

渐进抗阻呼吸肌训练对慢性阻塞性肺疾病患者 呼吸功能及运动能力的临床疗效

霍飞翔 张洪蕊 杨 帅 孙亚鲁 李 响[△]
(济宁医学院附属医院, 济宁 272029)

摘 要 **目的** 探讨渐进抗阻呼吸肌训练对慢性阻塞性肺疾病患者呼吸功能及运动能力的疗效。**方法** 将符合纳入标准的慢性阻塞性肺疾病患者 50 例随机分为试验组和对照组, 每组各 25 例。两组患者均给予常规呼吸训练, 1 次/d, 每周 5 次, 30min/次, 持续 6 周; 试验组在常规呼吸训练的基础上给予渐进抗阻呼吸肌训练, 1 次/d, 每周 5 次, 10min/次, 持续 6 周, 分别于治疗前、治疗 3 周后、治疗 6 周后评定患者呼吸功能, 评价指标包括用力肺活量(FVC)、1 秒钟用力呼气量(FEV1)、一秒率(FEV1/FVC)、呼气流速峰值(PEF), 采用膈肌超声对患者膈肌运动进行评估, 每天对患者进行 1 次 6 分钟步行试验, 取每位患者的步行距离平均值。**结果** 治疗 3 周及治疗 6 周后, 两组患者 FVC、PEF、膈肌动度及 6 分钟步行距离均较治疗前有明显改善($P < 0.05$); 且试验组提高更明显。与治疗前相比, 两组 FEV1/FVC(%) 均无统计学意义, 治疗 6 周后两组组间比较 FEV1 差异有统计学意义。**结论** 渐进抗阻呼吸肌训练结合呼吸训练对于改善慢性阻塞性肺疾病患者的呼吸功能作用更加显著, 优于单纯传统呼吸训练, 值得临床推广。

关键词 慢性阻塞性肺疾病; 渐进抗阻呼吸肌训练; 呼吸功能; 运动能力

中图分类号: R493 文献标识码: A 文章编号: 1000-9760(2022)02-006-05

Clinical effect of progressive obstructive respiratory muscle training on respiratory function and motor capacity in patients with chronic obstructive pulmonary disease

HUO Feixiang, ZHANG Hongrui, YANG Shuai, SUN Yalu, LI Xiang[△]
(Affiliated Hospital of Jining Medical University, Jining 272029, China)

Abstract: Objective To investigate the effect of progressive anti-obstructive respiratory muscle training on respiratory function and exercise capacity in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **Methods** 50 patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD) meeting the inclusion criteria were randomly divided into experimental group and control group, with 25 patients in each. Both groups were given routine breathing training, once a day, 5 times a week, 30min/ time, lasting for 6 weeks. The experimental group was given progressive resistance respiratory muscle training on the basis of routine breathing training, once a day, 5 times a week, 10min/ time, for 6 weeks. Respectively before treatment, 3 weeks after treatment and 6 weeks after treatment, the patient's respiratory function was assessed with forced vital capacity (FVC), forced expiratory volume in 1 second (FEV1), the rate of one second (FEV1/FVC), and peak expiratory flow (PEF) as main evaluation index. The diaphragm ultrasound was adopted to evaluate patients diaphragmatic muscle movement, each patient given a 6-minute walk test once a day, and the average distance walked by each patient was taken. **Results** After 3 weeks of treatment and 6 weeks of treatment, FVC, PEF, diaphragm movement and 6-minute walking distance in 2 groups were significantly improved ($P < 0.05$), and the experimental group increased more obviously. Compared with before treatment, FEV1/FVC(%) of the two groups showed

[△][通信作者] 李响, E-mail: 791084963@qq.com

no statistical significance. Comparison between the two groups showed no statistical significance in FEV1 after 3 weeks of treatment, but significant difference in FEV1 after 6 weeks of treatment. **Conclusion** The traditional breathing training and progressive resistance training well combined with the traditional breathing exercises can both improve the respiratory function of patients with COPD and exercise capacity, and the effect of progressive resistance training well combined with breathing exercises to improve the respiratory function of patients with COPD is more significant, better than the traditional simple breathing exercises and thus valuable for clinical promotion.

Keywords: Chronic obstructive pulmonary disease (COPD); Progressive anti-obstructive respiratory muscle training; Respiratory function; Sports ability

慢性阻塞性肺疾病 (COPD) 是一种以不完全可逆和进行性气流限制为特征的疾病^[1]。肺康复在 COPD 患者的治疗中至关重要,因为它可以提高运动能力、健康相关生活质量,并减少医疗保健支出^[2]。呼吸锻炼 (BE) 是全球 COPD 患者肺康复计划的重要组成部分^[3]。我国一项流行病学调查显示 40 岁以上成年人 COPD 的患病率为 13.7%,其患病率与社会负担将在未来几十年内继续增加^[4]。COPD 患者因呼吸肌不同程度地萎缩,可使胸壁弹性降低,肺容积减小,自身保护性咳嗽和咳痰功能下降,咳嗽能力的强弱直接影响气道的廓清能力,导致不能及时排出支气管和肺内的分泌物,加重气道阻塞,增加肺部感染概率,进一步降低肺功能,呼吸衰竭发生概率明显增大。本文探究渐进抗阻呼吸肌训练对慢性阻塞性肺疾病患者呼吸功能及运动耐力的临床疗效,为慢性阻塞性肺疾病患者的肺康复治疗提供新的思路,优化呼吸功能训练方案。现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取济宁医学院附属医院康复医学科 2019 年 12 月至 2020 年 12 月 COPD 患者 50 例,纳入标准:1) 被诊断为慢性阻塞性肺疾病且严重程度分级为 II 级、III 级 (II 级: $50\% \leq \text{FEV1}\% < 80\%$ 预计值, III 级: $30\% \leq \text{FEV1}\% < 50\%$ 预计值) 的患者;2) 肺部感染得到有效控制,处于 COPD 缓解期;3) 生命体征平稳,可配合治疗及量表评估者;4) 无呼吸道传染性疾病。排除标准:1) 病情不稳定,处于疾病发作期;2) 认知障碍,不能配合治疗;3) 合并有严重的心脑血管疾病、肝肾功能不全等;4) 严重的脏器损伤。将患者随机分为试验组和对照组,每组 25 例,2 组患者的一般资料组间比较差异无统计学意义,

见表 1。本临床试验已通过济宁医学院附属医院医学伦理委员会论证,并且所有受试患者均已签署知情同意书。

表 1 两组间一般资料比较

组别	年龄/岁	病程/年	BMI/kg · m ²	性别(男/女)
试验组	64.56±6.72	5.20±2.02	23.52±3.82	12/13
对照组	62.12±6.79	4.96±2.39	24.67±4.01	14/11
t/χ^2	1.277	0.384	1.031	0.321
P	0.208	0.703	0.308	0.571

1.2 方法

对照组进行常规的呼吸训练,1 次/d,每周 5 次,30min/次,持续 6 周;具体方法如下:1) 腹式呼吸训练;2) 缩唇呼气训练;3) 有效咳嗽训练;4) 有效叩背排痰训练;5) 主动呼吸循环技术,主要包括呼吸控制、胸廓扩张、用力呼气技术 3 部分,根据患者自身情况随机组合,可多次灵活运用;6) 有氧运动训练。试验组在常规 30min 呼吸训练的基础上增加渐进抗阻呼吸肌训练。方法如下:使用广州厦门赛克医疗器械有限公司生产的 X1 型号便携式肺功能训练仪^[5]进行渐进抗阻呼吸肌肌力强训练,本设备配有一个压力阀头,可通过调整机器阻力值的大小来决定压力阀头阻力的大小,进行吸气肌肌力训练时,嘱患者调整呼吸,正常呼气后,牙齿用力咬紧过滤器,将嘴唇闭拢,尽最大能力并缓慢吸气,直至吸气结束,然后缓慢匀速地呼出气体,直至完全,每次吸气结束后间歇 3s,避免过度通气造成缺氧;同理进行呼气肌肌力训练。同一阻力需进行反复负荷训练,直到训练成绩达到 80 分即可提高阻力进阶练习,阻力增加以 3cmH₂O 为标准,循序渐进增强呼吸肌的肌力和耐力,防止因阻力调整不当而产生呼吸肌过度疲劳与疼痛。训练频率为每组 30 次,吸气肌训练 5min,呼气肌训练 5min,总共训练时间 10min/次,每周 5 次,持续 6 周。

1.3 评定标准

分别于治疗前、治疗 3 周后、治疗 6 周后评定患者肺功能,主要指标用力肺活量(FVC)、1 秒钟用力呼气量(FEV1)、一秒率(FEV1/FVC)、呼气流速峰值(PEF)、最大吸气压(MIP)、最大呼气压(MEP)采用膈肌超声评估患者膈肌运动,每天对患者进行一次 6 分钟步行试验,6 周结束后取每位患者步行距离的平均值。各指标治疗前后的评定均由同一人完成。

1.4 统计学方法

运用 SPSS 25.0 统计软件进行处理。计量资料采用 $\bar{x} \pm s$ 表示。采用重复测量方差分析研究不同组别治疗前、治疗 3 周后、治疗 6 周的 FEV1、FVC、FEV1/FVC(%)、MIP、MEP、膈肌动度、6 分钟步行的变化。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组治疗前后肺功能参数

FEV1、FVC 的时间效应和交互效应均存在统计学意义($P < 0.05$)。简单效应分析显示:组别效应:两组间治疗 3 周后、6 周后 FVC 的差异有统计学意义,而 FEV1 组别间无差异。时间效应:治疗后两组的指标均随训练时间的延长而逐步明显改善。见表 2~4。

2.2 治疗前后两组呼吸肌肌力、膈肌动度及 6 分钟步行距离

MIP、膈肌动度的时间效应和交互效应均存在统计学意义($P < 0.05$)。简单效应分析显示:组别

效应分析,两组间治疗 3 周后、6 周后 MEP、膈肌动度、6 分钟步行的差异有统计学意义。时间效应,治疗后两组的呼吸指标均随时训练时间的延长而逐步明显改善。见表 5~7。

表 2 两组不同时间点 FEV1、FVC、FEV1/FVC 比较

组别	时间点	FEV1(L)	FVC(L)	FEV1/FVC(%)
试验组	治疗前	1.26±0.38	2.24±0.37	55.74±12.34
	治疗 3 周后	1.35±0.39	2.44±0.34	55.17±12.20
	治疗 6 周后	1.57±0.46	2.86±0.35	54.40±12.25
对照组	治疗前	1.21±0.23	2.13±0.22	56.42±8.01
	治疗 3 周后	1.24±0.24	2.22±0.19	55.39±7.63
	治疗 6 周后	1.33±0.25	2.43±0.31	54.67±6.78
组别效应	F	2.069	9.502	0.020
	P	0.157	0.003	0.887
时间效应	F	85.980	178.761	2.036
	P	<0.001	<0.001	0.156
交互效应	F	15.319	21.644	0.054
	P	<0.001	<0.001	0.862

表 3 不同时间点组别效应(P 值)

指标	治疗前	治疗 3 周后	治疗 6 周后
FEV1	0.587	0.214	0.709
FVC	0.226	0.008	<0.001

表 4 不同组别时间效应(P 值)

组别	指标	治疗前/ 治疗 3 周后	治疗前/ 治疗 6 周后	治疗 3 周后/ 治疗 6 周后
试验组	FEV1	<0.001	<0.001	<0.001
	FVC	<0.001	<0.001	<0.001
对照组	FEV1	0.003	<0.001	<0.001
	FVC	<0.001	<0.001	<0.001

表 5 两组不同时间点 MIP、MEP、膈肌动度、6 分钟步行比较($\bar{x} \pm s$)

组别	时间点	MIP/cmH ₂ O	MEP/cmH ₂ O	膈肌动度/cm	6 分钟步行/m
试验组	治疗前	43.16±6.08	57.16±5.18	3.71±0.62	306.44±22.62
	治疗 3 周后	48.56±6.31	63.12±5.27	4.21±0.66	335.48±24.77
	治疗 6 周后	57.08±7.19	75.76±7.77	5.28±0.87	387.00±27.95
对照组	治疗前	43.48±6.33	56.72±4.96	3.66±0.59	310.12±26.40
	治疗 3 周后	45.68±5.96	58.12±4.59	3.85±0.55	314.72±35.98
	治疗 6 周后	51.32±5.38	64.52±5.15	4.66±0.62	348.64±22.36
组别效应	F	2.783	15.175	3.868	7.459
	P	0.102	<0.001	0.055	0.009
时间效应	F	236.663	269.137	218.039	195.362
	P	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
交互效应	F	17.950	42.624	10.087	23.107
	P	<0.001	<0.001	0.002	<0.001

表 6 不同时间点组别效应(P 值)

指标	治疗前	治疗 3 周后	治疗 6 周后
MIP	0.856	0.104	0.095
MEP	0.760	0.001	<0.001
膈肌动度	0.799	0.044	0.006
6 分钟步行	0.599	0.022	<0.001

表 7 不同组别时间效应(P 值)

组别	指标	治疗前/ 治疗 3 周后	治疗前/ 治疗 6 周后	治疗 3 周后/ 治疗 6 周后
试验组	MIP	<0.001	<0.001	<0.001
	MEP	<0.001	<0.001	<0.001
	膈肌动度	<0.001	<0.001	<0.001
	6 分钟步行	<0.001	<0.001	<0.001
对照组	MIP	<0.001	<0.001	<0.001
	MEP	0.005	<0.001	<0.001
	膈肌动度	<0.001	<0.001	<0.001
	6 分钟步行	0.333	<0.001	<0.001

3 讨论

慢性阻塞性肺疾病患者由于肺功能和运动耐受力受损,进而引发呼吸困难等临床症状,在当前缺乏特异性治疗手段的情况下,COPD 的治疗以改善患者的呼吸症状和肺功能为核心^[6]。有研究证实^[7-9],慢性阻塞性肺疾病患者接受 6 个月的系统性肺康复训练后,呼吸困难指数显著降低,步行及运动耐量提升,急性发病明显减少,日常生活能力得到明显提高。

本文结果显示 FEV1/FVC(%) 的组别效应、时间效应和交互效应均无统计学意义($P>0.05$)。即使进行了长达 6 周的传统呼吸训练和渐进抗阻呼吸肌训练,试验组和对照组 FEV1/FVC(%) 改善均不明显,这与 Wang 等^[10]对 COPD 进行类似的呼吸肌训练发现 FEV1/FVC 无显著改善的结果类似,有学者提出因 COPD 的病理、生理改变被定义为不完全可逆的气流受限,所以康复治疗对病理性的气道阻塞的改善并不明显,但本文通过长时间的训练发现对 FEV1、FVC、PEF 等指标改善仍有显著效果,这些指标均能很好地反映肺功能,对 COPD 患者的肺通气功能障碍有着良好的相关性,所以我们仍能得出呼吸训练对 COPD 患者的肺功能改善有改善作用,并且联合渐进抗阻呼吸肌训练效果更加

显著,原因可能是渐进抗阻呼吸肌训练能有效增加横膈膜、胸廓活动度,增大通气半径,同时胸膜腔负压被增大,使肺泡得以更加充分的扩张,提高肺组织的顺应性,增加气体交换和弥散功能,提高潮气量及通气量,从而增加肺功能。

膈肌是人体最主要的呼吸肌,承担着 60%~80% 的通气功能^[11]。治疗 3 周及 6 周后,两组膈肌动度评分均较治疗前提高,且试验组较对照组提高更明显,显示渐进抗阻呼吸肌训练对膈肌的动度提高有明显的改善作用。而且,Brown^[12]通过研究提出进行定期阻力的呼吸肌肌力训练可增大膈肌的运动幅度及膈肌厚度,减弱通气不适感,提高有效通气量,并提高运动耐力和生活质量。本研究采用便携式肺功检测仪进行渐进抗阻呼吸肌训练,可使训练过程中一直维持较佳的阻力,遵循循序渐进的原则,更加有效地提高呼吸肌的肌力与耐力。同时结果显示,训练 6 周后,两组的 MIP、MEP 评分试验组较对照组升高更明显。更加表明呼吸肌肌力训练需要进行长时间的训练后更明显,短时间效果并不显著。

6 分钟步行试验常用于评估 COPD 患者的功能状态及运动能力,因为其简单、安全有效、利于实施,已被证明是 COPD 患者生存的良好预测指标^[13]。本文充分证明渐进抗阻呼吸肌训练对患者 6 分钟步行距离改善更加明显,这与 Dorth 等^[14]研究结果一致。可能原因为渐进抗阻呼吸肌训练增强了患者的呼吸肌力量,加强呼吸肌泵和肺容积,以增加静脉回流、左心室舒张末期容积和左室每搏搏出量从而增加运动肌肉对氧的输送和吸收,提高肢体骨骼肌的灌注量,从而增加骨骼肌的摄氧能力,改善运动耐力。同时,Tamplin 等^[15]研究证明,呼吸肌肌力训练通过延迟膈肌疲劳、抵消呼吸肌代谢反射和减轻呼吸不适感,将受试者们的循环计时试验的成绩提高 4%,疲劳时间提高 30%。

渐进抗阻呼吸肌训练结合传统呼吸训练均能改善慢性阻塞性肺疾病患者的呼吸功能及运动能力,同时渐进抗阻呼吸肌训练结合呼吸训练对于改善慢性阻塞性肺疾病患者的呼吸功能作用更加显著,优于单纯传统呼吸训练,值得临床推广。

利益冲突:所有作者均申明不存在利益冲突。

参考文献:

- [1] Vestbo J, Hurd SS, Agustí AG, et al. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease: GOLD executive summary [J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2013, 187 (4): 347-365. DOI: 10.1164/rccm.201204-0596PP.
- [2] Miravittles M, Vogelmeier C, Roche N, et al. A review of national guidelines for management of COPD in Europe [J]. *Eur Respir J*, 2016, 47 (2): 625-637. DOI: 10.1183/13993003.01170-2015.
- [3] Ubolnuar N, Tantisuwat A, Thaveeratitham P, et al. Effects of breathing exercises in patients with chronic obstructive pulmonary disease: systematic review and meta-analysis [J]. *Ann Rehabil Med*, 2019, 43 (4): 509-523. DOI: 10.5535/arm.2019.43.4.509.
- [4] 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.
- [5] Ip MS. Lung function testing in health and disease: issues pertaining to Asia-Pacific populations [J]. *Respirology*, 2011, 16 (2): 190-197. DOI: 10.1111/j.1440-1843.2010.01850.x.
- [6] 王凯. 慢性阻塞性肺疾病患者在不同方式的呼吸肌阈值负荷锻炼过程中呼吸力学和中枢驱动变化 [D]. 广州: 南方医科大学, 2018.
- [7] Johnson KG, Hill LJ. Pulmonary management of the acute cervical spinal cord injured patients [J]. *Nurs Clin North Am*, 2014, 49 (3): 357-369. DOI: 10.1016/j.cnur.2014.05.009.
- [8] Berlowitz DJ, Wadsworth B, Ross J. Respiratory problems and management in people with spinal cord injury [J]. *Breathe (Sheff)*, 2016, 12 (4): 328-340. DOI: 10.1183/20734735.012616.
- [9] Raab AM, Krebs J, Perret C, et al. Evaluation of a clinical implementation of a respiratory muscle training group during spinal cord injury rehabilitation [J]. *Spinal Cord Ser Cases*, 2018, 4: 40. DOI: 10.1038/s41394-018-0069-4.
- [10] Wang J, Guo S, Zeng M, et al. Observation of the curative effect of device-guided rehabilitation on respiratory function in stable patients with chronic obstructive pulmonary disease [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2019, 98 (8): e14034. DOI: 10.1097/MD.00000000000014034.
- [11] Bordini B, Marelli F, Morabito B, et al. Depression and anxiety in patients with chronic heart failure [J]. *Future Cardiol*, 2018, 14 (2): 115-119. DOI: 10.2217/fca-2017-0073.
- [12] Brown PI, Venables HK, Liu H, et al. Ventilatory muscle strength, diaphragm thickness and pulmonary function in world-class powerlifters [J]. *Eur J Appl Physiol*, 2013, 113 (11): 2849-2855. DOI: 10.1007/s00421-013-2726-4.
- [13] Huang CH, Yang GG, Wu YT, et al. Comparison of inspiratory muscle strength training effects between older subjects with and without chronic obstructive pulmonary disease [J]. *J Formos Med Assoc*, 2011, 110 (8): 518-526. DOI: 10.1016/S0929-6646(11)60078-8.
- [14] Tout R, Tayara L, Halimi M. The effects of respiratory muscle training on improvement of the internal and external thoraco-pulmonary respiratory mechanism in COPD patients [J]. *Ann Phys Rehabil Med*, 2013, 56 (3): 193-211. DOI: 10.1016/j.rehab.2013.01.008.
- [15] Tamplin J, Berlowitz DJ. A systematic review and meta-analysis of the effects of respiratory muscle training on pulmonary function in tetraplegia [J]. *Spinal Cord*, 2014, 52 (3): 175-180. DOI: 10.1038/sc.2013.162.

(收稿日期 2021-03-09)

(本文编辑: 甘慧敏)