

# 三球式呼吸训练器联合气道廓清技术对慢性阻塞性肺疾病急性加重患者康复效果的影响

姜娜<sup>1</sup>, 姜苏<sup>2</sup>, 吴从会<sup>3</sup>

**【摘要】** 目的:探讨三球式呼吸训练器联合气道廓清技术对慢性阻塞性肺疾病急性加重(AECOPD)患者康复效果的影响。方法:将102例AECOPD患者按照随机数字表法分为观察组(予以三球式呼吸训练器联合气道廓清技术)与对照组(予以气道廓清技术),各51例。对比2组干预前后痰量、痰色评分、黏液粘稠度、第1秒用力呼气容积占预计值百分比(FEV1%预计值)、每分钟最大通气量占预计值百分比(MVV%pred)、FEV1/用力肺活量(FVC)、气道峰压、呼吸压力、气道阻力。结果:干预后2组痰量、痰色评分均较干预前降低( $P<0.05$ ),观察组更低于对照组( $P<0.05$ )。干预后2组黏液粘稠度较干预前有所改善( $P<0.05$ )。观察组黏液粘稠度改善程度优于对照组( $P<0.05$ )。重复测量方差分析显示,2组FEV1预计值%、MVV%pred、FEV1/FVC存在时间、组间及时间与组间交互作用,差异有统计学意义( $P<0.05$ );干预7、14d后2组FEV1预计值%、MVV%pred、FEV1/FVC均较干预前逐渐提高( $P<0.05$ ),2个时间点观察组FEV1预计值%、MVV%pred、FEV1/FVC均高于对照组( $P<0.05$ )。重复测量方差分析显示,2组气道峰压、呼吸压力、气道阻力存在时间、组间及时间与组间交互作用,差异有统计学意义( $P<0.05$ )。干预7、14d后2组气道峰压、呼吸压力、气道阻力均较干预前逐渐降低( $P<0.05$ ),2个时间点观察组气道峰压、呼吸压力、气道阻力均低于对照组( $P<0.05$ )。结论:三球式呼吸训练器联合气道廓清技术在AECOPD患者中有利于改善肺功能、呼吸力学及促进痰液排出。

**【关键词】** 三球式呼吸训练器;气道廓清技术;慢性阻塞性肺疾病;急性加重期

**【中图分类号】** R49;R562.22 **【DOI】** 10.3870/zgkf.2023.11.006

**Effect of Three Ball Respiratory Trainer and Airway Clearance Technique on the Rehabilitation of Patients with Acute Aggravation of Chronic Obstructive Pulmonary Disease** Jiang Na, Jiang Su, Wu Conghui, Department of Rehabilitation Medicine, Huai'an Second People's Hospital, Huai'an 223001, China

**【Abstract】** **Objective:** To explore the impact of a three ball breathing trainer and airway clearance technology on the rehabilitation effect of patients with acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease (AECOPD). **Methods:** All 102 AECOPD patients were selected as the study subjects. They were randomly divided into an observation group (treated with a triple ball breathing trainer combined with airway clearance technology) and a control group (treated with airway clearance technology) using a random number table method, with 51 patients in each group. The sputum volume, sputum color score, mucus viscosity, percentage of forced expiratory volume in the first second (FEV1% predicted value), percentage of maximum ventilation volume per minute (MVV%pred), FEV1/FVC, peak airway pressure, respiratory pressure, and airway resistance were compared between the two groups. **Results:** After intervention, sputum volume and sputum color score in 2 groups were significantly lower than before intervention ( $P<0.05$ ). Compared with control group, sputum volume and sputum color score in the observation group were significantly decreased after intervention ( $P<0.05$ ). After intervention, the viscosity of the two groups was significantly improved as compared with that before intervention ( $P<0.05$ ). Compared with the control group, the improvement degree of mucous consistency in the observation group was better than that in the control group ( $P<0.05$ ). Multiple measurement ANOVA showed that the predicted value of FEV1%, MVV%pred and FEV1/FVC in the two groups had time, inter-group and inter-group interactions, and the differences were statistically significant ( $P<0.05$ ). The predicted value of FEV1 (%), MVV%pred and FEV1/FVC in the 2 groups were significantly higher than those before, and 7 and 14 days after intervention ( $P<0.05$ ). Compared with the control group, FEV1 predicted value (%), MVV%pred and FEV1/FVC in the observation group were significantly higher than those in the control group ( $P<0.05$ ). Repeated measurement ANOVA showed that the time, intergroup and intergroup interaction of peak airway pressure, respiratory pressure and airway resistance of the 2 groups

收稿日期:2023-04-24

作者单位:1.淮安市第二人民医院康复医学科,江苏淮安223001;2.淮安市眼科医院眼科,江苏淮安223001;3.南京江北德康康复医院超声科,南京210048

作者简介:姜娜(1995-),女,技师,主要从事呼吸康复方面的研究。

通讯作者:姜苏, SuJiang2305@163.com

were statistically significant ( $P < 0.05$ ). After 7 and 14 days of intervention, the peak airway pressure, respiratory pressure and airway resistance of the 2 groups were decreased as compared with those before intervention ( $P < 0.05$ ). Compared with the control group, the peak airway pressure, respiratory pressure and airway resistance in the observation group were significantly reduced ( $P < 0.05$ ). **Conclusion:** The combination of a three ball breathing trainer and airway clearance technique is beneficial for improving lung function, respiratory mechanics, and promoting sputum excretion in AECOPD patients.

**【Key words】** three ball breathing trainer; airway clearance technique; chronic obstructive pulmonary disease; acute exacerbation period

慢性阻塞性肺疾病急性加重(acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease, AECOPD)指患者原有的慢性阻塞性肺疾病症状明显加重,并伴随急性呼吸系统感染或其他因素导致的急性呼吸衰竭<sup>[1]</sup>。患者多表现为呼吸困难、胸闷、咳嗽等。此外,由于急性加重可引起全身炎症反应,因此可能出现乏力、食欲不振、体重下降、失眠等症状<sup>[2]</sup>。AECOPD的发生会使患者的症状加重并严重影响患者的生活质量,可能导致住院治疗甚至死亡,且由于慢性阻塞性肺疾病(chronic obstructive pulmonary disease, COPD)患者呼吸困难,通常需要大量使用呼吸支持设备,如氧气、呼吸机等,这也会给患者带来经济和心理压力<sup>[3]</sup>。因此,采取有效的康复措施对于改善患者临床症状十分重要。气道廓清技术是一种通过不同机制和方法去除呼吸道内分泌物和痰液的治疗方法,包括手动气道清除、胸部震动、咳嗽辅助、呼吸机辅助等多种方法,广泛应用于急性和慢性呼吸系统疾病患者的治疗中<sup>[4]</sup>。三球式呼吸训练器是一种通过逐渐加大阻力来增强肺活量和呼吸肌群力量,从而改善呼吸功能的训练设备,在支气管哮喘、间质性肺病等疾病中得到有效使用<sup>[5]</sup>,但目前关于两者联合应用在 AECOPD 患者治疗中的研究较罕见,故本研究探讨三球式呼吸训练器联合气道廓清技术对 AECOPD 患者康复效果的影响,旨在为改善患者预后情况、提高临床疗效提供意见。

## 1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2022 年 1 月~2023 年 6 月在淮安市第二人民医院诊治的 102 例 AECOPD 患者作为研究对象,诊断标准:符合《慢性阻塞性肺疾病诊治指南(2021 年修订版)》中关于 AECOPD 的诊断标准<sup>[6]</sup>。纳入标准:肺功能慢性阻塞性肺疾病全球倡议(global initiative for chronic obstructive lung disease, GOLD)分级 II~III 级;认知功能正常;病程 $\geq 6$  个月。排除标准:患有精神障碍类疾病;患有恶性肿瘤;近期 3 个月接受过糖皮质激素治疗。不稳定心脏疾病及严重肝肾功能损害者;吸烟者。该研究经医学伦理会审批同意,患者知情同意且自愿参加,均已签署知情同意书。将患者按照随

机数字表法分为观察组与对照组,各 51 例。2 组一般资料比较,差异无统计学意义。见表 1。

表 1 2 组患者一般资料比较

组别	n	性别(例)		年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$ )	病程 (年, $\bar{x} \pm s$ )	BMI (kg/m <sup>2</sup> , $\bar{x} \pm s$ )
		男	女			
观察组	51	28	23	56.85 $\pm$ 5.45	4.25 $\pm$ 1.14	24.12 $\pm$ 3.25
对照组	51	29	22	56.90 $\pm$ 5.49	4.29 $\pm$ 1.08	24.19 $\pm$ 3.28
$\chi^2/t$ 值		0.040		0.046	0.182	0.108
P 值		0.842		0.963	0.856	0.914

1.2 方法 对照组:予以气道廓清技术。物理治疗:包括胸部振动、气喘吸入、按摩等。操作时患者取坐位或半卧位,治疗者通过手掌或震动物、震动背心(ZPT-205)进行呼吸道振动,促使分泌物松动和排出;依据患者耐受程度选取合适的振荡频率与强度;呼吸道内镜吸引:操作时先进行氧气吸入,然后通过内镜将吸引器引进气管,吸取分泌物和分泌物混合的空气。体位引流:将患者置于头低脚高的体位,并对特定部位施加振动或按压力,帮助分泌物排出。治疗 3 次/d, 15min/次,持续 14d。观察组:在对照组基础上予以三球式呼吸训练器。患者取坐位或半卧位,手持三球式呼吸训练器。吸气时将第一个灰色球吸入口中,保持深呼吸,使浮球尽量上升。屏住呼气,保持 3~5s 左右,使浮球保持稳定状态。缓慢呼气,将第二个黄色球吸入口中,使浮球尽量上升。屏住呼气维持 3~5s,保持浮球稳定。再缓慢呼气,将第三个红色球吸入口中,使其尽量上升。屏住呼气 3~5s 并稳定浮球。缓慢呼气完毕,将 3 个球同时吐出,一组训练完成。每次进行 3~5 组训练,共 30min 左右,每组训练之间稍作休息。持续 14d。

1.3 评定标准 ①痰量、痰色:干预前后记录患者痰量。痰色评分:1 分,水样透明;2 分,白色黏液;3 分,淡黄色或黄色痰液;4 分,黄绿色<sup>[7]</sup>。②痰液黏液粘稠度:干预前后进行痰液黏液粘稠度评价,辅助患者吸痰后常规检查痰液粘稠度,Ⅰ级,外观表现为泡沫样或者米汤样;Ⅱ级,呈现稀米糊状样;Ⅲ级,呈现坨状样。③肺功能:采用 MS-Diffusion 型综合肺功能仪(XYZ-2000)检测患者干预前、干预 7d、14d 后第 1 秒用力呼气容积(forced expiratory volume in one second, FEV1)预计值%、最大通气能力(maximal voluntary

ventilation, MVV)%pred、FEV1/用力肺活量(forced-vitalcapacity, FVC)指标。④呼吸力学参数:采用瑞迈特 BMC-730-25HT 型医用呼吸机(BMC-730-25HT)对患者干预前、干预 7d、14d 后对气道峰压、呼吸压力、气道阻力进行检测和记录。

1.4 统计学方法 采用 SPSS 22.0 进行统计分析,符合正态分布的计量资料用  $\bar{x} \pm s$  表示,均数间比较采用独立样本  $t$  检验;组内比较采用配对样本  $t$  检验;组间整体效应采用重复测量方差分析时应对变量进行球形性检验,若满足球形则进行一元方差分析,若不满足,则进行多变量检验方差;分类变量以例数和百分率表示,行  $\chi^2$  检验,以  $P < 0.05$  为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 2 组痰量、痰色比较 干预后 2 组痰量、痰色评分均较干预前降低( $P < 0.05$ ),观察组更低于对照组( $P < 0.05$ )。见表 2。

表 2 2 组干预前后痰量、痰色比较

$\bar{x} \pm s$

组别	n	痰量(ml)		t	P	痰色评分(分)		t	P
		干预前	干预后			干预前	干预后		
观察组	51	46.52±9.85	27.02±4.14	11.858	<0.001	3.02±0.52	1.15±0.31	8.369	<0.001
对照组	51	46.35±9.79	32.45±6.85	16.845	<0.001	2.98±0.55	1.78±0.42	11.897	<0.001
t 值		0.087	4.845			0.377	8.619		
P 值		0.931	<0.001			0.707	<0.001		

表 3 2 组干预前后黏液粘稠度比较

例(%)

组别	n	干预前			干预后			Z 值	P 值
		I 级	II 级	III 级	I 级	II 级	III 级		
观察组	51	6(11.76)	20(39.22)	25(49.02)	35(68.63)	12(23.53)	4(7.84)	6.056	<0.001
对照组	51	8(15.69)	19(37.25)	24(47.06)	22(43.14)	17(33.33)	12(23.53)	3.177	0.001
Z 值			0.332			7.872		-	-
P 值			0.847			0.020		-	-

表 4 2 组干预前后肺功能比较

$\bar{x} \pm s$

组别	n	FEV1 预计值(%)			MVV%pred(%)			FEV1/FVC(%)		
		干预前	干预 7d 后	干预 14d 后	干预前	干预 7d 后	干预 14d 后	干预前	干预 7d 后	干预 14d 后
观察组	51	32.52±4.12	40.05±6.85 <sup>a</sup>	46.85±8.02 <sup>ab</sup>	31.02±2.65	40.05±3.96 <sup>a</sup>	46.74±5.25 <sup>ab</sup>	45.63±5.25	56.45±7.15 <sup>a</sup>	62.45±8.05 <sup>ab</sup>
对照组	51	32.47±4.09	38.45±5.74 <sup>a</sup>	41.06±6.14 <sup>ab</sup>	30.96±2.70	35.45±3.12 <sup>a</sup>	40.05±4.19 <sup>ab</sup>	45.70±5.18	50.02±6.05 <sup>a</sup>	56.11±6.74 <sup>ab</sup>
t 值		0.919	9.618	28.918	0.746	41.040	44.039	0.474	36.954	30.295
P 值		0.358	<0.001	<0.001	0.456	<0.001	<0.001	0.636	<0.001	<0.001
F <sub>组间/时点/交互</sub> 值		322.388/9661.691/637.889			1493.715/22638.630/1905.190			882.186/11263.320/1038.620		
P <sub>组间/时点/交互</sub> 值		<0.001/<0.001/<0.001			<0.001/<0.001/<0.001			<0.001/<0.001/<0.001		

与干预前比较,<sup>a</sup> $P < 0.05$ ;与干预 7d 后比较,<sup>b</sup> $P < 0.05$

表 5 2 组干预前后呼吸力学参数比较

$\bar{x} \pm s$

组别	n	气道峰压(cmH <sub>2</sub> O)			呼吸压力(cmH <sub>2</sub> O)			气道阻力(cmH <sub>2</sub> O/L·s)		
		干预前	干预 7d 后	干预 14d 后	干预前	干预 7d 后	干预 14d 后	干预前	干预 7d 后	干预 14d 后
观察组	51	33.91±8.45	24.56±5.25 <sup>a</sup>	21.17±3.25 <sup>ab</sup>	27.52±6.85	20.05±3.96 <sup>a</sup>	17.25±2.05 <sup>ab</sup>	37.85±6.21	29.14±4.15 <sup>a</sup>	24.65±2.78 <sup>ab</sup>
对照组	51	33.78±9.34	27.11±6.14 <sup>a</sup>	25.76±4.25 <sup>ab</sup>	27.47±6.91	24.52±4.65 <sup>a</sup>	20.96±2.96 <sup>ab</sup>	37.90±6.18	34.02±5.01 <sup>a</sup>	30.05±3.62 <sup>ab</sup>
t 值		0.074	-2.254	-6.127	0.037	-5.227	-7.358	0.041	-5.357	-8.449
P 值		0.941	0.026	<0.001	0.971	<0.001	<0.001	0.968	<0.001	<0.001
F <sub>组间/时点/交互</sub> 值		152.076/2655.742/127.807			307.523/3016.478/169.407			640.431/8161.538/456.693		
P <sub>组间/时点/交互</sub> 值		<0.001/<0.001/<0.001			<0.001/<0.001/<0.001			<0.001/<0.001/<0.001		

与干预前比较,<sup>a</sup> $P < 0.05$ ;与干预 7d 后比较,<sup>b</sup> $P < 0.05$

2.2 2 组黏液粘稠度比较 干预后 2 组黏液粘稠度较干预前有所改善( $P < 0.05$ );与对照组相比,观察组黏液粘稠度改善程度优于对照组( $P < 0.05$ )。见表 3。

2.3 2 组肺功能比较 重复测量方差分析显示,2 组 FEV1 预计值%、MVV%pred、FEV1/FVC 存在时间、组间及时间与组间交互作用,差异有统计学意义( $P < 0.01$ );干预 7、14d 后 2 组 FEV1 预计值%、MVV%pred、FEV1/FVC 较干预前逐渐提高( $P < 0.05$ ),与对照组相比,观察组干预后各时间点 FEV1 预计值%、MVV%pred、FEV1/FVC 均高于对照组( $P < 0.05$ )。见表 4。

2.4 2 组呼吸力学参数比较 重复测量方差分析显示,2 组气道峰压、呼吸压力、气道阻力存在时间、组间及时间与组间交互作用,差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。干预 7、14d 后 2 组气道峰压、呼吸压力、气道阻力均逐渐降低( $P < 0.05$ )。干预 7、14d 后观察组气道峰压、呼吸压力、气道阻力均低于同时间点对照组( $P < 0.05$ )。见表 5。

### 3 讨论

目前,AECOPD的康复需求包括通过药物治疗和呼吸治疗,尽可能地缓解呼吸困难等症状,提高肺部功能,减轻炎症反应及感染,避免并发症的发生等。常规康复缺乏针对性干预,目前临床上还没有完整的评估体系,导致每个患者的康复方案差异较大<sup>[8]</sup>。部分患者在康复期结束后无法得到持续的系统康复,影响到疾病的长期稳定管理<sup>[9]</sup>。气道廓清技术有助于改善呼吸症状、降低气道阻力和减轻呼吸不适<sup>[10]</sup>,本研究在此基础上联合三球式呼吸训练器,展现出较好的治疗结局。

谭旭等<sup>[11]</sup>研究结果指出,气道廓清技术中的振动呼气正压技术应用在AECOPD患者中效果理想,能够有效改善肺功能,促进患者肺康复。阎昱升<sup>[12]</sup>的研究发现,三球仪呼吸训练器辅助应用在稳定期中度COPD患者中效果显著,能够改善患者运动耐力及呼吸困难症状,明显提高生活质量水平。以上几位学者研究结论对本文有一定的指导作用。本研究结果显示,干预后,观察组痰量、痰色评分均较对照组低,这是因为:三球式呼吸训练器的操作过程中可控制患者呼吸速度和力度,从而增加呼吸道内部气流,促进痰液的疏通和排出,通过深度的吸气和屏住呼气的方式,刺激咳嗽反射,从而使患者更容易咳出痰液<sup>[13]</sup>。观察组在干预后黏液粘稠度改善效果较对照组更好,这是由于:三球式呼吸训练器训练具备改善氧气供应的功能,可提高肺活量和通气量,对患者进行有效的肺康复治疗,改善氧气供应,有利于减少黏液的生成和黏稠度。除此之外,干预7d、14d后,观察组患者肺功能指标FEV1预计值%、MVV%pred、FEV1/FVC均较对照组高,提示观察组肺功能改善更理想,究其原因在于:通过使用三球式呼吸训练器,患者可以进行逐渐递增的肺活量训练,增加肺容积,从而提高肺通气能力和氧合能力,该种方式可以刺激呼吸肌肉的收缩和放松,增强呼吸肌肉的力量和耐力,提高肺通气能力<sup>[14]</sup>。三球式呼吸训练器通过提高肺泡膨胀和收缩的频率和深度,从而改善呼吸机械功能,有利于提高FEV1/FVC比值。观察组干预7d、14d后的呼吸力学指标气道峰压、呼吸压力、气道阻力均较对照组低,这可能是因为:三球式呼吸训练器可以通过增加肺容积和改善呼吸机械功能等途径,降低气道阻力,从而减少患者在呼吸过程中的内源性阻力,通过提高呼吸肌肉力量,从而降低患者在呼气末期的呼吸道压力,减轻气道峰压和呼吸压力<sup>[15]</sup>。另外,该种训练器可以调整患者呼吸模式和节律,使患者的呼吸更加平稳和规律,减少呼吸的不协

调性,进一步解除呼吸肌肉的负荷,达到改善呼吸力学指标的目的。

综上所述,AECOPD患者采取三球式呼吸训练器联合气道廓清技术的康复效果理想,能够有效提升肺功能水平、改善呼吸力学并促进痰液排出,达到显著的治疗结局。但本研究还存在着一些不足的地方,例如未对更远期的疗效进行观察,未观察患者是否存在复发情况等,在今后将会针对性改进。

### 【参考文献】

- [1] Zheng ZG, Sun WZ, Hu JY, et al. Hydrogen/oxygen therapy for the treatment of an acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease: results of a multicenter, randomized, double-blind, parallel-group controlled trial[J]. *Respir Res*, 2021, 22(1):149.
- [2] 祖丽皮努尔·阿卜杜萨迪克,王宝兰. 体外膈肌起搏联合肺康复对慢阻肺急性加重期患者膈肌和外周骨骼肌功能的影响[J]. *中国康复*, 2023, 38(5):291-295.
- [3] Levy I, Elimeleh Y, Gavrieli S, et al. Treatment of acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease with acupuncture during hospitalization: a three-arm double-blinded randomized sham-controlled trial[J]. *Acupunct Med*, 2022, 40(6):505-515.
- [4] 呼格吉乐图,艾冬雪,张晓敏,等. 气道廓清技术在重型颅脑损伤昏迷患者肺康复中的应用[J]. *中国康复*, 2022, 37(8):473-447.
- [5] 黄俏雯,周峰,王健翠,等. 联用三球式呼吸训练器对稳定期慢性阻塞性肺病患者临床症状及肺功能影响效果观察[J]. *山西医药杂志*, 2020, 49(14):1829-1831.
- [6] 中华医学会呼吸病学分会慢性阻塞性肺疾病学组,中国医师协会呼吸医师分会慢性阻塞性肺疾病工作委员会. 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(3):170-205.
- [7] 何权瀛. 常见呼吸病诊断治疗指南共识的解读与评析[J]. *中华结核和呼吸杂志*, 2015, 20(11):814-814.
- [8] 周小荣,曾小娥,张江平,等. BODE分级方案用于慢性阻塞性肺疾病急性加重患者康复干预[J]. *护理学杂志*, 2021, 36(12):79-83.
- [9] 张华文,李静怡. 慢性阻塞性肺疾病急性加重期患者肺康复的研究进展[J]. *护理学杂志*, 2021, 36(9):22-25.
- [10] 胡梦阳,黄海燕,罗健,等. 老年重症患者气道廓清的研究进展[J]. *护士进修杂志*, 2023, 38(3):233-237.
- [11] 谭旭,许娟,罗薇娜,等. 两种气道廓清技术在慢性阻塞性肺疾病急性加重病人中的应用效果比较[J]. *护理研究*, 2020, 34(9):1662-1665.
- [12] 阎昱升. 踏车运动联合三球仪呼吸训练器对稳定期中度COPD肺康复的影响[J]. *江苏医药*, 2020, 46(11):1102-1104,1108.
- [13] 杭燕萍,赵明明,张希龙. 三球式呼吸训练器在老年慢性阻塞性肺疾病急性加重期患者早期肺康复中的应用价值[J]. *中华老年多器官疾病杂志*, 2019, 18(5):336-340.
- [14] 徐巧巧,肖艳红. 肺康复训练对慢性阻塞性肺疾病稳定期患者的疗效观察[J]. *中国康复*, 2019, 34(1):14-17.
- [15] 姬莉,张滢滢,毛山,等. 呼吸训练器在社区慢性阻塞性稳定期肺病患者肺康复中的应用研究[J]. *临床肺科杂志*, 2019, 24(9):1640-1644.