

# 2003—2024年肺康复研究的趋势和热点： 文献计量与可视化分析



罗梦纤, 李欣芮, 张 驰

西南医科大学附属医院康复医学科 (四川泸州 646099)

**【摘要】**目的 分析肺康复 (pulmonary rehabilitation, PR) 技术领域的研究现状、热点内容。方法 计算机检索 Web of Science 核心数据库中 PR 相关文献, 检索时间为 2003 年 1 月至 2024 年 4 月, 采用 VOSviewer 1.6.19、CiteSpace 6.2.R4 软件分析 PR 相关文献的数量、作者、国家或地区、机构及关键词。结果 2003—2024 年, 发表 PR 相关英文文献 3 913 篇, PR 领域发表文献数量整体呈上升趋势。美国是发表数量最多的国家, Spruit MA 和 Maastricht University 分别是发表相关文献最多的作者和机构。生活质量、COPD、运动、康复、体育活动等是主要研究主题, 干预方式、肺功能、干预可行性是近年来受到较多关注的主题。结论 近年来 PR 研究整体呈上升趋势, 其研究热点和前沿内容为生活质量、COPD、运动、体育活动、肺功能、干预方式、可行性等, 针对 PR 干预方式、肺功能、可行性方面可开展更多相关研究, 以推广 PR 的临床实际应用。

**【关键词】**肺康复; 慢性阻塞性肺疾病; 文献计量学; 可视化分析

**【中图分类号】**R 493; R 562.2 **【文献标识码】**A

## Trends and hotspots in pulmonary rehabilitation research from 2003 to 2024: bibliometric and visualization analysis

LUO Mengxian, LI Xinrui, ZHANG Chi

Department of Rehabilitation Medicine, The Affiliated Hospital of Southwest Medical University, Lu Zhou 646099, Sichuan Province, China

Corresponding author: ZHANG Chi, Email: chizhang0123@swmu.edu.cn

**【Abstract】**Objective To analyze the current research status and hotspots in the field of pulmonary rehabilitation (PR) technology. Methods Computer retrieval of PR related literature in the Web of Science core database was conducted from January 2003 to April 2024. VOSviewer 1.6.19 and CiteSpace 6.2.R4 were used to analyze the quantity, authors, countries or regions, institutions, and keywords of PR related literature. Results From 2003 to 2024, 3,913 English literatures related to PR were published, and the overall number of publications in the PR field showed an upward trend. The United States was the country with the highest publication volume, with Spruit MA and Maastricht University being the authors and institutions with the highest number of relevant literature published, respectively. Quality of life, COPD, exercise, rehabilitation, and physical activity were the main research topics, while intervention methods, lung function, and intervention feasibility have received more attention in recent years. Conclusion In recent

DOI: 10.12173/j.issn.1004-5511.202407025

基金项目: 泸州市人民政府—西南医科大学科技战略合作项目 (2021LZXNYDJ10)

通信作者: 张驰, 博士, 副教授, 硕士研究生导师, Email: chizhang0123@swmu.edu.cn

years, PR research has shown an overall upward trend, with research hotspots and frontiers mainly focused on quality of life, COPD, exercise, physical activity, lung function, intervention methods, feasibility. More relevant research can be conducted on PR intervention methods, lung function, and feasibility to promote the clinical practical application of PR.

**【Keywords】** Pulmonary rehabilitation; COPD; Bibliometric analysis; Visual analysis

肺康复 (pulmonary rehabilitation, PR) 是一种国际上广泛认可的康复策略, 可以促进包括慢性阻塞性肺疾病 (chronic obstructive pulmonary disease, COPD)、间质性肺病、支气管扩张和肺动脉高压在内的慢性呼吸系统疾病患者的预后<sup>[1-3]</sup>。2013 年美国胸科学会/欧洲呼吸学会 (The American Thoracic Society/European Respiratory Society, ATS/ERS) 声明, PR 旨在对患者进行全面评估后, 通过全面、个性化的干预治疗, 改善慢性呼吸系统疾病患者的身心状况, 促进健康行为的长期坚持<sup>[4]</sup>。为了确定 PR 模式所需的具体结构、环境和支持, ATS 在 2019 年定义了一种新的 PR 模式, 包括但不限于运动训练、教育和自我管理策略<sup>[5-6]</sup>。尽管新兴的 PR 模式在改善可获得性和加强卫生公平性方面潜力巨大, 但由于各种原因, PR 在全球范围内的可获得性和可接受度仍然较低, 患者医疗保险无法覆盖 PR 治疗费用<sup>[7]</sup>、医护人员对 PR 缺乏认识导致患者转诊渠道受限<sup>[8]</sup>、患者对 PR 期望不高等原因使得 PR 的广泛应用受到限制<sup>[9-10]</sup>。尽管有研究对 PR 文献进行了文献计量学分析, 但过去几年发表的 PR 相关文献数量仍呈上升趋势。因此, 有必要再次进行相关分析, 以更系统、全面地反映 PR 的研究现状、热点和发展趋势, 以期为 PR 的临床推广应用和相关研究提供参考。

## 1 资料与方法

### 1.1 纳入与排除标准

纳入标准: ①已发表的 PR 相关研究; ②文献类型为英文综述、论著。排除标准: ①研究内容与 PR 无关; ②文献类型为会议摘要、社论材料、书信、书评、勘误论文、新闻报道、再版论文; ③非英语文献; ④资料信息不全、无法获取全文或重复发表的文献。

### 1.2 文献检索

计算机检索 Web of Science 核心数据库收录的 PR 相关文献, 检索时限为 2003 年 1 月至

2024 年 4 月。Web of Science 核心数据库检索式为: ((TS=(Pulmonary rehabilitation)) OR TS=(Lung rehabilitation))。

### 1.3 文献筛选与资料提取

由 2 名研究者根据纳排标准对检索到的文献标题、摘要和全文进行阅读和筛选, 如有分歧与第 3 名研究者协商达成一致。对筛选纳入的文献进行资料提取, 提取信息包括作者、机构、关键词、发表年份、国家、2022 年影响因子 (impact factor, IF) 等。

### 1.4 统计学方法

利用 VOSviewer 1.6.19、CiteSpace 6.2.R4 进行分析。VOSviewer 1.6.19 对国家、机构、作者、关键词进行分析。节点的大小与发布数量成正比, 节点的颜色越暖, 平均发布时间越晚。节点间的线代表了两者的关系紧密程度, 线越粗则关联强度越大。CiteSpace 6.2.R4 将时间跨度设置为 2003 年至 2024 年, 时间分区为 1 年, 阈值选择标准设置为 Top N=25, 网络裁剪方式选择 Pathfinder 算法, 对关键词及最强爆发关键词进行分析<sup>[11]</sup>。

## 2 结果

### 2.1 一般情况

初步检索共获得文献 6 160 篇, 根据纳排标准逐步筛选后, 共纳入 3 913 篇 PR 相关文献, 其中包括论著 3 123 篇、综述 790 篇。

### 2.2 年载文量和引用量情况

2003—2024 年, PR 领域发表文献数量和引用量整体呈上升趋势, 其中 2003—2021 年发文量和引用量逐年上升, 2021 年发文量和引用量达到顶峰, 2021—2024 年发文量和引用量有所减少, 见图 1。

### 2.3 国家/地区的分布情况

2003—2024 年, 共有 98 个国家/地区发表了与 PR 相关的研究。美国是这一研究领域的主要贡献者, 发表的论文最多, 在总被引和 h 索引

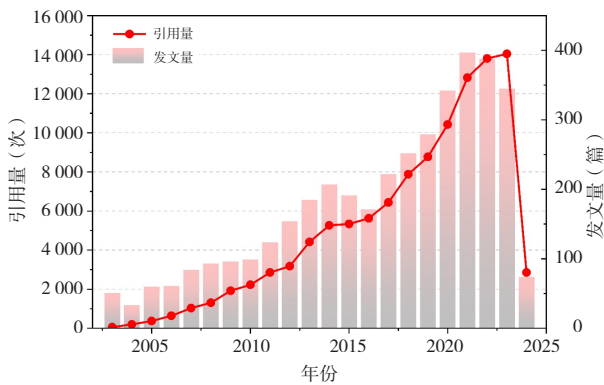


图1 2003—2024年PR相关文献年发文章量和引用量

Figure 1. Number of annual publications and citations about PR related literature from 2003 to 2024

中排名第一。其次是英国和澳大利亚，三个国家贡献了相关论文数量的 44.63%。此外，美国在每篇论文的平均被引用数中也排名第一。澳大利亚和加拿大的合作更为密切，两国与其他国家/地区之间的合作也很频繁。中国虽然发表的相关论文较多，但与其他国家/地区的合作较少，见表1和图2。

### 2.4 发文机构情况

PR 相关研究发文章量排名前 5 位的机构是 Maastricht University、University of Leicester、University of Toronto、University of London 和 Melbourne Genomics Health Alliance。Maastricht University 是 h 指数最高的机构，而 Imperial College London 的平均被引次数排名第一，见表 2。

表1 PR相关文献发文章数量排名前十的国家/地区

Table 1. Top 10 countries/regions by publication number of PR related literature

排名	国家/地区	发文章数量	百分比 (%)	总被引 (次)	平均被引用次数	h指数
1	美国	743	18.99	28 635	38.54	82
2	英国	570	14.57	21 236	37.26	74
3	澳大利亚	434	11.09	14 030	32.33	60
4	中国	359	9.17	3 536	9.85	32
5	加拿大	314	8.02	11 996	38.20	55
6	荷兰	314	8.02	11 070	35.25	54
7	意大利	300	7.67	6 334	20.11	47
8	巴西	198	5.06	4 287	21.65	36
9	德国	186	4.75	9 072	48.77	40
10	法国	186	4.75	4 833	25.98	34

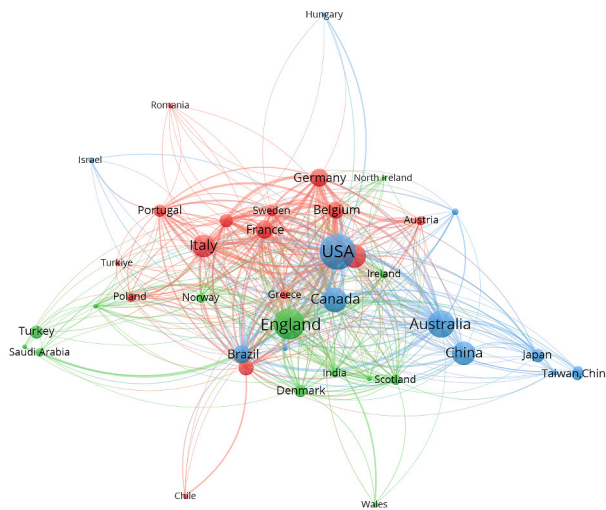


图2 PR相关发文国家/地区之间合作关系

Figure 2. Cooperation between publication countries/regions of PR related literature

表2 PR相关文献发文数量排名前十的机构

Table 2. The top 10 institutions by publication number of PR related literature

排名	机构	数量	百分比 (%)	平均被引次数	h指数	国家/地区
1	Maastricht University	168	4.29	33.93	40	荷兰
2	University of Leicester	168	4.29	28.65	35	英国
3	University of Toronto	143	3.65	28.15	37	加拿大
4	University of London	141	3.60	42.62	33	英国
5	Melbourne Genomics Health Alliance	136	3.48	33.59	34	澳大利亚
6	University Hospitals of Leicester NHS Trust	128	3.27	30.15	34	英国
7	University of Sydney	121	3.09	21.40	28	澳大利亚
8	Imperial College London	119	3.04	53.46	37	英国
9	Institute for Breathing and Sleep	118	3.02	35.56	32	美国
10	US Department of Veterans Affairs	110	2.81	33.90	33	美国

### 2.5 作者和被引用作者情况

共有 14 695 位作者发表了 PR 相关文献，排名前 5 位的作者是 Spruit MA、Holland AE、

Singh SJ、Wouters EFM 和 Brooks D。Spruit MA 不仅是发文量最高的作者，而且也是 h 指数最高的作者，见表 3。

表3 发表与PR相关文献排名前十的作者

Table 3. The top 10 authors in PR related publications

排名	作者	数量	百分比 (%)	平均被引次数	国家/地区	h指数
1	Spruit MA	113	2.89	53.54	荷兰	33
2	Holland AE	102	2.61	71.60	澳大利亚	32
3	Singh SJ	93	2.38	65.39	英格兰	33
4	Wouters EFM	84	2.15	66.94	荷兰	35
5	Brooks D	81	2.07	56.72	加拿大	28
6	Franssen FME	77	1.97	54.39	荷兰	26
7	Alison JA	57	1.46	24.60	澳大利亚	18
8	Troosters T	53	1.35	145.74	比利时	30
9	McDonald CF	52	1.33	43.17	澳大利亚	23
10	Ambrosino N	50	1.28	50.38	意大利	21

### 2.6 关键词分析

高频关键词分析显示，PR、生活质量、COPD、运动、康复、体育活动等是主要的研究主题，见表 4。图 3 显示了这些关键字的网络可视化结构，距离较近的关键词被划分为同一聚类，基本反映了 PR 研究领域的主要主题。聚类 1 用红色表示，关注肺相关疾病和康复方法相关术语；聚类 2 用绿色表示，关注症状和结果指标；聚类 3 用蓝色表示，关注与肺功能相关的测试方法；聚类 4 用黄色表示，关注人群分类；聚类 5 用紫色表示，关注“生活质量”“可靠性”和“抑郁”等。图 4 显示了英文关键词爆发最强的前 15 个关键词，其中，干预方式、肺功能、可行性等关键词近年来受到了较多的关注，并有可能成为未来的研究热点。

表4 PR相关文献排名前十的关键词

Table 4. Top 10 English keywords ranked in PR related literature

排名	关键词	频次
1	pulmonary rehabilitation	1 979
2	quality of life	963
3	chronic obstructive pulmonary disease	894
4	physical activity	725
5	rehabilitation	691
6	exercise capacity	546
7	management	532
8	mortality	521
9	dyspnea	471
10	program	340





得 PR 的机会相对较少<sup>[13]</sup>。其次,不同地区和国家的医疗资源不均衡也是造成医疗保健差异的原因之一,大量 PR 潜在受益患者可能未被转诊或招募、缺乏机会,或选择不参与,使 PR 对患者的影响程度参差不齐。PR 相关资金、医疗资源等数据在欧洲和北美以外国家的差异存在一定的不确定性,这可能与多种因素有关,如缺乏现成的 PR 方案、语言和后勤方面障碍、反馈机制不足,以及文化和(或)知识层面的障碍等,这些因素共同构成了 PR 在全球范围内推广和实施的挑战<sup>[14-15]</sup>。

研究的前沿主题可用带有引文突发的关键词来表示。本研究对近期 PR 相关文献的关键词分析揭示了 PR 研究的主要领域。

一是干预方式,PR 主要面向慢性呼吸道疾病患者,其干预形式多样,如远程康复、家庭康复、虚拟现实(virtual reality, VR)技术等。大多数远程康复数据来源于医院,但由于此类人群的高发病率、低收入性等原因导致依从性较差,因此,居家远程康复模式可能成为 COPD 患者 PR 的新标准<sup>[16]</sup>。多模块音乐治疗作为一种独特的干预,可促进 COPD 患者的远程 PR 计划,该计划有潜力作为传统方案的补充或替代<sup>[17-18]</sup>。有研究结果显示,在家庭远程康复 8~12 周后, COPD 患者的呼吸困难症状、深呼吸时膈肌活动度、焦虑和抑郁得到显著改善,表明基于家庭的 PR 显著提升了 COPD 患者的运动能力和健康相关生活质量<sup>[19]</sup>。此外,通过电话或视频会议进行的家庭 PR 也可以显著改善呼吸困难症状和提高此类患者的运动耐量及生活质量<sup>[20]</sup>。近年来,VR 在 PR 应用中蓬勃发展,其与众不同之处在于提供沉浸式体验,引导患者积极参与康复,从而产生一种存在感和控制感。许多患者在病程中经常感到焦虑和不适,通过 VR 帮助患者摆脱精神上的困扰和焦虑,可为有效的呼吸锻炼和康复创造氛围<sup>[21-22]</sup>。正在经历持续性呼吸困难的患者,在 VR 干预中加入视觉呼吸反馈或自我调节生物反馈可以提高患者恢复阶段的呼吸舒适度<sup>[23]</sup>。此外,基于 VR 深呼吸训练使儿童及青少年患者受益,研究显示使用 VR 耳机进行深呼吸训练,参与者的呼吸频率和呼气末二氧化碳水平均发生改变,揭示该技术在脑震荡儿童及青少年患者中具有可接受性和安全性<sup>[24]</sup>。以上研究均证明 PR 中的干预技术正在逐

渐增加,且 PR 能够提高运动能力和生活质量、降低再入院率。然而,还需要更多的研究来确定在进行 PR 运动时,针对不同人群干预的最佳频率、强度和持续时间<sup>[25-29]</sup>。

二是肺功能,肺功能测试包括肺活量测定、心肺运动试验和呼吸肌力测试等,在 COPD 的诊断和监测中起着至关重要的作用<sup>[30]</sup>。严重的慢性呼吸系统疾病,在某些情况下可能出现呼吸困难,后续可能需要长时间的机械通气治疗,进而影响呼吸和肌肉骨骼系统。随着疾病进展和住院时间的延长,肌肉减少症和肌无力的风险逐渐增加,因此改善肺功能至关重要<sup>[31-32]</sup>。目前改善肺功能的循证基础是运动训练,被认为是中度至重度 COPD 患者的主要治疗方法之一<sup>[33]</sup>。6 min 步行测试(6-min walking distance, 6MWT)是一种可靠的测量肺部疾病和呼吸系统是否改善的方法<sup>[34]</sup>,具有辅助、经济、实用的特点,研究证明经 PR 治疗的肺炎患者具有更高的 6MWT<sup>[35-36]</sup>。此外,尽管不同的康复计划中用于反映有氧运动强度的指标不同,如心率、耗氧量等相关指标,但考虑到个体持续时间、强度、频率的不同,6MWT 被认为是适合确定呼吸系统疾病患者运动能力的指标<sup>[37]</sup>。一项为期 8 周的个性化 PR 计划显著改善了严重肺炎患者的呼吸功能、疲劳感知和 6MWT 结果<sup>[38]</sup>。主动身心运动疗法可能是改善 FEV1 和 FEV1% 最有效的干预措施<sup>[39]</sup>,无论运动计划如何实施,它对 COPD 患者都有积极的影响。在改善 COPD 患者的健康相关生活质量方面,有研究支持将 PR 作为管理和治疗的一部分<sup>[40]</sup>。然而,未来还需要更多的随机对照试验来确定 PR 改善 COPD 患者肺功能的效果。

三是肺康复的可行性,目前对慢性呼吸系统疾病患者已有较好的评估及治疗技术方案,如手法治疗技术(muscle energy technique, MET)、3min 坐立试验、血流限制阻力运动技术等。对中度至重度 COPD 患者实施 MET 后,患者后期可接受性、重视性、依从性以及安全性较好,绝大多数都认同 MET 治疗,部分患者报告呼吸困难得到改善<sup>[41]</sup>。低强度负荷训练的血流限制阻力运动可改善 COPD 急性加重早期住院患者膝伸肌的肌肉力量<sup>[42]</sup>。3 min 坐立试验在临床上可能与转诊接受社区 PR 的 COPD 患者评估相关,易于实施的坐姿到站姿测试有助于在常规实践中评估运动耐

量,从而达到缓解呼吸困难、提高运动能力、减少住院率、改善生活质量等临床效果<sup>[43]</sup>。PR 计划应在专业人员的指导下进行,确保安全,根据患者的具体病情和体能进行个体化调整。多样化的实施方式以及多学科的资源整合可提高 PR 的可行性。

综上所述,近年来 PR 研究整体呈上升趋势,其研究热点和前沿主要为生活质量、COPD、运动、体育活动、肺功能、干预方式、可行性等,后续针对 PR 干预方式、肺功能、可行性方面可开展更多相关研究,为 PR 的发展提供更优的治疗策略。但本研究仅检索了 Web of Science 数据库,未检索 PubMed、Scopus 等数据库,部分文章可能被遗漏,未来可持续、全面的检索跟踪 PR 相关研究,以为 PR 的推广应用和相关研究提供参考。

#### 参考文献

- Lai Y, Cavalheri V, Sawyer A, et al. Exercise training initiated early during hospitalisation in individuals with chronic obstructive pulmonary disease is safe and improves exercise capacity and physical function at hospital discharge: a systematic review and Meta-analysis[J]. *Respiratory Medicine*, 2024, 223: 107554. DOI: [10.1016/j.rmed.2024.107554](https://doi.org/10.1016/j.rmed.2024.107554).
- Reina-Gutiérrez S, Torres-Costoso A, Martínez-Vizcaíno V, et al. Effectiveness of pulmonary rehabilitation in interstitial lung disease, including coronavirus diseases: a systematic review and Meta-analysis[J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2021, 102(10): 1989–1997. e3. DOI: [10.1016/j.apmr.2021.03.035](https://doi.org/10.1016/j.apmr.2021.03.035).
- Milne KM, Mitchell RA, Ferguson ON, et al. Sex-differences in COPD: from biological mechanisms to therapeutic considerations[J]. *Front Med (Lausanne)*, 2024, 11: 1289259. DOI: [10.3389/fmed.2024.1289259](https://doi.org/10.3389/fmed.2024.1289259).
- Spruit MA, Singh SJ, Garvey C, et al. An official American Thoracic Society/European Respiratory Society statement: key concepts and advances in pulmonary rehabilitation[J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2013, 188(8): e13–e64. DOI: [10.1164/rccm.201309-1634ST](https://doi.org/10.1164/rccm.201309-1634ST).
- Holland AE, Cox NS, Houchen-Wolloff L, et al. Defining modern pulmonary rehabilitation. An official American Thoracic Society workshop report[J]. *Ann Am Thorac Soc*, 2021, 18(5): e12–e29. DOI: [10.1513/AnnalsATS.202102-146ST](https://doi.org/10.1513/AnnalsATS.202102-146ST).
- Mccarthy B, Casey D, Devane D, et al. Pulmonary rehabilitation for chronic obstructive pulmonary disease[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2015, 2015(2): CD003793. DOI: [10.1002/14651858.CD003793.pub3](https://doi.org/10.1002/14651858.CD003793.pub3).
- Sav A, Thomas ST, Cardona M, et al. Treatment burden discussion in clinical encounters: priorities of copd patients, carers and physicians[J]. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*, 2022, 17: 1929–1942. DOI: [10.2147/COPD.S366412](https://doi.org/10.2147/COPD.S366412).
- Watson JS, Jordan RE, Adab P, et al. Investigating primary healthcare practitioners' barriers and enablers to referral of patients with copd to pulmonary rehabilitation: a mixed-methods study using the theoretical domains framework[J]. *BMJ Open*, 2022, 12(1): e046875. DOI: [10.1136/bmjopen-2020-046875](https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-046875).
- Lan G, Xie M, Lan J, et al. Association and mediation between educational attainment and respiratory diseases: a mendelian randomization study[J]. *Respir Res*, 2024, 25(1): 115. DOI: [10.1186/s12931-024-02722-4](https://doi.org/10.1186/s12931-024-02722-4).
- Stokes T, Tumilty E, Latu ATF, et al. Improving access to health care for people with severe chronic obstructive pulmonary disease (COPD) in Southern New Zealand: qualitative study of the views of health professional stakeholders and patients[J]. *BMJ Open*, 2019, 9(11): e033524. DOI: [10.1136/bmjopen-2019-033524](https://doi.org/10.1136/bmjopen-2019-033524).
- 周慧, 陈硕, 瓮长水, 等. 虚拟现实技术在老年衰弱康复中的应用: 文献计量与可视化分析 [J]. *医学新知*, 2024, 34(5): 554–563. [Zhou H, Chen S, Weng CS, et al. Application of virtual reality technology in elderly frailty rehabilitation: a bibliometric and visual analysis[J]. *Yixue Xinzhi Zazhi*, 2024, 34(5): 554–563.] DOI: [10.12173/j.issn.1004-5511.202401114](https://doi.org/10.12173/j.issn.1004-5511.202401114).
- He ZF, Zhong NS, Guan WJ. The benefits of pulmonary rehabilitation in patients with COVID-19[J]. *ERJ Open Res*, 2021, 7(2): 00212–2021. DOI: [10.1183/23120541.00212-2021](https://doi.org/10.1183/23120541.00212-2021).
- Spruit MA, Pitta F, Garvey C, et al. Differences in content and organisational aspects of pulmonary rehabilitation programmes[J]. *Eur Respir J*, 2014, 43(5): 1326–1337. DOI: [10.1183/09031936.00145613](https://doi.org/10.1183/09031936.00145613).
- Garvey C, Fullwood MD, Rigler J. Pulmonary rehabilitation



- exercise prescription in chronic obstructive lung disease: US survey and review of guidelines and clinical practices[J]. *J Cardiopulm Rehabil Prev*, 2013, 33(5): 314–322. DOI: [10.1097/HCR.0b013e318297fea4](https://doi.org/10.1097/HCR.0b013e318297fea4).
- 15 Desveaux L, Janaudis-Ferreira T, Goldstein R, et al. An international comparison of pulmonary rehabilitation: a systematic review[J]. *COPD*, 2015, 12(2): 144–153. DOI: [10.3109/15412555.2014.922066](https://doi.org/10.3109/15412555.2014.922066).
- 16 Zhu BF, Wang YF, Ming J, et al. Disease burden of COPD in China: a systematic review[J]. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*, 2018, 13: 1353–1364. DOI: [10.2147/copd.S161555](https://doi.org/10.2147/copd.S161555).
- 17 Lee AL, Dolmage TE, Rhim M, et al. The impact of listening to music during a high-intensity exercise endurance test in people with COPD[J]. *Chest*, 2018, 153(5): 1134–1141. DOI: [10.1016/j.chest.2017.12.001](https://doi.org/10.1016/j.chest.2017.12.001).
- 18 Canga B, Azoulay R, Raskin J, et al. Air: advances in respiration-music therapy in the treatment of chronic pulmonary disease[J]. *Respir Med*, 2015, 109(12): 1532–1539. DOI: [10.1016/j.rmed.2015.10.001](https://doi.org/10.1016/j.rmed.2015.10.001).
- 19 Zhang L, Maitinuer A, Lian ZC, et al. Home based pulmonary tele-rehabilitation under telemedicine system for COPD: a cohort study[J]. *BMC Pulm Med*, 2022, 22(1): 284. DOI: [10.1186/s12890-022-02077-w](https://doi.org/10.1186/s12890-022-02077-w).
- 20 Tsai LLY, Menamara RJ, Moddel C, et al. Home-based telerehabilitation via real-time videoconferencing improves endurance exercise capacity in patients with COPD: the randomized controlled teler study[J]. *Respirology*, 2017, 22(4): 699–707. DOI: [10.1111/resp.12966](https://doi.org/10.1111/resp.12966).
- 21 Li BJ, Peña J, Jung YB. Editorial: VR/AR and wellbeing: the use of immersive technologies in promoting health outcomes[J]. *Front Virtual Real*, 2023, 3: 2. DOI: [10.3389/frvir.2022.1119919](https://doi.org/10.3389/frvir.2022.1119919).
- 22 Desai K, Gupta P, Parikh P, et al. Impact of virtual heartfulness meditation program on stress, quality of sleep, and psychological wellbeing during the COVID-19 pandemic: a mixed-method study[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2021, 18(21): 11114. DOI: [10.3390/ijerph182111114](https://doi.org/10.3390/ijerph182111114).
- 23 Rodrigues IM, Lima AG, Dos Santos AED, et al. A single session of virtual reality improved tiredness, shortness of breath, anxiety, depression and well-being in hospitalized individuals with COVID-19: a randomized clinical trial[J]. *J Pers Med*, 2022, 12(5): 829. DOI: [10.3390/jpm12050829](https://doi.org/10.3390/jpm12050829).
- 24 Cook NE, Huebschmann NA, Iverson GL. Safety and tolerability of an innovative virtual reality-based deep breathing exercise in concussion rehabilitation: a pilot study[J]. *Dev Neurorehabil*, 2021, 24(4): 222–229. DOI: [10.1080/17518423.2020.1839981](https://doi.org/10.1080/17518423.2020.1839981).
- 25 Colombo V, Aliverti A, Sacco M. Virtual reality for COPD rehabilitation: a technological perspective[J]. *Pulmonology*, 2022, 28(2): 119–133. DOI: [10.1016/j.pulmoe.2020.11.010](https://doi.org/10.1016/j.pulmoe.2020.11.010).
- 26 Barradell AC, Gerlis C, Houchen-Wolloff L, et al. Systematic review of shared decision-making interventions for people living with chronic respiratory diseases[J]. *BMJ Open*, 2023, 13(5): e069461. DOI: [10.1136/bmjopen-2022-069461](https://doi.org/10.1136/bmjopen-2022-069461).
- 27 Rutkowski S, Szczegieliński J, Szczepanska-Gieracha J. Evaluation of the efficacy of immersive virtual reality therapy as a method supporting pulmonary rehabilitation: a randomized controlled trial[J]. *J Clin Med*, 2021, 10(2): 352. DOI: [10.3390/jcm10020352](https://doi.org/10.3390/jcm10020352).
- 28 Rutkowski S, Rutkowska A, Kiper P, et al. Virtual reality rehabilitation in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a randomized controlled trial[J]. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*, 2020, 15: 117–124. DOI: [10.2147/copd.S223592](https://doi.org/10.2147/copd.S223592).
- 29 Liu Y, Du Q, Jiang Y. The effect of virtual reality technology in exercise and lung function of patients with chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review and Meta-analysis[J]. *Worldviews Evid Based Nurs*, 2024, 21(3): 307–317. DOI: [10.1111/wvn.12698](https://doi.org/10.1111/wvn.12698).
- 30 Brown LK, Miller A. Spirometric indices of early airflow impairment in individuals at risk of developing COPD: spirometry beyond FEV1/FVC[J]. *Respir Med*, 2021, 176: 105921. DOI: [10.1016/j.rmed.2020.105921](https://doi.org/10.1016/j.rmed.2020.105921).
- 31 Orsucci D, Ienco EC, Nocita G, et al. Neurological features of COVID-19 and their treatment: a review[J]. *Drugs Context*, 2020, 9: 2020–5–1. DOI: [10.7573/dic.2020-5-1](https://doi.org/10.7573/dic.2020-5-1).
- 32 Sahin ME, Satar S, Ergün P. Predictors of reduced incremental shuttle walk test performance in patients with long post-COVID-19[J]. *J Bras Pneumol*, 2023, 49(6): e20220438. DOI: [10.36416/1806-3756/e20220438](https://doi.org/10.36416/1806-3756/e20220438).
- 33 Priego-Jiménez S, Torres-Costoso A, Guzmán-Pavón MJ, et al. Efficacy of different types of physical activity



- interventions on exercise capacity in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD): a network Meta-analysis[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2022, 19(21): 14539. DOI: [10.3390/ijerph192114539](https://doi.org/10.3390/ijerph192114539).
- 34 ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories.ATS statement: guidelines for the six-minute walk test[J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2002, 166(1): 111–117. DOI: [10.1164/ajrccm.166.1.at1102](https://doi.org/10.1164/ajrccm.166.1.at1102).
- 35 Campos RP, Messias Oliveira JG, de Oliveira Farias I, et al. Effects of pulmonary rehabilitation on ventilation dynamics measured during exertion in patients with post-acute COVID-19 syndrome: a cross-sectional observational study[J]. *PLoS One*, 2024, 19(2): e0296707. DOI: [10.1371/journal.pone.0296707](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0296707).
- 36 Elyazed TIA, Alsharawy LA, Salem SE, et al. Effect of home-based pulmonary rehabilitation on exercise capacity in post COVID-19 patients: a randomized controlled trial[J]. *J Neuroeng Rehabil*, 2024, 21(1): 40. DOI: [10.1186/s12984-024-01340-x](https://doi.org/10.1186/s12984-024-01340-x).
- 37 Lin BS, Jhang RJ, Lin BS. Wearable cardiopulmonary function evaluation system for six-minute walking test[J]. *Sensors (Basel)*, 2019, 19(21): 4656. DOI: [10.3390/s19214656](https://doi.org/10.3390/s19214656).
- 38 Del Valle MF, Valenzuela J, Marzuca-Nassr GN, et al. Use of the speed achieved on the 6MWT for programming aerobic training in patients recovering from severe COVID-19: an observational study[J]. *Ann Med*, 2023, 55(1): 889–897. DOI: [10.1080/07853890.2023.2179658](https://doi.org/10.1080/07853890.2023.2179658).
- 39 Priego-Jiménez S, Caverro-Redondo I, Pascual-Morena C, et al. Effect of different exercise programs on lung function in people with chronic obstructive pulmonary disease: a network Meta-analysis of rcts[J]. *Ann Phys Rehabil Med*, 2024, 67(2): 101792. DOI: [10.1016/j.rehab.2023.101792](https://doi.org/10.1016/j.rehab.2023.101792).
- 40 Gürbüz AK, Demirel A. The effect of single-limb exercises on functional exercise capacity, pulmonary function and dyspnea in patients with COPD[J]. *Heart Lung*, 2024, 68: 98–106. DOI: [10.1016/j.hrtlng.2024.06.004](https://doi.org/10.1016/j.hrtlng.2024.06.004).
- 41 Baxter DA, Coyle ME, Hill CJ, et al. Muscle energy technique for chronic obstructive pulmonary disease: a feasibility study[J]. *J Integr Med*, 2023, 21(3): 245–253. DOI: [10.1016/j.joim.2023.03.006](https://doi.org/10.1016/j.joim.2023.03.006).
- 42 Lau CW, Leung SY, Wah SH, et al. Effect on muscle strength after blood flow restriction resistance exercise in early in-patient rehabilitation of post-chronic obstructive pulmonary disease acute exacerbation, a single blinded, randomized controlled study[J]. *Chron Respir Dis*, 2023, 20: 14799731231211845. DOI: [10.1177/14799731231211845](https://doi.org/10.1177/14799731231211845).
- 43 Ernst R, Bouteleux B, Malhouitre M, et al. The non-paced 3-minute sit-to-stand test: feasibility and clinical relevance for pulmonary rehabilitation assessment[J]. *Healthcare (Basel)*, 2023, 11(16): 2312. DOI: [10.3390/healthcare11162312](https://doi.org/10.3390/healthcare11162312).

收稿日期: 2024 年 07 月 10 日 修回日期: 2024 年 10 月 21 日  
本文编辑: 李绪辉 曹越

引用本文: 罗梦纤, 李欣芮, 张驰. 2003—2024年肺康复研究的趋势和热点: 文献计量与可视化分析[J]. 医学新知, 2024, 34(11): 1234–1242. DOI: [10.12173/j.issn.1004-5511.202407025](https://doi.org/10.12173/j.issn.1004-5511.202407025).  
Luo MX, Li XR, Zhang C. Trends and hotspots in pulmonary rehabilitation research from 2003 to 2024: bibliometric and visualization analysis[J]. *Yixue Xinzhi Zazhi*, 2024, 34(11): 1234–1242. DOI: [10.12173/j.issn.1004-5511.202407025](https://doi.org/10.12173/j.issn.1004-5511.202407025).