

个性化肺功能干预对老年高危人群的改善效果

李诗艺

重庆大学附属涪陵医院 重庆 408000

【摘要】：随着人口老龄化进程加快，老年高危人群（吸烟史、职业暴露史或已确诊慢性气道疾病者）的肺功能进行性下降已成为重大公共卫生问题。个性化肺功能干预以精准评估为前提，综合运用肺康复训练、呼吸肌强化、药物优化与营养支持等多模块方案，针对不同风险分层和功能损害程度制定差异化治疗路径。现有循证证据表明，系统性个性化干预可显著改善第一秒用力呼气容积（FEV₁）、用力肺活量（FVC）及 FEV₁/FVC 比值，提升 6 分钟步行试验距离（6MWT），降低急性加重频率，并改善患者健康相关生活质量。本文系统梳理老年高危人群肺功能损害的病理机制、个性化干预方案的构建逻辑及干预效果的循证证据，为临床实践与社区防控提供参考。

【关键词】：个性化干预；肺功能；老年高危人群；肺康复；慢性阻塞性肺疾病

DOI:10.12417/2705-098X.26.18.041

1 引言

随着年龄增长，肺功能显著下降。研究发现，65 岁后老年人 FEV₁ 每年下降 30–40ml，远高于中青年人群每年 10–20ml 的衰退速度。长期吸烟、职业暴露于粉尘或化学物质，加之反复呼吸道感染及患有慢阻肺（COPD）、哮喘或间质性肺病等病史，会显著增加肺功能衰竭风险，被视为高危亚组。2018 年《柳叶刀》中国肺部健康研究显示，我国 20 岁及以上人群 COPD 患病率为 8.6%，60 岁以上老年人高达 27% 以上；全国患者超一亿，但大量未获规范诊疗。

传统呼吸系统疾病管理多依赖标准药物治疗，效果易受个体功能、运动耐受及多病共存影响。近年来，基于循证医学的个性化肺功能干预日益受到重视。ATS/ERS 2013 年肺康复指南指出，针对中重度 COPD 患者的有针对性康复治疗，可有效提升运动能力与生活质量，并强调个体化评估，避免固定模板。本文研究老年高危人群肺功能损伤的病理生理机制，设计个性化干预模式，并阐述相关研究现状。

2 老年高危人群肺功能损害的病理机制与评估

2.1 肺功能自然老化与叠加损害机制

肺部弹性回缩功能退化、胸廓顺应性下降及呼吸肌力量减弱，致最大呼气流量减少、残气量增加。青壮年与 70 岁以上老人相比，FEV₁/FVC 比值下降约 10%，TLC 显著减少。吸烟可致气道慢性炎症、肺泡破坏及黏液过多，加速肺功能下降；职业性粉尘接触（矿工、石材加工、纺织等）可激活肺泡巨噬细胞与中性粒细胞，造成不可逆肺实质损害。上述因素使部分人群肺功能下降速度比正常老化快 2-3 倍，常伴通气血流比例失调和低氧血症。

分子层面，氧化应激与蛋白酶-抗蛋白酶系统失衡是老年高危群体肺功能急剧衰退的关键致病因素。吸烟、职业污染使 ROS 生成过多，破坏气道上皮屏障，激活中性粒细胞弹性蛋白酶和基质金属蛋白酶。随年龄增长， α_1 -抗胰蛋白酶等保护因

子作用减弱，引发肺泡壁损伤及肺气肿。黏液过度分泌与纤毛功能减退相互影响，加重气道阻塞，形成慢性呼吸系统疾病的恶性循环。

2.2 风险分层与功能评估指标体系

精准的风险分层成了达成个体化干预的前提条件。临床上一般通过肺功能检测、症状评分和既往急性加重病史等多维指标，把老年高危人群分为低、中、高风险三类。核心评估要素主要是肺量计检测出的指标（FVC % pred 为 FEV₁ 占预计值百分比，FVC 为用力肺活量，FEV₁ 为用力呼气末余气量，FEV₁/FVC 比值为 FEV₁ 与 FVC 之比），可以用来评价气道阻塞的程度，并且是诊断慢性阻塞性肺疾病的重要指标；根据运动耐力测试（6 分钟步行试验[6MWT]等）数据可以对心肺储备能力和外周肌肉功能进行综合评定；使用症状量化工具（慢阻肺健康问卷 CAT 和改良版英国医学研究委员会呼吸困难指数 mMRC）可以客观地反映患者主观不适。营养状况、体成分分析（体质指数 BMI、脂肪非脂肪组织指数 FFMI）可对可能的营养不良或者肌少症作出判断。以上数据的分析结果给制定出个性化的治疗方案赋予了科学依据。

3 个性化肺功能干预方案的构建

3.1 精准分层干预的设计原则

个性化肺功能干预方案的主要理念就是分层管理和动态监测相结合。低风险者（FEV₁% 预测值 $\geq 60\%$ ，CAT 评分为 ≤ 10 分，近一年内无急性发作）主要依靠健康教育、戒烟指导、自我管理技巧培养等保持目前的呼吸功能，加上一定强度的有氧运动来减缓机能衰退的过程，中风险者（FEV₁% 预测值 40%-59%，CAT 评分为 ≥ 10 分）在此基础上加上规律性有氧和抗阻运动，在个体化基础上确定吸入剂种类及剂量（长效 β_2 受体激动剂或者布地奈德福莫特罗粉雾剂），重视营养干预与心理疏导。对高危病人（FEV₁% 预测值 $< 40\%$ ）由于经常出现急性加重的病征，常常合并有明显的气流受限、低氧血症等情

况,所以需要采用长期家庭吸氧、无创机械通气辅助、高强度综合康复训练等一系列综合治疗手段,在多学科合作机制下进行整体上的疾病发展控制及各种并发症危险因素的管理。

3.2 主要干预模块及实施要点

个性化治疗方案的核心是根据心肺运动试验(CPET)和6分钟步行试验(6MWT)制定个体化运动处方。训练强度为最大摄氧量的60%-80%,对应平均功率的1.2-1.5倍,每次20-40分钟,每周3-5次,疗程≥8周。老年人群应在有氧基础上加强膈肌、肋间肌及腹壁肌肉的呼吸肌训练,并配合抗阻训练,延缓肌少症所致运动能力下降。执行期间维持 $SpO_2 \geq 88\%$,必要时辅以氧疗。

呼吸调控技术经济、便于居家,属非侵入性手段,辅助治疗效果显著。腹式呼吸可增大潮气量、降低呼吸频率,减少代谢消耗;缩唇呼吸能提高呼气末气道内压,缓解慢阻肺症状。使用30%-40%最大吸气压的吸气肌训练装置,可增强呼吸肌力量,改善功能障碍。对于 $BMI < 21 \text{ kg/m}^2$ 的患者,应制定高蛋白、高热量个性化营养方案并补充维生素D,改善肌肉代谢功能。

4 干预效果的循证证据

4.1 客观肺功能指标的改善

系统综述与Meta分析表明,基于个体化评估的结构化肺康复方案可在短期内有效改善呼吸功能。经过8-12周规范化干预,中重度COPD患者的 FEV_1 平均增长5%-10%(约毫升级),虽未达到小型临床重要差异($MCID \geq 100 \text{ mL}$),但联合支气管扩张剂治疗后总体疗效显著提高。机制上,肺康复对客观肺功能指标影响有限,原因在于肺气肿、气道重塑等结构性病变不可逆;而对运动耐受性、症状加重程度及生活质量的改善更为明显且可持续。

呼吸肌训练联合缩唇呼吸法可改善功能残气量(FRC)与残气量(RV),显著缓解COPD患者的肺动态过度充气症状。研究表明,上述干预可将RV/TLC比值控制在0.05-0.08之间,改善呼吸困难,该比值是运动诱发呼吸困难的重要病理基础。在戒烟辅助治疗中,采用综合干预方案的受试者年肺弥散功能(DLCO)下降率较常规对照组减少约30%-40%,充分显示多途径干预对维持肺部气体交换功能的积极作用。

4.2 运动耐量、症状与生活质量的改善

评估肺康复效果的核心指标是6分钟步行试验(6MWT)。据ATS/ERS指南,慢阻肺患者经规范化康复后,6分钟步行距离增加35-54米,远超25米临界值,效果可持续6-12个月。中青年运动耐受力虽低于老年高危个体,但提升仍有统计学意

义。个性化干预可改善临床症状,表明肺康复在整合型健康管理中具有重要地位。

症状与生活质量评定显示,个性化方案可显著改善患者各项指标。CAT量表分析表明,干预组平均分比对照组低2-4分,超过MCID(2分),有效减轻呼吸困难与咳嗽。SGRQ评估显示,干预12周以上,生活质量改善幅度超4分。该精准治疗可减少急性加重次数与住院率,提高医疗资源效率。老年多学科整合康复模式有助于缓解焦虑、抑郁,提升社交能力,为慢阻肺综合管理提供新思路。

5 讨论与展望

现有研究显示,个性化肺功能干预对老年高危人群具有全方位作用。在客观生理参数方面,虽不能明显改善气道阻塞程度,但能有效延缓肺功能衰退;在提升功能表现和改善主观症状方面,效果优于单纯药物,已获临床认可。提示疗效评估应结合定量呼吸功能检测与日常生活活动能力,而非仅依赖一氧化碳弥散量或 FEV_1 变化。

目前个性化肺功能干预的推广面临多重困难。技术层面,精准运动处方依赖心肺运动测试等设备,基层医疗机构配备不足,难以普及。老年人群共病率高、独居普遍、认知能力有限,康复执行力和积极性不足,家庭缺乏监督,效果难以维持。长期来看,停止规范康复后6-12个月内功能倒退趋势尚未解决,是当前研究的主要难题。

未来研究方向包括三方面:一是推进数字化远程康复技术,借助智能穿戴设备动态监测生理状况,依托移动平台建立居家康复环境,缓解基层资源不足;二是优化多维度生物标志物分层体系,融合CT影像与基因组数据,提升干预措施的个体匹配度;三是延长随访时间,系统评估健康管理成效及其持久影响,为肺康复纳入公共医疗保障提供科学依据。在精准医学引领下,呼吸系统疾病护理正从以疾病为中心转向以患者为中心,覆盖预防、诊断、治疗、随访等全生命周期。

6 结论

个性化的肺功能干预模式用精准的评价、分层的治疗和多模态的联合使用来提高老年高危人群的运动耐受水平、生活质量,缓解症状、减缓客观肺功能衰退的速度。临床实践要以风险分层为依据,将运动训练、呼吸控制技术和药物管理、营养支持等各方面综合干预手段融合起来,并形成起动态监测和反馈的机制,达成对全生命周期健康管理的推进。根据目前数字转换的需求紧迫程度,需要继续加大对该模式技术的研发以及验证性研究力度,寻找出维持效果的方法,从而达到提高干预方案可行性与持久性的目的,使老年人呼吸系统疾病管理方式更精细化、规范化的目标更加接近于实现。

参考文献:

- [1] 中华医学会呼吸病学分会慢性阻塞性肺疾病学组.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(12):1024-1068.
- [2] 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].Lancet,2018,391(10131):1706-1717.
- [3] 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.
- [4] Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease(GOLD).Global Strategy for the Diagnosis,Management,and Prevention of Chronic Obstructive Pulmonary Disease:2023 Report[EB/OL].<https://goldcopd.org>,2023.
- [5] Nici L,Donner C,Wouters E,et al.American Thoracic Society/European Respiratory Society statement on pulmonary rehabilitation[J].Am J Respir Crit Care Med,2006,173(12):1390-1413.
- [6] 中国康复医学会呼吸康复专业委员会,中华医学会呼吸病学分会肺康复学组.中国慢性呼吸疾病肺康复管理指南(2021年)[J].中华结核和呼吸杂志,2021,44(12):1031-1051.
- [7] Maltais F,Decramer M,Casaburi R,et al.An official American Thoracic Society/European Respiratory Society statement:update on limb muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease[J].Am J Respir Crit Care Med,2014,189(9):e15-e62.
- [8] 王浩彦,孙铁英.老年慢性阻塞性肺病患者肺康复治疗的研究进展[J].中华老年医学杂志,2020,39(8):977-981.