

doi: 10.13241/j.cnki.pmb.2022.12.028

# 肺康复训练联合规律性有氧运动疗法对稳定期 COPD 患者心肺运动功能、生活质量和 Th17/Treg 细胞亚群失衡的影响\*

李 静<sup>1</sup> 覃腊云<sup>2</sup> 欧阳辉<sup>1</sup> 吴 杰<sup>1</sup> 章 婵<sup>1</sup>

(1 长沙市第四医院(长沙市中西医结合医院、湖南师范大学附属长沙医院)呼吸与危重症医学科 湖南 长沙 410006;

2 中南大学湘雅二医院综合内科 湖南 长沙 410100)

**摘要 目的:** 观察肺康复训练联合规律性有氧运动疗法对稳定期慢性阻塞性肺疾病(COPD)患者心肺运动功能、生活质量和 Th17/Treg 细胞亚群失衡的影响。**方法:** 选取 2019 年 6 月-2021 年 6 月期间于我院接受治疗的 80 例稳定期 COPD 患者,根据随机数字表法分为观察组(40 例,肺康复训练联合规律性有氧运动疗法)、对照组(40 例,接受肺康复训练),比较两组患者心肺运动功能、运动耐力、生活质量和 Th17/Treg 细胞亚群失衡相关指标。**结果:** 两组干预 3 个月后最大分钟通气量(VE<sub>max</sub>)、峰值摄氧量(PeakVO<sub>2</sub>)升高,且观察组高于对照组( $P<0.05$ )。两组干预 3 个月后无氧阈时二氧化碳通气当量(VE/CO<sub>2</sub> at AT)下降,且观察组低于对照组( $P<0.05$ )。两组干预 3 个月后圣·乔治呼吸问卷(SGRQ)评分降低,且观察组低于对照组( $P<0.05$ )。两组干预 3 个月后 6 min 步行试验(6MWT)距离、运动时间延长,且观察组长于对照组( $P<0.05$ )。两组干预 3 个月后 Treg 含量升高,且观察组高于对照组( $P<0.05$ );两组干预 3 个月后 Th17/Treg 比值、Th17 含量下降,且观察组低于对照组( $P<0.05$ )。**结论:** 肺康复训练联合规律性有氧运动疗法用于稳定期 COPD 患者,可改善其心肺运动功能,提高运动耐力,提高生活质量,同时还可调节 Th17/Treg 细胞亚群失衡。

**关键词:** 肺康复训练;有氧运动;稳定期慢性阻塞性肺疾病;心肺运动功能;生活质量;Th17/Treg 细胞亚群

中图分类号:R563;R493 文献标识码:A 文章编号:1673-6273(2022)12-2337-05

## Effects of Lung Rehabilitation Training Combined with Regular Aerobic Exercise Therapy on Cardiopulmonary Motor Function, Quality of Life and Imbalance of Th17 / Treg Cell Subsets in Patients with Stable COPD\*

LI Jing<sup>1</sup>, QIN La-yun<sup>2</sup>, OUYANG Hui<sup>1</sup>, WU Jie<sup>1</sup>, ZHANG Chan<sup>1</sup>

(1 Department of Respiratory and Critical Care Medicine, Changsha Fourth Hospital(Changsha Integrated Traditional Chinese and Western Medicine Hospital, Changsha Hospital Affiliated to Hunan Normal University), Changsha, Hunan, 410006, China;

2 Department of General Medicine, Xiangya Second Hospital of Central South University, Changsha, Hunan, 410100, China)

**ABSTRACT Objective:** To observe the effects of lung rehabilitation training combined with regular aerobic exercise therapy on cardiopulmonary motor function, quality of life and imbalance of Th17/Treg cell subsets in patients with stable chronic obstructive pulmonary disease (COPD). **Methods:** 80 patients with stable COPD who were treated in our hospital from June 2019 to June 2021 were selected, they were randomly divided into observation group (40 cases, lung rehabilitation training combined with regular aerobic exercise therapy) and control group (40 cases, receiving lung rehabilitation training). The cardiopulmonary motor function, exercise tolerance, quality of life and imbalance of Th17/Treg cell subsets were compared between the two groups. **Results:** 3 months after intervention, the maximum minute ventilation (VE<sub>max</sub>) and peak oxygen uptake (PeakVO<sub>2</sub>) increased in the two groups, and the observation group was higher than the control group ( $P<0.05$ ). 3 months after intervention, the carbon dioxide ventilation equivalent (VE/CO<sub>2</sub> at AT) at anaerobic threshold decreased in the two groups, and the observation group was lower than the control group ( $P<0.05$ ). 3 months after intervention, the score of St. George's Respiratory Questionnaire (SGRQ) decreased in the two group, the observation group was lower than the control group ( $P<0.05$ ). 3 months after intervention, the 6-min walking test (6MWT) distance and exercise time were prolonged in the two groups, and the observation group was longer than the control group ( $P<0.05$ ). Treg content in the two groups increased 3 months after intervention, and the observation group was higher than the control group ( $P<0.05$ ). Th17/Treg ratio and Th17 content in the two groups decreased 3 months after intervention, and the observation group was lower than the control group ( $P<0.05$ ). **Conclusion:** Lung rehabilitation training combined with regular aerobic exercise therapy in the treatment of patients with stable COPD can improve cardiopulmonary motor function, improve exercise tolerance, improve quality of life, and regulate the imbalance of Th17 / Treg cell subsets.

\* 基金项目:湖南省中医药管理局科研计划项目(2013153)

作者简介:李静(1987-),女,硕士研究生,研究方向:呼吸与危重症,E-mail:lijing617819@163.com

(收稿日期:2021-10-28 接受日期:2021-11-22)

**Key words:** Pulmonary rehabilitation training; Aerobic exercise; Stable chronic obstructive pulmonary disease; Cardiopulmonary motor function; Quality of life; Th17 / Treg cell subsets

**Chinese Library Classification(CLC):** R563; R493 **Document code:** A

**Article ID:** 1673-6273(2022)12-2337-05

## 前言

慢性阻塞性肺疾病(COPD)是一种慢性气道炎症性疾病,其主要症状表现包括气促和呼吸困难、反复咳嗽、咳痰等<sup>[1]</sup>。稳定期 COPD 患者症状会有所改善,一些患者往往认为自身已达到治愈标准而停止继续治疗,进而导致病情反复,故临床治疗以防止病情进展为主<sup>[2]</sup>。肺康复训练可促进患者症状及肺功能改善,一直是稳定期 COPD 患者的常用干预方法<sup>[3]</sup>。但近期临床对稳定期 COPD 的治疗目标除了提高临床效果之外,还希望在患者生活质量、COPD 发病机制改善方面有所进展,此外,还应包括对 COPD 致病因素的改善<sup>[4]</sup>。规律性有氧运动疗法是近年来治疗 COPD 的常用方法,可帮助患者提高运动耐力<sup>[5]</sup>。本次研究通过观察肺康复训练联合规律性有氧运动疗法对稳定期 COPD 患者的影响,旨在为临床该病治疗方案选择提供参考依据。

## 1 资料与方法

### 1.1 临床资料

选取 2019 年 6 月 -2021 年 6 月期间于我院接受治疗的稳定期 COPD 患者 80 例,纳入标准:(1)符合《慢性阻塞性肺疾病诊治指南(2013 年修订版)》<sup>[6]</sup>中关于 COPD 的诊断标准,且处于稳定期;(2)签署研究协议书;(3)肺功能分级 II 级或 III 级;(4)入组前 3 个月内未发生症状加重情况。排除标准:(1)同时参加其他临床试验;(2)合并其他影响锻炼的局部或全身性疾病;(3)肢体功能障碍无法接受有氧训练;(4)合并精神系统疾病;(5)严重心、肝、肾脏器功能障碍者;(6)合并支气管扩张、肺结核、肺炎等其它肺部严重疾病。本研究通过我院伦理委员会批准。80 例稳定期 COPD 患者根据随机数字表法分为观察组、对照组,例数各为 40 例,两组一般资料对比无差异( $P>0.05$ ),如表 1 所示。

表 1 两组患者一般资料对比

Table 1 Comparison of general data between the two groups

General data	Control group(n=40)	Observation group(n=40)	$\chi^2/t$	P
Male/female(n)	26/14	24/16	0.213	0.644
Age(years)	54.32±6.31	54.76±7.53	-0.283	0.778
Disease course(years)	9.04±1.29	9.11±1.57	-0.218	0.828
Pulmonary function classification(n)				
II grade	22	23	0.051	0.822
III grade	18	17		
Body mass index(kg/m <sup>2</sup> )	26.88±2.42	27.34±2.18	-0.893	0.374
Smoking history(n)	28	26	0.228	0.663

### 1.2 方法

**基础治疗:**两组患者均进行适当锻炼、戒烟、避免受凉及正确使用气雾剂等健康宣教,部分伴有症状者给予止咳化痰和营养支持等常规药物治疗。**对照组:**结合患者自身年龄、身高及体重等因素,为患者制定个体化肺康复训练,为期 3 个月。具体方案如下:取坐卧位,为患者头带固定面罩,连接深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司生产的 iMEC6 多参数监护仪实时监测心电图和血压变化,连接传感测试系统,选用症状限制性递增功率踏车运动,先将功率设置为 10 w,热身 5 min,随后按 10、15、20、25 w 的功率递增,待患者出现呼吸困难、疲乏时则施行 5 min 的恢复运动后结束训练。**观察组:**在对照组的基础上结合规律性有氧运动疗法治疗,有氧运动包括慢跑、快走、上下楼梯或健身操等,依据患者日常运动习惯及生活环境进行,维持目标心率 = (220 - 年龄 - 安静心率) × 60 + 安静心率, 20~30 min/次,每周视患者耐受情况进行 3~5 次,为期 3 个月。

### 1.3 观察指标

(1)使用德国耶格公司生产的 MasterScreen CPX 运动心肺测试系统,观察两组患者干预前、干预 3 个月后的心肺运动功能指标:最大分钟通气量(VE<sub>max</sub>)、峰值摄氧量(PeakVO<sub>2</sub>)、无氧阈时二氧化碳通气当量(VE/CO<sub>2</sub> at AT)。(2)使用圣·乔治呼吸问卷(SGRQ)评分<sup>[7]</sup>评价两组患者干预前、干预 3 个月后的生活质量,SGRQ 由症状、日常活动情况以及疾病对患者社会活动和心理的影响 3 个部分共 54 个项目组成,分值范围 0~100 分,分值越低表明患者的生活质量越高。(3)观察两组患者干预前、干预 3 个月运动耐力指标:6 min 步行试验(6MWT)距离、运动时间。其中 6MWT 在有效折返长度 > 50 m 的无人干扰的室内平坦走廊进行,要求患者在 2 点间以尽可能快的速度行走,记录 6 min 内步行的距离。运动时间采用购自深圳市瀚翔生物医疗电子股份有限公司的 Ergoselect 100 K 立式功率车测定。(4)干预前、干预 3 个月抽取两组静脉血 5 mL,应用 EPICS XL 流式细胞仪(美国贝克曼库尔特公司生产)进行 Th17、Treg 检测,并计算 Th17/Treg 比值。

### 1.4 统计学方法

应用 SPSS24.0 软件分析数据,以( $\bar{x}\pm s$ )表示计量资料,组间、组内均数比较采用 t 检验,以例表示计数资料,采用  $\chi^2$  检验。检验水准为 $\alpha=0.05$ 。

## 2 结果

### 2.1 心肺运动功能指标变化

两组干预前 PeakVO<sub>2</sub>、Vemax、VE/CO<sub>2</sub> at AT 组间对比无统计学差异( $P>0.05$ )。两组干预 3 个月后 PeakVO<sub>2</sub>、Vemax 升高,且观察组高于对照组( $P<0.05$ )。两组干预 3 个月后 VE/CO<sub>2</sub> at AT 下降,且观察组低于对照组( $P<0.05$ )。见表 2。

表 2 心肺运动功能指标变化( $\bar{x}\pm s$ )

Table 2 Changes of cardiopulmonary motor function indexes( $\bar{x}\pm s$ )

Groups	Time	Vemax(L/min)	PeakVO <sub>2</sub> (mL/min)	VE/CO <sub>2</sub> at AT
Control group(n=40)	Before intervention	34.32±3.29	1263.34±112.28	42.41±4.22
	3 months after intervention	40.93±4.21	1387.88±124.16	38.96±3.17
	$t_1, P_1$	-7.824, 0.000	-4.705, 0.000	4.134, 0.000
Observation group(n=40)	Before intervention	34.51±4.25	1257.38±93.26	42.79±5.32
	3 months after intervention	45.68±5.13	1545.41±104.35	33.52±3.96
	$t_2, P_2$	-10.605, 0.000	-13.106, 0.000	8.840, 0.000
$t_3, P_3$		-4.527, 0.000	-6.143, 0.000	6.783, 0.000

Note:  $t_1, P_1$  were the comparison within the control group.  $t_2, P_2$  were the comparison within the observation group.  $t_3, P_3$  were the comparison between the control group and the observation group.

### 2.2 SGRQ 评分变化

两组干预前 SGRQ 评分组间对比无统计学差异( $P>0.05$ )。两组干预 3 个月后 SGRQ 评分降低,且观察组低于对照组( $P<0.05$ )。见表 3。

表 3 SGRQ 评分变化( $\bar{x}\pm s$ , 分)

Table 3 SGRQ score change( $\bar{x}\pm s$ , scores)

Groups	Time	SGRQ
Control group(n=40)	Before intervention	69.41±5.28
	3 months after intervention	43.49±5.13
	$t_1, P_1$	12.096, 0.000
Observation group(n=40)	Before intervention	69.87±5.34
	3 months after intervention	27.42±6.09
	$t_2, P_2$	21.512, 0.000
$t_3, P_3$		11.604, 0.000

Note:  $t_1, P_1$  were the comparison within the control group.  $t_2, P_2$  were the comparison within the observation group.  $t_3, P_3$  were the comparison between the control group and the observation group.

### 2.3 6MWT 距离、运动时间变化

两组干预前 6MWT 距离、运动时间组间对比无统计学差异( $P>0.05$ )。两组干预 3 个月后 6MWT 距离、运动时间延长,且观察组长于对照组( $P<0.05$ )。见表 4。

### 2.4 Th17/Treg 细胞亚群指标对比

两组干预前 Th17/Treg、Th17、Treg 组间对比无统计学差异( $P>0.05$ )。两组干预 3 个月后 Treg 含量升高,且观察组高于对照组( $P<0.05$ )。两组干预 3 个月后 Th17/Treg、Th17 含量下降,且观察组较对照组低( $P<0.05$ )。见表 5。

## 3 讨论

COPD 的主要病理改变为肺实质慢性炎症及结构破坏,而在这一病理变化过程中,机体自身介导的免疫反应发挥了重要

作用<sup>[8,9]</sup>。Th17、Treg 主要是由 CD4<sup>+</sup>T 细胞分化成的两种辅助 T 淋巴细胞亚型,其中 Treg 可通过分泌白介素 -10、转化生长因子 - $\beta$  等来抑制 T 细胞的过度增殖和激活<sup>[10]</sup>;Th17 可通过分泌白介素 -17、白介素 -23 等来诱导并活化中性粒细胞,从而加重炎症反应<sup>[11]</sup>。Th17、Treg 在机体正常情况下,维持动态平衡,在功能上互相拮抗,参与机体的免疫防御<sup>[12]</sup>。而既往不少研究证实 Th17/Treg 细胞亚群失衡在参与着肺部慢性炎症发展过程<sup>[13,14]</sup>。目前对于稳定期 COPD 的治疗尚无统一方案,且此类患者长期反复发病,肺换气 and 通气功能下降,运动能力受限,生活质量明显下降,故本研究以心肺运动功能、生活质量和 Th17/Treg 细胞亚群失衡为切入点,探讨治疗方案的有效性。

肺康复训练已被全球倡议推荐为稳定期 COPD 常用的非药物治疗方案,李晓丹等<sup>[15]</sup>学者认为康复训练是改善稳定期

表 4 6MWT 距离、运动时间变化( $\bar{x}\pm s$ )  
Table 4 Variation of 6MWT distance and exercise time( $\bar{x}\pm s$ )

Groups	Time	6MWT(m)	Exercise time(s)
Control group(n=40)	Before intervention	321.25±25.24	348.37±28.32
	3 months after intervention	364.97±24.38	425.28±21.46
$t_1, P_1$		-7.880, 0.000	-13.690, 0.000
Observation group(n=40)	Before intervention	323.39±26.21	345.18±27.18
	3 months after intervention	396.18±27.16	471.46±28.49
$t_2, P_2$		-12.197, 0.000	-20.483, 0.000
$t_3, P_3$		-5.408, 0.000	-8.188, 0.000

Note:  $t_1, P_1$  were the comparison within the control group.  $t_2, P_2$  were the comparison within the observation group.  $t_3, P_3$  were the comparison between the control group and the observation group.

表 5 Th17/Treg 细胞亚群指标对比( $\bar{x}\pm s$ )  
Table 5 Comparison of Th17/Treg cell subsets( $\bar{x}\pm s$ )

Groups	Time	Th17/Treg	Th17(%)	Treg(%)
Control group(n=40)	Before intervention	1.56±0.27	5.83±0.67	3.73±0.46
	3 months after intervention	0.71±0.18	3.51±0.52	4.97±0.54
$t_1, P_1$		16.567, 0.000	17.301, 0.000	-11.296, 0.000
Observation group(n=40)	Before intervention	1.54±0.21	5.79±0.51	3.76±0.59
	3 months after intervention	0.27±0.08	1.82±0.43	6.73±0.53
$t_2, P_2$		35.743, 0.000	37.639, 0.000	-23.684, 0.000
$t_3, P_3$		14.128, 0.000	15.840, 0.000	-14.711, 0.000

Note:  $t_1, P_1$  were the comparison within the control group.  $t_2, P_2$  were the comparison within the observation group.  $t_3, P_3$  were the comparison between the control group and the observation group.

COPD 患者肺功能的有效手段,可有效提高患者生存质量。国外研究也表明肺康复训练可使稳定期 COPD 患者预后改善<sup>[16]</sup>。规律性有氧运动疗法是指能够促使机体充分的进行氧气交换的体育锻炼,属于中等或者是高等强度的一种运动锻炼,近年来用于稳定期 COPD 患者的治疗中取得了较好的疗效<sup>[17]</sup>。鞠贞会等<sup>[18]</sup>学者认为,在常规药物治疗的基础上联合有氧运动治疗 COPD 患者具有协同作用,可减轻疾病症状,提高生活质量。本次研究结果显示,与单用肺康复训练相比,经肺康复训练联合规律性有氧运动疗法治疗稳定期 COPD 患者,其心肺运动功能得到明显改善,运动耐力也随之增加。究其原因,肺康复训练是针对日常活动能力降低、有症状的患者的有效治疗方案,可在一定程度上提高患者的肺部适应性和自主性;结合规律性有氧运动疗法治疗后,通过训练增加了患者气道压力,阻止气道过早关闭,及时缓解患者呼吸肌疲劳,改善患者肺通气状态,从而促进心肺运动功能提高<sup>[19,21]</sup>。患者心肺适应性的提高,能提高其自我保健能力和有效的活动能力,提高其运动耐力,进而使症状得到明显缓解<sup>[22,23]</sup>。本研究发现,干预 3 个月后观察组 Treg 含量高于对照组, Th17/Treg、Th17 含量低于对照组,说明肺康复训练联合规律性有氧运动疗法治疗有利于调节 Th17/Treg 细胞亚群失衡。规律性有氧训练可通过运动改善全身关节和肌肉的废用状态,有利于调节机体肉毒素抑制蛋白基因、核糖体蛋白基因的表达,控制炎症反应,恢复免疫功能<sup>[24-26]</sup>。还可通过

规律性有氧训练,加强常规治疗药物的作用,进一步提高机体免疫耐受情况<sup>[27-29]</sup>。通过本次研究可以发现肺康复训练联合规律性有氧运动疗法可改善患者生活质量,这可能受益于其可改善患者运动耐力,促使患者早日恢复正常的工作与生活,进而改善其生活质量<sup>[30,31]</sup>。

综上所述,肺康复训练联合规律性有氧运动疗法用于稳定期 COPD 患者,有利于调节 Th17/Treg 细胞亚群失衡,改善心肺运动功能及生活质量。在今后的研究中,可进一步分析有氧运动训练如何从免疫学上改善 COPD 稳定期患者的疗效的作用机制。

#### 参考文献(References)

- [1] Duffy SP, Criner GJ. Chronic Obstructive Pulmonary Disease: Evaluation and Management [J]. Med Clin North Am, 2019, 103(3): 453-461
- [2] Celli BR, Wedzicha JA. Update on Clinical Aspects of Chronic Obstructive Pulmonary Disease [J]. N Engl J Med, 2019, 381(13): 1257-1266
- [3] Gloeckl R, Schneeberger T, Jarosch I, et al. Pulmonary Rehabilitation and Exercise Training in Chronic Obstructive Pulmonary Disease[J]. Dtsch Arztebl Int, 2018, 115(8): 117-123
- [4] Meshe OF, Bungay H, Claydon LS. Participants' experiences of the benefits, barriers and facilitators of attending a community-based exercise programme for people with chronic obstructive pulmonary

- disease[J]. Health Soc Care Community, 2020, 28(3): 969-978
- [5] 李朝英, 李芳秋, 李星鑫. 肺康复训练联合有氧运动对老年 COPD 患者血气指标及运动耐力的影响 [J]. 中国老年学杂志, 2021, 41(7): 1411-1414
- [6] 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 (2013 年修订版)[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2013, 36(4): 255-264
- [7] Jones PW. St. George's Respiratory Questionnaire: MCID [J]. COPD, 2005, 2(1): 75-79
- [8] Zhu L, Xu F, Kang X, et al. The antioxidant N-acetylcysteine promotes immune response and inhibits epithelial-mesenchymal transition to alleviate pulmonary fibrosis in chronic obstructive pulmonary disease by suppressing the VWF/p38 MAPK axis [J]. Mol Med, 2021, 27(1): 97
- [9] Li S, Zhao S, Wu Z, et al. Alteration of immune profiles is associated with pulmonary function and symptoms in patients with chronic obstructive pulmonary disease[J]. Mol Med Rep, 2021, 24(5): 742
- [10] 金晶, 王晶, 荆晶, 等. 不同慢性阻塞性肺疾病全球倡议分级慢性阻塞性肺疾病稳定期患者外周血辅助性 T 细胞 17、调节性 T 细胞含量的对比分析[J]. 实用心脑血管病杂志, 2019, 27(5): 68-71
- [11] Lourenço JD, Teodoro WR, Barbeiro DF, et al. Th17/Treg-Related Intracellular Signaling in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease: Comparison between Local and Systemic Responses[J]. Cells, 2021, 10(7): 1569
- [12] 周金花, 王伟, 刘瑞娟. Treg/Th17 在慢性阻塞性肺疾病合并肺癌中的相关研究进展[J]. 中国肺癌杂志, 2019, 22(12): 794-797
- [13] 张占强, 吴春艳, 方彬, 等. Th17/Treg、IL-17 在慢性阻塞性肺疾病患者中的表达及与肺功能的相关性 [J]. 现代中西医结合杂志, 2018, 27(22): 2419-2423, 2494
- [14] 林琳. 老年慢性阻塞性肺疾病患者外周血 HIF-1 $\alpha$ 、IL-18、Th17 和 Treg 的表达及与肺功能的关系[J]. 中国老年学杂志, 2015, 35(17): 4927-4929
- [15] 李晓丹, 徐立勇, 冯龙华, 等. 康复训练对稳定期慢性阻塞性肺病患者肺功能及生存质量的影响 [J]. 中华保健医学杂志, 2020, 22(1): 12-15
- [16] Cornelison SD, Pascual RM. Pulmonary Rehabilitation in the Management of Chronic Lung Disease[J]. Med Clin North Am, 2019, 103(3): 577-584
- [17] 刘东辉, 张欣怡. 负荷深呼吸训练联合有氧运动对老年慢性阻塞性肺病患者肺功能康复的影响 [J]. 中国老年学杂志, 2020, 40(1): 108-111
- [18] 鞠贞会, 张淑梅, 张秀婵, 等. 有氧运动联合噻托溴铵治疗慢性阻塞性肺疾病合并肺动脉高压的疗效观察[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2013, 35(11): 883-886
- [19] Wouters EF, Posthuma R, Koopman M, et al. An update on pulmonary rehabilitation techniques for patients with chronic obstructive pulmonary disease [J]. Expert Rev Respir Med, 2020, 14(2): 149-161
- [20] Vaes AW, Delbressine JML, Mesquita R, et al. Impact of pulmonary rehabilitation on activities of daily living in patients with chronic obstructive pulmonary disease [J]. J Appl Physiol (1985), 2019, 126(3): 607-615
- [21] Rokach A, Romem A, Arish N, et al. The Effect of Pulmonary Rehabilitation on Non-chronic Obstructive Pulmonary Disease Patients[J]. Isr Med Assoc J, 2019, 21(5): 326-329
- [22] Hansen H, Bieler T, Beyer N, et al. Supervised pulmonary tele-rehabilitation versus pulmonary rehabilitation in severe COPD: a randomised multicentre trial[J]. Thorax, 2020, 75(5): 413-421
- [23] Laurent H, Galvaing G, Thivat E, et al. Effect of an intensive 3-week preoperative home rehabilitation programme in patients with chronic obstructive pulmonary disease eligible for lung cancer surgery: a multicentre randomised controlled trial [J]. BMJ Open, 2017, 7(11): e017307
- [24] Yazdani R, Marefati H, Shahesmaeili A, et al. Effect of Aerobic Exercises on Serum Levels of Apolipoprotein A1 and Apolipoprotein B, and Their Ratio in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease[J]. Tanaffos, 2018, 17(2): 82-89
- [25] Toledo-Arruda AC, Vieira RP, Guarnier FA, et al. Time-course effects of aerobic physical training in the prevention of cigarette smoke-induced COPD [J]. J Appl Physiol (1985), 2017, 123(3): 674-683
- [26] 陈玮, 郝建, 杨艳, 等. 有氧运动对慢性阻塞性肺疾病稳定期患者外周血调节性 T 细胞亚群与心肺运动功能的干预研究[J]. 中国康复医学杂志, 2020, 35(2): 161-165
- [27] 王雪娇, 吴桐, 王野成. 单车有氧运动联合吸入药物治疗慢性阻塞性肺疾病患者的疗效 [J]. 中国老年学杂志, 2018, 38(20): 4935-4936
- [28] 张梓楠, 厉坤鹏, 陈浩, 等. 有氧运动对慢性阻塞性肺疾病稳定期免疫及循环的影响[J]. 河北医科大学学报, 2021, 42(6): 661-664
- [29] 杨凤娇, 钱钧, 唐肖雄, 等. 有氧训练对稳定期慢性阻塞性肺病患者外周血 IL-6、IL-10 及心肺运动功能的影响 [J]. 中国康复, 2019, 34(8): 420-422
- [30] 于春妮, 魏军, 樊晓军, 等. 稳定期慢性阻塞性肺病患者家庭运动训练现状调查及其影响因素的 Logistic 回归分析 [J]. 现代生物医学进展, 2020, 20(18): 3443-3447
- [31] 周忠林. 有氧运动肺康复治疗慢性阻塞性肺病患者效果研究[J]. 河北医学, 2013, 19(11): 1699-1701