

doi: 10.13241/j.cnki.pmb.2024.18.017

不同阈值负荷下吸气肌训练对 COPD 患者肺功能、膈肌功能及生活质量的影响*

吴燕梅¹ 桑 焱¹ 赵洪芹² 王 敏³ 尚 磊¹

(1 山东省立医院菏泽医院全科医学科 山东 菏泽 274000; 2 山东省立医院菏泽医院呼吸与危重症科 山东 菏泽 274000;

3 山东省立医院菏泽医院康复医学科 山东 菏泽 274000)

摘要 目的:观察低强度[20%最大吸气压(MIP)]、中等强度(40% MIP)阈值负荷下吸气肌训练对慢性阻塞性肺疾病(COPD)患者膈肌功能、肺功能及生活质量的影响。**方法:**按照随机数字表法将 2020 年 4 月至 2023 年 5 月期间山东省立医院菏泽医院收治的 120 例 COPD 患者分为对照组、低强度组和中等强度组,各为 40 例。对照组给予常规治疗;在对照组基础上,低强度组以 20%MIP 作为吸气肌训练的起始负荷;中等强度组以 40% MIP 作为吸气肌训练的起始负荷。对比三组患者的肺功能[用力肺活量(FVC)、MIP、第一秒用力呼气容积(FEV₁)、峰值呼气流速(PEF)、每分钟最大通气量(MVV)]、膈肌功能[膈肌位移(DE)、深吸气末膈肌厚度(DTei)及平静呼气末膈肌厚度(DTee)、膈肌厚度分数(DTF)]及生活质量[COPD 患者生活质量量表(COPD-QOL)、St·George's 呼吸疾病问卷(SGRQ)]。**结果:**治疗后,对照组、低强度组、中等强度组 MIP、FVC、FEV₁、MVV、PEF 依次升高($P<0.05$)。治疗后,对照组、低强度组、中等强度组 DE、DTei、DTF 依次升高($P<0.05$)。治疗后,对照组、低强度组、中等强度组 DTee 依次下降($P<0.05$)。治疗后,对照组、低强度组、中等强度组 COPD-QOL、SGRQ 评分依次下降($P<0.05$)。**结论:**吸气肌训练可有效改善 COPD 患者肺功能、膈肌功能及生活质量,以中等强度阈值负荷效果最佳。

关键词:不同阈值;吸气肌训练;慢性阻塞性肺疾病;肺功能;膈肌功能;生活质量

中图分类号:R563 文献标识码:A 文章编号:1673-6273(2024)18-3490-04

Effects of Inspiratory Muscle Training under Different Threshold Loads on Lung Function, Diaphragm Function and Quality of Life in COPD Patients*

WU Yan-mei¹, SANG Yao¹, ZHAO Hong-qin², WANG Min³, SHANG Lei¹

(1 Department of General Medicine, Heze Hospital of Shandong Provincial Hospital, Heze, Shandong, 274000, China;

2 Department of Respiratory and Critical Care, Heze Hospital of Shandong Provincial Hospital, Heze, Shandong, 274000, China;

3 Department of Rehabilitation Medicine, Heze Hospital of Shandong Provincial Hospital, Heze, Shandong, 274000, China)

ABSTRACT Objective: To observe the effects of inspiratory muscle training under low intensity [20% maximum inspiratory pressure (MIP)] and medium intensity (40% MIP) threshold load on diaphragm function, lung function and quality of life in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). **Methods:** 120 COPD patients who were admitted to Heze Hospital of Shandong Provincial Hospital from April 2020 to May 2023 were divided into control group, low intensity group and medium intensity group according to the random number table method, with 40 cases in each group. Control group was given routine treatment; On the basis of control group, the low intensity group used 20% MIP as the initial load of inspiratory muscle training; Medium intensity group used 40% MIP as the initial load of inspiratory muscle training. The lung function [forced vital capacity (FVC), MIP, forced expiratory volume in the first second (FEV₁), peak expiratory flow (PEF), maximum ventilation volume per minute (MVV)], diaphragm function [diaphragmatic displacement (DE), deep inspiratory diaphragm thickness (DTei) and quiet end-expiratory diaphragm thickness (DTee), diaphragmatic thickness fraction (DTF)] and quality of life [COPD quality of life scale (COPD-QOL), St·George's respiratory disease questionnaire (SGRQ)] were compared among three groups. **Results:** After treatment, MIP, FVC, FEV₁, MVV and PEF in control group, low intensity group and medium intensity group increased in turn ($P<0.05$). After treatment, DE, DTei and DTF in control group, low intensity group and medium intensity group increased in turn ($P<0.05$). After treatment, DTee in control group, low intensity group and medium intensity group decreased in turn ($P<0.05$). After treatment, the scores of COPD-QOL and SGRQ in control group, low intensity group and medium intensity group decreased in turn ($P<0.05$). **Conclusion:** Inspiratory muscle training can effectively improve lung function, diaphragm function and quality of life in COPD patients, and the effect of moderate intensity threshold load is the best.

* 基金项目:山东省科学技术研究发展计划项目(2016L041)

作者简介:吴燕梅(1987-),女,硕士,主治医师,研究方向:呼吸系统疾病诊治,E-mail: wym1617@126.com

(收稿日期:2024-01-28 接受日期:2024-02-25)

Key words: Different thresholds; Inspiratory muscle training; Chronic obstructive pulmonary disease; Lung function; Diaphragm function; Quality of life

Chinese Library Classification(CLC): R563 **Document code:** A

Article ID: 1673-6273(2024)18-3490-04

前言

慢性阻塞性肺疾病(COPD)是一种破坏性的肺部疾病,常见症状为慢性咳嗽、咳痰、气短,积极治疗可获得较好的预后^[1]。目前临床针对 COPD 的治疗多以缓解临床症状、改善运动耐力、防止急性加重为主^[2],既往的西医药物治疗对于缓解患者临床症状具有一定效果,但由于患者的呼吸肌长期受到影响,患者吸气肌力低下,同时不少患者还伴有肺功能、膈肌功能下降的情况,因此,在西医药物治疗的基础上给予呼吸功能锻炼也成了常用的方案之一。吸气肌训练是借助于呼吸训练器实施的以克服预设的最大吸气压(MIP)来锻炼膈肌的有效方法,良好的膈肌功能恢复有助于缓解 COPD 的临床症状^[3],但有关阈值负荷的最佳强度临床一直未能明确。本研究观察 20%MIP、40%MIP 两种阈值负荷下吸气肌训练对 COPD 患者的影响,旨在为改善临床治疗提供更多的选择依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

按照随机数字表法将 2020 年 4 月至 2023 年 5 月期间山东省立医院菏泽医院收治的 120 例 COPD 患者分为对照组、低强度组(20%MIP)和中等强度组(40%MIP),各为 40 例。对照组女 13 例,男 27 例;病程最短 2 年,最长 8 年,平均(5.38±0.72)年;吸烟史 23 例;年龄最小者 46,最大者 75 岁,平均(54.68±5.61)岁;慢性阻塞性肺疾病全球倡议(GOLD)分级:2 级 23 例,3 级 17 例。中等强度组女 16 例,男 24 例,病程最短 2 年,最长 7 年,平均(5.29±0.64)年;吸烟史 21 例;年龄最小者 45 岁,最大者 69 岁,平均(54.16±3.98)岁;GOLD 分级:2 级 24 例,3 级 16 例。低强度组女 15 例,男 25 例,病程最短 2 年,最长 9 年,平均(5.42±0.66)年;吸烟史 22 例;年龄最小者 47 岁,最大者 73 岁,平均(54.29±4.94)岁;GOLD 分级:2 级 25 例,3 级 15 例。三组一般资料对比未见差异($P>0.05$),组间具有可比性,本研究方案获得山东省立医院菏泽医院伦理学委员会批准进行。纳入标准:(1)符合《慢性阻塞性肺疾病基层诊疗指南(2018 年)》^[4];(2)神志清楚;(3)自愿配合训练;(4)均处于疾病稳定期。排除标准:(1)严重肝、肾等脏器病变;(2)急性加重期患者;(3)重要脏器如心、脑、肝肾功能不全;(4)合并呼吸衰竭、哮喘者;(5)精神疾病者;(6)合并空洞性肺结核、晚期肺癌、肺间质纤维化。

1.2 方法

对照组常规给予吸氧、平喘、抗感染、祛痰等常规治疗,治疗周期为 6 周。低强度组、中等强度组患者在对照组基础上接受由专业呼吸治疗师给阈值负荷吸气肌训练。阈值负荷吸气肌训练:首先采用呼吸训练器测定患者的 MIP:患者取坐位下最大努力吸气,此即为 MIP,测量 3 次,取最大值。低强度组、中等强度组分别以 20% MIP、40% MIP 作为起始负荷,以 15~20 次

吸气为 1 组,每日训练 4~6 组,每周 7 d 的训练强度;结束 7 d 的练习后重新检测 MIP,根据新 MIP 训练 1 周,训练方法同上。共训练 6 周。呼吸训练器购自赛客(厦门)医疗器械有限公司,型号 BW05。

1.3 观察指标

(1)采用肺功能仪(生产公司:德国尼得劳尔,规格:power-cube Diffusion+)检测患者治疗前后的肺功能指标,包括每分钟最大通气量(MVV)、用力肺活量(FVC)、第一秒用力呼气容积(FEV₁)、峰值呼气流速(PEF)。(2)治疗前后检测两组患者的膈肌功能指标。患者取仰卧位,应用全数字超声显像诊断仪,将频率为 3.5 MHz 的超声探头置于患者锁骨中线与肋缘交界处,然后将仪器切换成 M 型超声模式,检测膈肌功能指标:膈肌位移(DE)、深吸气末膈肌厚度(DTei)及平静呼气末膈肌厚度(DTee),膈肌厚度分数(DTF),测量 3 次,取均值。仪器购自美国 GE 公司,规格型号 LOGIQ S8。(3)治疗前后采用 COPD 患者生活质量量表(COPD-QOL)^[5]、St·George's 呼吸疾病问卷(SGRQ)^[6]量表评分评估患者的生活质量。SGRQ 包括活动受限评分、呼吸道症状评分、疾病影响评分,总分 100 分,得分与生活质量呈负相关。COPD-QOL 包括抑郁心理症状、社会活动状况、焦虑心理症状、日常生活能力,总分 140 分,得分与生活质量呈负相关。

1.4 统计学方法

应用 SPSS17.0 统计软件进行分析,计量资料(量表评分、膈肌功能指标等)以($\bar{x} \pm s$)表示,两组数据比较行 t 检验,多组数据比较采用 F 检验。计数资料(GOLD 分级、吸烟史等)用 n(%)表示,组间比较行 χ^2 检验。 $P<0.05$ 表示差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 三组 MIP 及肺功能指标对比

治疗前,三组 MIP、FVC、FEV₁、MVV、PEF 组间对比未见统计学差异($P>0.05$)。治疗后,三组 MIP、FVC、FEV₁、MVV、PEF 升高($P<0.05$)。低强度组、中等强度组 MIP、FVC、FEV₁、MVV、PEF 高于对照组,且中等强度组高于低强度组($P<0.05$)。见表 1。

2.2 三组膈肌功能指标对比

治疗前,三组 DE、DTei、DTee、DTF 组间对比未见差异($P>0.05$)。治疗后,三组 DE、DTei、DTF 升高,DTee 下降($P<0.05$)。低强度组、中等强度组 DE、DTei、DTF 高于对照组,且中等强度组高于低强度组($P<0.05$)。低强度组、中等强度组 DTee 下降,且中等强度组 DTee 低于低强度组($P<0.05$)。见表 2。

2.3 三组生活质量评分对比

治疗前,三组 COPD-QOL、SGRQ 评分组间对比未见差异($P>0.05$)。治疗后,三组 COPD-QOL、SGRQ 评分下降($P<0.05$)。低强度组、中等强度组 COPD-QOL、SGRQ 评分低于对照组,且中等强度组低于低强度组($P<0.05$)。见表 3。

表 1 三组 MIP 及肺功能指标对比

Table 1 Comparison of MIP and pulmonary function indexes among three groups

Groups	Time point	MIP(cmH ₂ O)	FVC(L)	FEV ₁ (L)	MVV(L)	PEF(L/min)
Control group (n=40)	Before treatment	47.46± 4.92	2.26± 0.44	1.27± 0.38	64.88± 4.56	468.44± 28.32
	After treatment	52.51± 3.87 ^a	2.53± 0.46 ^a	1.53± 0.49 ^a	69.72± 5.48 ^a	514.61± 29.25 ^a
Low intensity group(n=40)	Before treatment	47.62± 5.22	2.29± 0.52	1.25± 0.36	65.28± 5.59	467.35± 25.26
	After treatment	56.73± 5.84 ^{ab}	2.86± 0.34 ^{ab}	1.87± 0.37 ^{ab}	75.33± 4.62 ^{ab}	567.28± 32.34 ^{ab}
Medium intensity group(n=40)	Before treatment	47.87± 5.24	2.24± 0.47	1.24± 0.33	66.39± 4.31	513.39± 0.47
	After treatment	62.92± 6.32 ^{abc}	3.29± 0.34 ^{abc}	2.15± 0.42 ^{abc}	82.71± 5.58 ^{abc}	582.75± 0.35 ^{abc}

Note: Compared with same group before treatment, ^a*P*<0.05; Compared with control group after treatment, ^b*P*<0.05; Compared with low intensity group after treatment, ^c*P*<0.05.

表 2 三组膈肌功能指标对比

Table 2 Comparison of diaphragmatic function indexes among three groups

Groups	Time point	DE(mm)	DTci(mm)	DTec(mm)	DTF(%)
Control group(n=40)	Before treatment	1.36± 0.24	2.58± 0.42	2.21± 0.33	27.86± 2.83
	After treatment	1.58± 0.31 ^a	2.86± 0.39 ^a	1.97± 0.29 ^a	29.92± 2.71 ^a
Low intensity group (n=40)	Before treatment	1.33± 0.26	2.55± 0.58	2.18± 0.34	27.83± 1.26
	After treatment	1.89± 0.35 ^{ab}	3.23± 0.42 ^{ab}	1.76± 0.21 ^{ab}	32.63± 3.04 ^{ab}
Medium intensity group(n=40)	Before treatment	1.35± 0.28	2.53± 0.36	2.19± 0.21	27.67± 2.41
	After treatment	2.35± 0.44 ^{abc}	3.75± 0.36 ^{abc}	1.49± 0.18 ^{abc}	35.98± 2.39 ^{abc}

Note: Compared with same group before treatment, ^a*P*<0.05; Compared with control group after treatment, ^b*P*<0.05; Compared with low intensity group after treatment, ^c*P*<0.05.

表 3 三组生活质量评分对比(分)

Table 3 Comparison of quality of life scores among three groups (scores)

Groups	Time point	COPD-QOL	SGRQ
Control group(n=40)	Before treatment	93.59± 6.15	56.84± 6.18
	After treatment	81.63± 7.21 ^a	45.09± 5.23 ^a
Low intensity group(n=40)	Before treatment	92.23± 7.27	56.81± 7.33
	After treatment	70.27± 8.32 ^{ab}	39.56± 5.28 ^{ab}
Medium intensity group(n=40)	Before treatment	92.57± 5.24	56.12± 6.65
	After treatment	61.32± 6.37 ^{abc}	30.51± 5.28 ^{abc}

Note: Compared with same group before treatment, ^a*P*<0.05; Compared with control group after treatment, ^b*P*<0.05; Compared with low intensity group after treatment, ^c*P*<0.05.

3 讨论

COPD 稳定期患者因慢性咳嗽、咳痰、气短等症状的长期存在,可导致免疫功能下降,肺部易发生感染,降低患者的生活质量^[7,8]。因此,如何改善患者呼吸状况,提高肺功能也是该病的治疗重点。临床药物治疗 COPD 可改善患者肺功能,但随着用药时间的增加,其不良反应风险也随之增加^[9,10]。呼吸康复是近些年新兴的治疗 COPD 的手段之一,一个完整的呼吸过程是由吸气肌的收缩和舒张完成的,而 COPD 患者因吸气力低下导致无法完成完整的呼吸过程^[11,12]。吸气肌训练则是用呼吸训练仪对患者展开吸气肌训练,让患者在吸气过程中,吸气肌处于肌肉力量最佳的训练状态,从而改善患者的呼吸状况,但其不同

阈值负荷效果还有待进一步观察^[13,14]。

本文结果显示: 吸气肌训练可有效改善 COPD 患者肺功能,以中等强度阈值负荷效果最佳。分析原因吸气肌训练有利于提高患者的运动耐力^[15]。同时根据锻炼前患者的 MIP 设置,使患者能够逐渐耐受增强的压力负荷,因而中等强度阈值负荷相较于低强度阈值负荷下呼吸训练显著^[16]。膈肌在吸气肌的作用中占主导地位,机体通气量的 60%~75%依靠膈肌的收缩^[17]。膈肌功能下降意味着体内的生理储备有限,为完成呼吸动作,辅助呼吸肌的做功增加,使得膈肌参与的程度进一步减少,导致膈肌的进一步弱化^[18]。此时,在面对新的肺损伤或肺部疾病恶化时,膈肌力量减弱至机体通气功能不足,引起肺过度膨胀及呼吸困难,促进 COPD 疾病进展^[19,20]。因此,膈肌功能的改善,也

有助于缓解 COPD 的病情。本研究应用膈肌超声观察了 COPD 患者的治疗效果,结果发现采用吸气肌训练可有效改善 COPD 患者膈肌功能,且以中等强度阈值负荷下吸气肌训练效果更佳。这主要是因为 40%MIP 阈值负荷下吸气肌训练能帮助异常呼吸模式转向选择正确和合理的呼吸运动模式,扩大了膈肌向上和向下的活动区域,辅助呼吸肌的参与相对减少,进而可使机体肺通气量、肺活量增加及呼吸的效率提高,有助于改善膈肌功能,增强咳嗽能力,提高治疗效果^[21,22]。COPD 具有患病率高、致残率高、死亡率高、疾病负担重等特点,长期治疗和病情的进展不仅给患者带来了经济负担,也增加了沉重的心理负担,严重降低患者生活质量^[23,24]。因此,针对 COPD 患者,不能简单靠治愈率来评估其治疗效果和疾病恢复情况,也应关注其生活质量改善情况。本次研究结果还显示,吸气肌训练可有效改善 COPD 患者生活质量,以中等强度阈值负荷效果最佳。这主要是因为通过由低到高的阈值进行负荷锻炼,患者的呼吸参数、吸气肌力、肺功能、膈肌功能指标恢复效果均较为显著,患者的临床症状得到明显缓解,减轻对患者日常生活的影响,故而患者的生活质量明显提高^[25]。

综上所述,40%MIP 的阈值负荷下吸气肌训练在改善 COPD 患者肺功能、膈肌功能及生活质量方面效果最佳。可根据患者个体差异制定呼吸训练计划,帮助 COPD 患者改善预后。

参考文献(References)

- [1] Kahnert K, Jörres RA, Behr J, et al. The Diagnosis and Treatment of COPD and Its Comorbidities [J]. *Dtsch Arztebl Int*, 2023, 120(25): 434-444.
- [2] Mathioudakis AG, Janssens W, Sivapalan P, et al. Acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease: in search of diagnostic biomarkers and treatable traits[J]. *Thorax*, 2020, 75(6): 520-527.
- [3] 彭娟,王洁萍,黄炜,等. 阈值负荷吸气肌训练对慢性阻塞性肺疾病患者呼吸功能、运动功能及生活质量影响的 Meta 分析[J]. *中国康复理论与实践*, 2022, 28(9): 1022-1031.
- [4] 中华医学会,中华医学杂志社,中华医学会全科医学分会,等. 慢性阻塞性肺疾病基层诊疗指南(2018 年)[J]. *中华全科医师杂志*, 2018, 17(11): 856-870.
- [5] 王明航,李建生,余学庆,等. 成人 COPD-QOL 量表在慢性阻塞性肺疾病稳定期应用的信度和效度评价[J]. *辽宁中医杂志*, 2010, 37(12): 2320-2323.
- [6] Jones PW, Quirk FH, Baveystock CM. The St George's respiratory questionnaire[J]. *Respir Med*, 1991, 85(Suppl B): 25-31.
- [7] Christenson SA. COPD Phenotyping [J]. *Respir Care*, 2023, 68(7): 871-880.
- [8] Agustí A, Vogelmeier C, Faner R. COPD 2020: changes and challenges [J]. *Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol*, 2020, 319(5): L879-L883.
- [9] Terry PD, Dhand R. Inhalation Therapy for Stable COPD: 20 Years of GOLD Reports[J]. *Adv Ther*, 2020, 37(5): 1812-1828.
- [10] 李宝红. 中西医结合治疗对稳定期慢性阻塞性肺疾病患者肺功能的影响[J]. *西部中医药*, 2021, 34(10): 121-123.
- [11] 张媛媛,宫硕康,张新,等. 呼吸康复治疗联合乙酰半胱氨酸治疗 COPD 急性加重期的临床观察 [J]. *川北医学院学报*, 2022, 37(1): 63-66.
- [12] 王青,刘嗣源,曹海豪,等. 六字诀联合吸气肌训练治疗慢性阻塞性肺疾病临床研究[J]. *康复学报*, 2023, 33(2): 148-153.
- [13] Ammous O, Feki W, Lotfi T, et al. Inspiratory muscle training, with or without concomitant pulmonary rehabilitation, for chronic obstructive pulmonary disease (COPD)[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2023, 1(1): CD013778.
- [14] Vázquez-Gandullo E, Hidalgo-Molina A, Montoro-Ballesteros F, et al. Inspiratory Muscle Training in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) as Part of a Respiratory Rehabilitation Program Implementation of Mechanical Devices: A Systematic Review[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2022, 19(9): 5564.
- [15] Langer D, Ciavaglia C, Faisal A, et al. Inspiratory muscle training reduces diaphragm activation and dyspnea during exercise in COPD [J]. *J Appl Physiol* (1985), 2018, 125(2): 381-392.
- [16] Buran Cirak Y, Yilmaz Yelvar GD, Durustkan Elbasi N. Effectiveness of 12-week inspiratory muscle training with manual therapy in patients with COPD: A randomized controlled study [J]. *Clin Respir J*, 2022, 16(4): 317-328.
- [17] Zhou XL, Wei XJ, Li SP, et al. Lung-protective ventilation worsens ventilator-induced diaphragm atrophy and weakness [J]. *Respir Res*, 2020, 21(1): 16.
- [18] Formenti P, Miori S, Galimberti A, et al. The Effects of Positive End Expiratory Pressure and Lung Volume on Diaphragm Thickness and Thickening[J]. *Diagnostics (Basel)*, 2023, 13(6): 1157.
- [19] Rohrs EC, Bassi TG, Fernandez KC, et al. Diaphragm neurostimulation during mechanical ventilation reduces atelectasis and transpulmonary plateau pressure, preserving lung homogeneity and [Formula: see text]/[Formula: see text][J]. *J Appl Physiol* (1985), 2021, 131(1): 290-301.
- [20] Lewińska A, Shahnazaryan K. The Use of Diaphragm Ultrasonography in Pulmonary Physiotherapy of COPD Patients: A Literature Review[J]. *J Clin Med*, 2020, 9(11): 3525.
- [21] Shaikh H, Laghi F. Role of Diaphragm Ultrasound When NIV Fails in COPD Exacerbations[J]. *Respir Care*, 2019, 64(12): 1600-1602.
- [22] Santana PV, Albuquerque ALP. Respiratory muscles in COPD: be aware of the diaphragm[J]. *J Bras Pneumol*, 2018, 44(1): 1-2.
- [23] 汤丹舟,王芳,林冬梅,等. 慢性阻塞性肺疾病患者疾病认知水平调查及其影响因素分析 [J]. *现代生物医学进展*, 2022, 22(5): 857-862.
- [24] 慢性阻塞性肺疾病中西医结合管理专家共识写作组. 慢性阻塞性肺疾病中西医结合管理专家共识(2023 版)[J]. *中国全科医学*, 2023, 26(35): 4359-4371.
- [25] 王宇,翟飞,李荣凯,等. 阈值负荷吸气肌训练联合体外膈肌起搏对慢性阻塞性肺疾病患者肺功能和膈肌功能的影响[J]. *新乡医学院学报*, 2021, 38(11): 1070-1074.