国传统健身运动(25%); 为了改善呼吸困难, 排名前两位的运动是瑜伽(44%)、吸气肌训练(22%)。说明 COPD 患者进行各种呼吸练习都以不同方式表现出益处, 肺康复专家可以根据每位患者的病情程度进行个性化的呼吸练习, 以此获得最佳的治疗效果。由此可以得出, 不同的呼吸锻炼方式对于 COPD 患者的呼吸困难及肺功能均有不同程度的益处, 应该鼓励患者积极进行呼吸练习。另一种主要的方法——呼吸肌训练(IMT)是指通过在吸气过程中施加阻力来进行针对性地加强吸气肌的训练方式, 通过激活 AMPK/PGC-1 α 通路增强线粒体生物合成, 提高膈肌氧化能力[18]。在 Tounsi B [19]的研究中, 耐力训练联合 IMT 后, 患者 PI_{max} 增加了 21.3 cm H₂O, 呼吸肌肌力显著提高。IMT 显著改善 COPD 患者的膈肌厚度和力量, 减少动态过度充气(DH), 降低呼吸困难评分(mMRC) [20]。

3.2. 气道廓清技术

主要包括体位引流、辅助咳嗽、主动循环呼吸技术、自体引流、用力呼气技术、呼气正压装置、振荡呼气正压装置以及高频胸壁振荡(HFCWO)、间歇性正压呼吸(IPPB)、肺内冲击通气(IPV)和临时呼气正压通气[21]。高频胸壁振荡(HFCWO)是一种用于调动气道分泌物的技术, 通过充气背心清洁气道, 无需特定的定位或协调呼气, 以最低限度的治疗支持下进行管理, 减轻局部炎症反应[22]。在 Nicolini A [23]的研究中, 对比肺内叩击通气(IPV)和高频胸壁振荡(HFCWO)对重度和极重度 COPD 患者的疗效。结果显示 IPV 组和 HFCWO 组患者在呼吸困难和日常生活健康状况评估(mMRC、BCSS 和 CAT)方面的表现均有显著改善。此外, 与 HFCFO 相比, IPV 患者的 BCSS (p, 0.001)和 CAT (p, 0.02)评分有所改善, IPV 组在 TLC 和 TLC% (p, 0.03)、RV 和 RV% (p, 0.04)以及 DLCO、MIP 和 MEP (p, 0.01)方面也有显著改善。这项研究表明, IPV 和 HFCWO 都可以改善肺功能、呼吸肌力量、呼吸困难和健康状况评估量表的评分。与 HFCFO

相比, IPV 在改善与小支气管气道和肺泡通气(RV 和 DLCO)和肌肉力量(MIP 和 MEP)相关的测试结果以及日常生活和健康状况评估量表(BCSS 和 CAT)评分方面效果显著, 说明肺内叩击通气可能更适合重度、极重度患者。目前气道清除技术仍主要应用于急性加重期的患者, 对于稳定期的疗效还需要进一步研究。

3.3. 运动训练

运动训练被推荐为 COPD 患者肺康复首选的训练方式[24]。主要包括有氧运动、上肢锻炼、下肢锻炼、耐力训练及阻力训练、有氧健身操[25]。在 Karagiannis C 等[26]的研究中, 在药物治疗的基础增加上肢耐力试验, 进行了 12 周的监督锻炼计划, 实验组病人 FEV1%预计值自 $(43.0 \pm 6.5)\%$ 提升至 $(57.3 \pm 6.6)\%$ ($p < 0.05$), FEV1/FVC 自 $(55.0 \pm 8.2)\%$ 提升至 $(56.3 \pm 11.4)\%$ ($p < 0.05$), 6MWD 从 (264.6 ± 46.6) m 提升至 (327.3 ± 44.6) m ($p < 0.05$); 与同期对照组比较 FEV1% [$(57.3 \pm 6.6)\%$ 比 $(50.8 \pm 10.0)\%$] ($p < 0.05$), FEV1/FVC [$(66.1 \pm 4.3)\%$ 比 $(60.4 \pm 7.0)\%$] ($p < 0.05$), 6MWD [(327.3 ± 44.6) m 比 (293.1 ± 44.7) m] ($p < 0.05$), 这表明上肢耐力训练明显改善了病人的肺功能和日常生活能力, 对患者具有显著效益。有研究表明[27], 慢性阻塞性肺病患者由于缺乏身体调节导致的肌肉萎缩、肌肉力量降低, 氧化代谢减少, 肌肉毛细血管化和肌纤维变化(I 型纤维比例降低, IIb 型纤维增加), 从而影响全身肌肉力量, 上下肢肌力并增加疲劳感[28]。而有氧运动通过激活 AMPK/PGC-1 α 通路, 促进线粒体生物合成, 增加电子传递链(ETC)复合体活性, 并增强脂肪酸氧化能力[29]。阻力训练激活哺乳动物雷帕霉素靶向(mTOR)肥大途径以增加力量, 也可增强 II 型肌纤维(IIa/IIx)的线粒体功能, 耐力训练则增加线粒体生物发生的过氧化物酶体增殖物激活受体 γ 共激活因子 1 α (PGC-1 α)途径, 有利于氧化磷酸化。[30]所以慢阻肺患者进行合理的运动训练, 可以改善患者肢体肌肉肌纤维的含量和分布, 从根本上改善患者肌肉力量及耐力, 并提升运动耐受性以及抗疲劳能力。

3.4. 无创通气技术

无创通气(NIV)作为一种有益且可靠的治疗工具, 是减少 COPD 急性加重和急性呼吸衰竭住院患者发病率和死亡率的标准治疗方法[14]。NIV 通过提供外源性 PEEP (通常设置为内源性 PEEP 的 80%), 抵消小气道塌陷, 使呼气末肺容积(EELV)降低 15%~20%, 可以改善气体交换, 缓解肌肉疲劳并重置中枢呼吸驱动[13]。2024 年的一篇 Meta 分析[31]比较了 COPD 患者运动期间的各种呼吸支持的有效性, 结果是无创正压通气(NPPV)在改善 PR 运动训练期间处于 GOLD III 期或 IV 期的稳定 COPD 患者的运动能力(6 分钟步行测试距离、峰值工作速率、耐力时间)、呼吸困难和生理变化(峰值 VO₂、潮气量、分钟通气量和乳酸水平)方面优于高流量吸氧。说明在稳定情况下无创正压通气对严重 COPD 患者的运动辅助作用最强, 无创通气联合运动训练对患者的呼吸困难以及运动耐力显著改善。在 Xiao J 等[32]的研究中, 干预组患者接受精准肺康复护理联合药物治疗和无创通气治疗, 干预对象的 CAT、Epworth 嗜睡评分(ESS)和睡眠呼吸暂停临床评分(SACS)显示与对照组相比, 在研究的第 5 天、第 30 天和第 90 天($p < 0.001$)有所改善。干预组在治疗后 30 天内 PaCO₂ ($p < 0.001$)、CRP ($p < 0.01$)、降钙素原(PCT, $p < 0.01$)和 NEU ($p < 0.05$)显著降低。说明在康复治疗期间, 无创通气对于 COPD 患者的呼吸频率及炎症因子水平显著改善。

3.5. 中医适宜技术

随着我国中医技术的发展, 针灸, 太极拳以及八段锦等在慢阻肺患者呼吸康复中的效果逐渐显著, 已逐渐应用于我国慢阻肺患者的呼吸康复治疗中。在陈勇[33]等的研究中, 八段锦训练组在 CAT 评分($t = 5.121$, $p < 0.001$)、mMRC 量表评分($t = 5.719$, $p < 0.001$)、6MWD 性能($t = 12.608$, $p < 0.001$)、HADS-A 评分($t = 6.210$, $p < 0.001$)和 HADS-D 评分($t = 2.945$, $p = 0.010$)方面显著改善。常规肺康复组在 CAT 评分($t = 4.725$, $p < 0.001$)、mMRC 量表评分($t = 5.499$, $p < 0.001$)、6MWD 性能($t = 11.662$, $p < 0.001$)、HADS-A 评

分($t = 5.697, p < 0.001$)和 HADS-D 评分($t = 2.67, p = 0.023$)方面也有显著改善。但两者相比,相比之下, CAT 评分、mMRC 量表评分、6MWD 性能、HADS-A 评分或 HADS-D 评分没有显著变化。这表明八段锦在改善 COPD 患者生活质量方面有确切的疗效,但与常规肺康复差距不显著,还需要进一步的研究。在 Phantayuth Duangjun 等[34]的研究中,结果表明与对照组相比,太极拳和瑜伽联合组的心肺变量(包括呼吸频率和静息心率)有显著改善。观察到的呼吸频率的减少表明潜在的呼吸减少,FEV1/FVC %下降,还观察到 MIP 的改善,表明呼吸肌力增强。干预组显著提高了所有评估的功能性体能参数,包括力量、柔韧、耐力和敏捷性。COPD 患者的功能性体能下降是常见的,这些改善尤其值得注意,并且也与残疾增加和生活质量降低有关。有研究说明瑜伽训练,包括呼吸练习、冥想和瑜伽姿势,每周 3 次,每次 1 h,持续 6 周,对改善 COPD 患者生活质量是有效的。由此说明,中医技术在肺康复方面的效果逐渐显著,改善 COPD 患者的生活质量水平以及呼吸肌肌力等。

3.6. 营养支持

主要包括日常生活调理,保持良好的作息规律,进行适当的散步,增强体质,注意饮食,保证维生素和矿物质的摄入,以及营养补充剂[35]。在 Yohei Oyama [36]等一项研究中,分析早期营养治疗与康复对慢性阻塞性肺疾病恶化患者的联合效果,干预组口服 ONS 为每包 125 mL,含有 200 kcal 能量、6.5 g 蛋白质和 3500 mg 支链氨基酸(BCAA)。与对照组相比,干预组主要结果为 6.9 ± 7.7 kgf/kg 的股四头肌肌力显著改善,步态速度和 SPPB 评分改善幅度显著更大,而 6 min 步行距离的变化无显著差异。两组的 6 min 步行距离和 SPPB 评分均显著改善。营养疗法主要通过增加肌肉蛋白的合成,增强 COPD 患者肌肉力量,从而提高生活质量。

3.7. 神经肌肉刺激

神经肌肉电刺激(NMES)是一种通过电流刺激肌肉来增强肌肉力量和耐力的技术,主要通过激活膈神经,增加肌纤维募集(尤其 II 型纤维),减少肌肉萎缩[37]。研究表明,NMES 已被证明是因严重恶化而住院的 COPD 患者的一种有效训练方式[38]。有研究表明,肺康复联合 NMES 在 FEV1、FEV1%pred 和 FEV1/FVC 比值等肺功能指标上表现出显著改善。关于动脉血气分析,干预后 PaO₂ 显著降低,PaCO₂ 和 SaO₂ 显著增加,表明 PR 和 NMES 干预后气体交换能力显著改善。在股四头肌肌肉功能改善方面,干预组与对照组均显示 PT 和 ER 增加,干预后的肌肉力量和耐力显著增强[39]。

3.8. 身心疗法

包括认知行为治疗(Cognitive Behavioural Therapy, CBT)、正念减压法、放松疗法、催眠疗法、积极身心运动疗法等[14]。在 Elsevier BV [40]的研究中,纳入运动干预为肺康复、家庭肺康复、主动身心运动疗法(AMBMT)、耐力和联合训练。结果是主动身心运动治疗计划与对照组的 FEV1 和 FEV1% (分别为 0.71; 95% CI 0.32 至 1.09; 和 0.36; 95% CI 0.15 至 0.58),以及肺康复 + 主动身心运动疗法与用力肺活量对照组(0.45; 95% CI 0.07 至 0.84),说明积极的身心运动疗法计划是通过 FEV1 和 FEV1%测量改善肺功能的有效运动计划类型,对 COPD 患者的 FVC 影响最大。所以身心疗法对 COPD 患者是十分必要的,积极地进行心理疏导和鼓励,针对患者不同心理变化的阶段,可单独或者联合使用。

4. 远程肺康复

主要包括使用信息和通信技术为家中的人提供远程康复服务[41]。它可以通过电话、视频会议和视频录制为医疗保健专业人员和患者提供对康复环境的同步或异步访问,并且促进医生和物理治疗师等医护人员与患者之间的沟通,并最大限度地降低成本[42]。在 Amine Atac [43]的研究中,远程康复通过视频会

议方法在家中应用基于小组、监督和标准化的肺康复计划,每周3次,持续8周,6MWT (min)从330 (132~528)m 增加到572 (297~748)m,治疗后两组的所有外周肌肉力量测量、CAT 症状评分、LCADL 评分和所有SGRQ 评分($p < 0.05$)均显著改善,说明远程康复对于居家的COPD 患者有效。在Narelle S Cox 等[44]的研究中,15次远程康复治疗以最多6名参与者的虚拟小组进行,每周2次,持续8周。在康复结束时,6MWD 的远程康复等效性(平均差(MD)-6 m, 95% CI -26 至 15),6名参与者(4%)因呼吸系统原因住院($n=4$ 远程康复; $n=2$ 中心康复),说明远程康复可以代替中心肺康复,有相同的有效性结局。远程康复监督治疗对于居家的COPD 患者不失为较佳的治疗,不但节省患者的时间和精力,也可以避免过度浪费医疗资源。但仍需根据实施情况进行全面评估,以支持通过远程康复提供可持续的最佳实践肺康复治疗。

5. AECOPD 的肺康复

在MJS Publishing [45]的研究中,早期肺康复在入院后48小时内开始,出院时6MWD 较入院时升高(综合肺康复组为394.4 vs 336.0, $p < 0.001$ 和对照组399.2 vs 367.4, $p < 0.001$)。与常规护理组相比,早期综合肺康复组的6MWD 变化更大(47.5 vs 23.0, $p = 0.04$),康复组68.5% (37/54)的患者将6MWD 提高了 >30 m, 常规护理组只有46.8% (22/47)的患者将6MWD 提高了 >30 m。早期综合肺康复组出院时PImax 和吸气峰值流量显著改善(PImax 60.7 (19.3)至52.6 (20.2), $p = 0.04$; 吸气峰值流量3.5 (1.3)至3.0 (1.2), $p = 0.03$)。因此,AECOPD 的早期综合肺康复似乎是安全的,并且可以加速运动能力和吸气肌力量的恢复。在慢阻肺患者急性加重期尽早开始肺康复治疗,在大部分指南认为急性加重期出院2周后开始肺康复,目前对于住院期间的肺康复并没有确切证据,还需要更多的临床试验支持。

6. 早期肺康复时机的选择及个体化

COPD 稳定期患者进行肺康复的时机选择相对灵活,可以在专业医疗团队的指导下随时开始肺康复计划,可以是定期的康复课程,也可以居家进行自我管理和锻炼。GOLD (COPD 全球倡议) 2025 版指南推荐COPD 稳定期患者肺康复疗程至少为6~8周,医务工作者监督下至少每周2次[15]。在一项Mate [46]分析的研究中,共纳入20篇临床试验(1274名被试者)。早期PR 显著改善了再入院率(10个试验,风险比0.68, 95%置信区间(CI)0.50~0.92)、6分钟步行距离(6MWD, 12个试验, MD 59.73, 95%, CI 36.34, 83.12%)、圣乔治呼吸问卷评分(8个试验, MD = 10.65, 95% CI = 14.78~6.52)、Borg 评分(8个试验, MD -0.79, 95% CI -1.26~-0.32)和改良的医学研究委员会呼吸困难量表评分(8个试验, MD -0.38, 95% CI -0.5~-0.25),但死亡率(6个试验, 风险比0.72, 95% CI 0.39 ~ 1.34)获益趋势不显著。而亚组分析显示,在6MWD、生活质量方面,入院时早期PR 的效果优于出院后PR 的效果的趋势并不显著,说明COPD 恶化后进行的肺康复治疗可以减少再入院率,并改善运动能力、健康相关生活质量和呼吸困难。尽管有大量证据表明PR 的好处,对于是否降低死亡率和再入院率仍存在争议,也很少有研究评估PR 计划的最佳开始时间以及持续时间。在Joshua A. Bishop 等[47]的研究,对比8周的PR 计划是否等同于12周的PR 计划在提高慢性阻塞性肺病(COPD)患者的耐力运动能力方面,6MWD、SGRQ 总分表明12周组均有优势,CAT 评分组间差异不显著,表明不能排除12周组的优势。主要发现每周两次、有监督的8周PR 计划相当于12周的PR 计划,可以提高计划完成度。在Blervaque L 等[48]研究中,对COPD 患者进行长达5年的肺康复维持计划,随访结局显示48至60个月的持续获益。在Alexiou C [49]的研究中,提出间歇运动训练相较于持续运动训练效果更好,所以每年间断的重复短期PR 计划可能效果更佳。总之肺康复对COPD 患者是长期有益的,具体肺康复时长,以及持续预后效果还需要进一步研究。

7. 展望

肺康复作为COPD 非药物治疗的重要部分,在延缓肺功能恶化,改善呼吸困难程度及预后,提高患

者的生活质量、降低医疗费用,避免医疗资源浪费等方面发挥着积极的作用。未来可比较远程康复和传统中心式康复在长期成本和效益之间的差异,以找到适合各类人群最佳的康复方案。通过远程康复以及人工智能辅助、精细的 COPD 表型分析,从而为患者制定个体化的运动处方,监督患者执行,动态调整治疗方案,降低康复成本,优化康复流程,令广大患者均可受益。

参考文献

- [1] 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.
- [2] Rochester, C.L., Alison, J.A., Carlin, B., Jenkins, A.R., Cox, N.S., Bauldoff, G., *et al.* (2023) Pulmonary Rehabilitation for Adults with Chronic Respiratory Disease: An Official American Thoracic Society Clinical Practice Guideline. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, **208**, e7-e26. <https://doi.org/10.1164/rccm.202306-1066st>
- [3] Naghavi, M., Abajobir, A.A., Abbafati, C., *et al.* (2017) Global, Regional, And national Age-Sex Specific Mortality for 264 Causes of Death, 1980-2016: A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *The Lancet*, **390**, 1151-1210.
- [4] 查震球. 慢性阻塞性肺疾病流行病学研究进展[J]. 安徽预防医学杂志, 2022, 28(3): 171-176.
- [5] 张长洪, 刘建华, 赵建清, 等. 老年人群慢性阻塞性肺疾病流行病学及其影响因素[J]. 中国老年学杂志, 2023, 43(19): 4851-4854.
- [6] Xu, J., Zeng, Q., Li, S., Su, Q. and Fan, H. (2024) Inflammation Mechanism and Research Progress of COPD. *Frontiers in Immunology*, **15**, Article ID: 1404615. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2024.1404615>
- [7] McKeough, Z.J., Velloso, M., Lima, V.P. and Alison, J.A. (2016) Upper Limb Exercise Training for COPD. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, No. 11, CD011434. <https://doi.org/10.1002/14651858.cd011434.pub2>
- [8] 盛梅梅, 罗专波. 慢性阻塞性肺疾病发病机制的研究现状及进展[J]. 现代医学与健康研究电子杂志, 2023, 7(1): 38-41.
- [9] 王瑞萍, 虞涛, 张妮. 肺康复对老年 COPD 患者疗效及 CPET 对肺康复的评估价值[J]. 中国老年学杂志, 2024, 44(13): 3108-3112.
- [10] 林冠旭, 李翠. 血清炎症因子水平与慢性阻塞性肺疾病严重程度的相关性[J]. 医学综述, 2019, 25(18): 3720-3723+3727.
- [11] da Silva e Silva, C.M., Gomes Neto, M., Saquetto, M.B., da Conceição, C.S. and Souza-Machado, A. (2018) Effects of Upper Limb Resistance Exercise on Aerobic Capacity, Muscle Strength, and Quality of Life in COPD Patients: A Randomized Controlled Trial. *Clinical Rehabilitation*, **32**, 1636-1644. <https://doi.org/10.1177/0269215518787338>
- [12] Spruit, M.A., Singh, S.J., Garvey, C., *et al.* (2013) An Official American Thoracic Society/European Respiratory Society Statement: Key Concepts and Advances in Pulmonary Rehabilitation. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, **188**, e13-e64.
- [13] 中国医师学会呼吸医师分会, 中华医学会呼吸分会, 等. 中国慢性呼吸道疾病呼吸康复管理指南(2021 年) [J]. 中国健康管理杂志, 2021, 15(6): 521-538
- [14] (2025) Global Strategy for Prevention, Diagnosis and Management Of COPD: 2025 Report. <https://goldcopd.org/2025-gold-report/>
- [15] Meneses-Echavez, J.F., Chavez Guapo, N., Loaiza-Betancur, A.F., Machado, A. and Bidonde, J. (2023) Pulmonary Rehabilitation for Acute Exacerbations of COPD: A Systematic Review. *Respiratory Medicine*, **219**, Article 107425. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2023.107425>
- [16] 董校玉, 赵倩. 阈值压力负荷呼吸肌训练对慢性阻塞性肺疾病患者肺功能、运动耐力及呼吸肌肌力的影响[J]. 保健医学研究与实践, 2022, 19(7): 101-104.
- [17] Cai, Y., Ren, X., Wang, J., Ma, B. and Chen, O. (2024) Effects of Breathing Exercises in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Network Meta-Analysis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, **105**, 558-570. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2023.04.014>
- [18] 余雪莹, 曾丹, 李三, 等. 吸气肌训练在呼吸系统疾病康复中的研究进展[J]. 临床肺科杂志, 2024, 29(1): 94-99.
- [19] Tounsi, B., Acheche, A., Lelard, T., Tabka, Z., Trabelsi, Y. and Ahmaidi, S. (2021) Effects of Specific Inspiratory Muscle Training Combined with Whole-Body Endurance Training Program on Balance in COPD Patients: Randomized Controlled Trial. *PLOS ONE*, **16**, e0257595. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0257595>
- [20] Ichiba, T., Miyagawa, T., Tsuda, T., Kera, T. and Yasuda, O. (2023) Changes in Diaphragm Thickness and 6-Min

- Walking Distance Improvement after Inspiratory Muscle Training in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease: Clinical Trial. *Heliyon*, **9**, e20079. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e20079>
- [21] Belli, S., Prince, I., Savio, G., Paracchini, E., Cattaneo, D., Bianchi, M., *et al.* (2021) Airway Clearance Techniques: The Right Choice for the Right Patient. *Frontiers in Medicine*, **8**, Article ID: 544826. <https://doi.org/10.3389/fmed.2021.544826>
 - [22] de Alvarenga, G.M., Remigio Gamba, H., Elisa Hellman, L., Ganzert Ferrari, V. and Michel de Macedo, R. (2016) Physiotherapy Intervention during Level I of Pulmonary Rehabilitation on Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Systematic Review. *The Open Respiratory Medicine Journal*, **10**, 12-19. <https://doi.org/10.2174/1874306401610010012>
 - [23] Nicolini, A., Grecchi, B., Ferrari-Bravo, M. and Barlascini, C. (2018) Safety and Effectiveness of the High-Frequency Chest Wall Oscillation vs Intrapulmonary Percussive Ventilation in Patients with Severe COPD. *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*, **13**, 617-625. <https://doi.org/10.2147/copd.s145440>
 - [24] 中华医学会, 中华医学杂志社, 等. 中国慢性阻塞性肺疾病基层诊疗与管理指南(2024 年) [J]. 中华全科医师杂志, 2024, 23(6): 578-602.
 - [25] Nolan, C.M. and Rochester, C.L. (2019) Exercise Training Modalities for People with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *COPD: Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*, **16**, 378-389. <https://doi.org/10.1080/15412555.2019.1637834>
 - [26] Karagiannis, C., Savva, C., Korakakis, V., Adamide, T., Georgiou, A., Matheou, I., *et al.* (2021) Effect of Strength versus Strength and Endurance Upper Limb Exercise Training in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Randomized Clinical Trial. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*, **41**, 426-431. <https://doi.org/10.1097/hcr.0000000000000620>
 - [27] Jenkins, A.R., Burtin, C., Camp, P.G., Lindenauer, P., Carlin, B., Alison, J.A., *et al.* (2024) Do Pulmonary Rehabilitation Programmes Improve Outcomes in Patients with COPD Posthospital Discharge for Exacerbation: A Systematic Review and Meta-analysis. *Thorax*, **79**, 438-447. <https://doi.org/10.1136/thorax-2023-220333>
 - [28] Henrot, P., Dupin, I., Schilfarth, P., Esteves, P., Blervaque, L., Zysman, M., *et al.* (2023) Main Pathogenic Mechanisms and Recent Advances in COPD Peripheral Skeletal Muscle Wasting. *International Journal of Molecular Sciences*, **24**, Article 6454. <https://doi.org/10.3390/ijms24076454>
 - [29] Memme, J.M., Erlich, A.T., Phukan, G. and Hood, D.A. (2021) Exercise and Mitochondrial Health. *The Journal of Physiology*, **599**, 803-817. <https://doi.org/10.1113/jp278853>
 - [30] Zhao, Y. and Gao, B. (2024) Integrative Effects of Resistance Training and Endurance Training on Mitochondrial Remodeling in Skeletal Muscle. *European Journal of Applied Physiology*, **124**, 2851-2865. <https://doi.org/10.1007/s00421-024-05549-5>
 - [31] Chen, X., Xu, L., Li, S., Yang, C., Wu, X., Feng, M., *et al.* (2024) Efficacy of Respiratory Support Therapies during Pulmonary Rehabilitation Exercise Training in Chronic Obstructive Pulmonary Disease Patients: A Systematic Review and Network Meta-analysis. *BMC Medicine*, **22**, Article No. 389. <https://doi.org/10.1186/s12916-024-03605-7>
 - [32] Xiao, J., Wu, Y., Wang, L. and Zhou, H. (2025) Effect of Precise Pulmonary Rehabilitation Nursing Intervention Combined with Simultaneous Inhalation Therapy and Noninvasive Ventilation for Chronic Obstructive Pulmonary Disease Patients with Chronic Hypercapnic Respiratory Failure. *The Clinical Respiratory Journal*, **19**, e70049. <https://doi.org/10.1111/crj.70049>
 - [33] Chen, Y., Zhang, P., Dong, Z., Zhu, Y., Liu, Y., Qiao, C., *et al.* (2024) Effect of Baduanjin Exercise on Health and Functional Status in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Community-Based, Cluster-Randomized Controlled Trial. *npj Primary Care Respiratory Medicine*, **34**, Article No. 43. <https://doi.org/10.1038/s41533-024-00400-y>
 - [34] Phantayuth, D., Chuaychoo, B., Supaporn, S., Nana, A., Ramyarangsi, P. and Ajijaporn, A. (2024) Effectiveness of a 12-Week Combining Tai Chi and Yoga Program on Pulmonary Function and Functional Fitness in COPD Patients. *Respiratory Medicine*, **234**, Article 107842. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2024.107842>
 - [35] Keogh, E. and Mark Williams, E. (2021) Managing Malnutrition in COPD: A Review. *Respiratory Medicine*, **176**, Article 106248. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2020.106248>
 - [36] Oyama, Y., Tatsumi, H., Takikawa, H., Taniguchi, N. and Masuda, Y. (2024) Combined Effect of Early Nutrition Therapy and Rehabilitation for Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease Exacerbation: A Prospective Randomized Controlled Trial. *Nutrients*, **16**, Article 739. <https://doi.org/10.3390/nu16050739>
 - [37] Wouters, E.F., Posthuma, R., Koopman, M., Liu, W., Sillen, M.J., Hajian, B., *et al.* (2020) An Update on Pulmonary Rehabilitation Techniques for Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Expert Review of Respiratory Medicine*, **14**, 149-161. <https://doi.org/10.1080/17476348.2020.1700796>
 - [38] Jin, S., Huang, B., Kong, Y., Zhou, X. and Ma, J. (2025) Effect of Neuromuscular Electrical Stimulation Combined with Respiratory Rehabilitation Training on Pulmonary Rehabilitation in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary

- Disease. *Journal of Cardiothoracic Surgery*, **20**, Article No. 79. <https://doi.org/10.1186/s13019-024-03329-y>
- [39] Sillen, M.J.H., Franssen, F.M.E., Delbressine, J.M.L., Vaes, A.W., Wouters, E.F.M. and Spruit, M.A. (2014) Efficacy of Lower-Limb Muscle Training Modalities in Severely Dyspnoeic Individuals with COPD and Quadriceps Muscle Weakness: Results from the DICES Trial. *Thorax*, **69**, 525-531. <https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2013-204388>
- [40] Priego-Jiménez, S., Cavero-Redondo, I., Pascual-Morena, C., Martínez-García, I., Martínez-Vizcaíno, V. and Álvarez-Bueno, C. (2024) Effect of Different Exercise Programs on Lung Function in People with Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Network Meta-Analysis of RCTS. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, **67**, Article 101792. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2023.101792>
- [41] Zanaboni, P., Dinesen, B., Hoaas, H., Wootton, R., Burge, A.T., Philp, R., *et al.* (2023) Long-Term Telerehabilitation or Unsupervised Training at Home for Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Randomized Controlled Trial. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, **207**, 865-875. <https://doi.org/10.1164/rccm.202204-0643oc>
- [42] Cox, N.S. and Khor, Y.H. (2023) Telerehabilitation in Pulmonary Diseases. *Current Opinion in Pulmonary Medicine*, **29**, 313-321. <https://doi.org/10.1097/mcp.0000000000000962>
- [43] Ataç, A., Pehlivan, E., Karaahmetoğlu, F.S., Özcan, Z.B., Çınarka, H., Çörtük, M., *et al.* (2024) The Impact of Different Telerehabilitation Methods on Peripheral Muscle Strength and Aerobic Capacity in COPD Patients: A Randomized Controlled Trial. *Advances in Respiratory Medicine*, **92**, 370-383. <https://doi.org/10.3390/arm92050035>
- [44] Cox, N.S., McDonald, C.F., Mahal, A., Alison, J.A., Wootton, R., Hill, C.J., *et al.* (2022) Telerehabilitation for Chronic Respiratory Disease: A Randomised Controlled Equivalence Trial. *Thorax*, **77**, 643-651. <https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2021-216934>
- [45] Zeng, Y., Wu, Q., Chen, Y. and Cai, S. (2024) Early Comprehensive Pulmonary Rehabilitation for Hospitalized Patients with Acute Ex-Acerbation of Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Rehabilitation Medicine*, **56**, jrm39953. <https://doi.org/10.2340/jrm.v56.39953>
- [46] Lu, H.Y., Chen, C., Lee, D.L., Tsai, Y. and Lin, P. (2023) Effects of Early Pulmonary Rehabilitation on Hospitalized Patients with Acute Exacerbation of Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*, **18**, 881-893. <https://doi.org/10.2147/copd.s397361>
- [47] Bishop, J.A., Spencer, L.M., Dwyer, T.J., McKeough, Z.J., McAnulty, A., Leung, R., *et al.* (2025) Effect of Pulmonary Rehabilitation Duration on Exercise Capacity and Health-Related Quality of Life in People with chronic Obstructive Pulmonary Disease (Pure Duration Trial): A Randomized Controlled Equivalence Trial. *Respirology*, **30**, 41-50. <https://doi.org/10.1111/resp.14820>
- [48] Blervaque, L., Préfaut, C., Forthín, H., Maffre, F., Bourrellet, M., Héraud, N., *et al.* (2021) Efficacy of a Long-Term Pulmonary Rehabilitation Maintenance Program for COPD Patients in a Real-Life Setting: A 5-Year Cohort Study. *Respiratory Research*, **22**, Article No. 79. <https://doi.org/10.1186/s12931-021-01674-3>
- [49] Alexiou, C., Ward, L., Hume, E., Armstrong, M., Wilkinson, M. and Vogiatzis, I. (2021) Effect of Interval Compared to Continuous Exercise Training on Physiological Responses in Patients with Chronic Respiratory Diseases: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Chronic Respiratory Disease*, **18**, 1-15. <https://doi.org/10.1177/14799731211041506>