

·临床研究·

心肺联合运动测试指导下不同强度四肢联动训练对慢性阻塞性肺疾病稳定期患者个体化心肺功能的影响

王洁萍¹ 彭娟¹ 张斐雪¹ 樊必双¹ 胥方元^{1,2}

摘要

目的:观察心肺联合运动测试(cardio-pulmonary exercise test, CPET)指导下不同强度四肢联动训练对慢性阻塞性肺疾病(chronic obstructive pulmonary disease, COPD)稳定期患者个体化心肺功能的影响。

方法:2020年7月—2021年7月,本院80例COPD稳定期患者采用随机数字表法分为对照组(n=20)、低强度组(n=20)、中等强度组(n=20)、高强度组(n=20),对照组给予常规治疗,低强度组、中等强度组和高强度组在常规治疗基础上分别给予40%WRpeak(峰值功率)、60%WRpeak和80%WRpeak不同强度的四肢联动训练共12周,每周5天,每次时间40min。所有患者治疗前后均通过CPET检测患者峰值摄氧量(VO_{2peak})、无氧阈(AT)、WRpeak、峰值分钟通气量(VEpeak)、呼吸储备(BR)、峰值氧脉搏($VO_2/HRpeak$)指标变化,同时采用mMRC、BODE、COPD-QOL量表对各组患者疗效进行评定。

结果:治疗后,对照组 VO_{2peak} 、AT、WRpeak、VEpeak、BR、 $VO_2/HRpeak$ 指标值较治疗前无明显变化($P>0.05$),低强度组、中等强度组、高强度组与对照组相比 VO_{2peak} 、AT、WRpeak、VEpeak、BR、 $VO_2/HRpeak$ 均较治疗前增加($P<0.05$),且效果逐步明显,组间有显著性差异($P<0.05$)。对照组mMRC、BODE、COPD-QOL评分较治疗前无明显变化($P>0.05$);低强度组、中等强度组、高强度组与对照组相比mMRC、BODE评分均较治疗前减少,且降低逐步显著,组间有显著性差异($P<0.05$),而三组COPD-QOL评分与对照组相比均较治疗前增加($P<0.05$),且升高逐渐明显,组间有显著性差异($P<0.05$)。

结论:CPET指导下对COPD稳定期患者进行四肢联动训练效果明显,其中中等强度及高强度四肢联动训练在提高有氧运动能力,改善肺通气,增强呼吸储备,减轻呼吸困难,降低疾病严重程度,改善生存质量等方面疗效更显著。

关键词 慢性阻塞性肺疾病;四肢联动训练;心肺联合运动测试;心肺功能

中图分类号:R563.3 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2023)-07-0954-007

Effects of different intensity limb linkage training under the guidance of cardio-pulmonary exercise test on individualized cardiopulmonary function in patients with stable chronic obstructive pulmonary disease/
WANG Jieping, PENG Juan, ZHANG Feixue, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2023, 38(7):954—960

Abstract

Objective: To observe the effect of different intensity limb linkage training under the guidance of cardio-pulmonary exercise test(CPET) on individualized cardiopulmonary function in patients with stable chronic obstructive pulmonary disease(COPD).

Method: From July 2020 to July 2021, 80 patients with stable COPD in our hospital were randomly divided into control group (n=20), low intensity group (n=20), medium intensity group (n=20) and high intensity group (n=20). The control group was given routine treatment. The low intensity group, medium intensity group or high intensity group was given limb linkage training with 40% WRpeak, 60% WRpeak or 80%

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2023.07.014

1 西南医科大学附属医院康复医学科,四川省泸州市,646000; 2 通讯作者

第一作者简介:王洁萍,女,副主任医师; 收稿日期:2021-10-10

WRpeak, respectively, for 12 weeks, 5 times a week, 40 minutes each time. Before and after treatment, the changes of peak oxygen uptake ($\text{VO}_{2\text{peak}}$), anaerobic threshold (AT), peak power (WRpeak), peak minute ventilation (VEpeak), respiratory reserve (BR) and peak oxygen pulse ($\text{VO}_2/\text{HRpeak}$) were detected by CPET. At the same time, the curative effect was evaluated by mMRC, BODE and COPD-QOL.

Result: After treatment, the indexes of $\text{VO}_{2\text{peak}}$, AT, WRpeak, VEpeak , BR and $\text{VO}_2/\text{HRpeak}$ in the control group had no significant change compared with those before treatment ($P>0.05$). Compared with the control group, the $\text{VO}_{2\text{peak}}$, AT, WRpeak, VEpeak , BR and $\text{VO}_2/\text{HRpeak}$ in the low-intensity group, medium-intensity group and high-intensity group were increased ($P<0.05$), and the effects were gradually obvious. There was significant difference between the groups ($P<0.05$). The scores of mMRC, BODE and COPD-QOL in the control group had no significant change compared with those before treatment ($P>0.05$); Compared with the control group, the scores of mMRC and BODE in the low-intensity group, medium-intensity group and high-intensity group were significantly lower than those before treatment ($P<0.05$). The COPD-QOL scores of the three groups were higher than those before treatment ($P<0.05$), and the increase was gradually obvious. There was significant difference between the groups ($P<0.05$).

Conclusion: Under the guidance of CPET, the limb linkage training for patients with stable COPD has obvious effect. Among them, the moderate and high-intensity limb linkage training is more effective in improving cardiopulmonary function, enhancing aerobic exercise ability, improving ventilation function, reducing dyspnea, reducing disease severity and improving quality of life.

Author's address Department of Rehabilitation, the Affiliated Hospital of Southwest Medical University, 646000

Key word chronic obstructive pulmonary disease; limb linkage training; cardio-pulmonary exercise test; cardiopulmonary function

慢性阻塞性肺疾病(chronic obstructive pulmonary disease, COPD)是一种以气流不完全可逆受限为特征的慢性呼吸系统疾病。COPD患者存在不同程度的肺功能下降、呼吸困难、运动耐量降低、生存质量下降等。肺康复是COPD非药物治疗的重要手段,肺康复运动又是肺康复的核心内容。过去的肺康复运动容易让患者产生过度通气、肌肉疲劳等,患者难以维持训练。我们在心肺联合运动测试(cardio-pulmonary exercise test, CPET)指导下观察不同强度四肢联动训练对COPD稳定期患者个体化心肺功能的影响,报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

通过进行样本量的估算后,每组至少需患者18例,所以我们从2020年7月—2021年7月,共纳入本院收治的COPD稳定期患者80例,每组20例。参照慢性阻塞性肺疾病全球倡议(Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease, GOLD),通过肺功能检查和CPET明确COPD疾病诊断并对

COPD临床严重程度进行标准分级。

纳入标准:①入选前2周无疾病急性发作者;②能完全配合完成CPET测试及量表评估者。

排除标准:①未控制的心律失常、急性心肌梗死、不稳定型心绞痛、急性心包炎、严重左室功能障碍、严重主动脉狭窄、高血压危象、高度房室传导阻滞者;②动脉瘤、四肢静脉血栓者;③严重认知障碍、精神障碍者;④患有影响运动的肌肉骨骼疾病者;⑤静息氧饱和度 $<88\%$ 。

本试验设计已通过西南医科大学附属医院伦理委员会审核,伦理号:KY2021231。

将患者按常规治疗及常规治疗联合不同强度四肢联动训练分为四组:对照组($n=20$)给予COPD常规治疗,低强度组($n=20$)在常规治疗基础上予以低强度四肢联动训练,中等强度组($n=20$)在常规治疗基础上予以中等强度四肢联动训练,高强度组($n=20$)在常规治疗基础上予以高强度四肢联动训练。四组患者年龄、性别、病程、COPD分级、肺功能检查及心肺联合运动试验结果无显著性差异($P>0.05$),见表1。

表1 四组一般资料比较

组别	例数	性别(例)		年龄 (岁)	病程 (年)	肺功能分级(例)		
		男	女			Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ
对照组	20	16	4	62.03±1.47	13.75±1.98	9	7	4
低强度组	20	15	5	65.74±1.29	11.97±2.51	8	9	3
中等强度组	20	16	4	61.87±2.53	12.56±2.39	8	8	4
高强度组	20	18	2	64.75±1.86	12.62±1.76	7	8	5

1.2 训练方案

四组患者均进行COPD常规治疗,包括:疾病宣教、戒烟、药物正确使用、氧疗和饮食指导。低强度组、中等强度组、高强度组在常规治疗基础上予以四肢联动训练。四肢联动训练:采用北京天康医疗器械公司生产的MINI7005四肢联动训练仪进行运动训练。主要训练方法:训练前检查仪器运作是否正常,患者坐于座椅上,调整仪器扶手、座椅、踏板位置。训练时采用四肢交互式推拉运动方式,双上肢协调活动,双下肢起步合拍,上肢可带动下肢,一肢可带动三肢,当患者自觉下肢疲劳时,上肢可分担下肢运动负荷并借助上肢力量继续带动下肢持续运动,使上、下肢所有肌肉同时得到主、被动训练。低强度组、中等强度组、高强度组分别以CPET测试峰值功率(peak power, WRpeak)的40%、60%、80%作为训练负荷,每周5d,每次训练时间40min(热身5min,四肢联动训练30min,放松5min),连续训练12w。四肢联动训练由专业康复治疗师一对一全程严密心电图监测。

1.3 评定方法

1.3.1 CPET测试:主机采用德国Cortex公司生产的心肺联合运动测试系统,设备采用北京天康医疗器械公司生产的MINI7005四肢联动训练仪。

测试前准备:①测试前3h禁食;②测试前24h避免剧烈运动;③穿舒适的衣服、鞋子。

测试方案:患者在四肢联动上调整好座椅前后距离及臂杆长度,避免膝过伸、髌外展,膝关节保持微屈,上肢屈伸自如。连接气体采集管、心电图,佩戴气体分析面罩、袖带血压、血氧饱和度检测仪后进行四肢联动。根据患者年龄、性别、身高、体重等选择阻力递增方案(1—2档/2min,阶梯式递增),进行症状限制性极量运动试验。速度维持在90踏/min,若速度<85踏/min即提醒患者速度,每90s测1次血压,全程实时监测心电图及氧饱和度变化。

终止指征:①患者力竭或肢体疲劳无法坚持,经鼓励30s仍不能将速度维持在设定值;②达到症状限制性极量运动;③出现美国运动医学院(American College of Sports Medicine, ACSM)运动危险分层规定的终止指征。

1.3.2 治疗前后CPET检测指标:峰值摄氧量(peak oxygen uptake, VO₂peak):CPET中能耐受的最大运动负荷时的摄氧量。

无氧阈(anaerobic threshold, AT):通过V-slope法计算得出,CPET中进行递增负荷运动时CO₂排出量显著高于摄氧量时的摄氧量10s的平均值。

峰值功率(peak power, WRpeak):CPET中能达到的最大运动负荷。

峰值分钟通气量(peak minute ventilation, VEpeak):CPET中达到最大运动负荷时的通气量。

呼吸储备(breathing reserve, BR):最大自主通气量与静息每分钟通气量的差值,反映肺通气储备功能。

峰值氧脉搏(peak oxygen pulse, VO₂/HR-peak):达到最大运动负荷时心脏每次搏动输出的血量所摄取的氧量。

1.3.3 治疗前后临床测试:呼吸困难严重程度(breathlessness measurement using the modified British Medical Research Council, mMRC):采用改良版英国医学研究委员会呼吸困难量表,根据患者呼吸困难症状,分为0—4级,0级为最低级别,只有剧烈活动时才出现呼吸困难,随着级别增加,患者呼吸困难症状逐渐加重,4级为严重呼吸困难以致不能离开家,穿衣、脱衣时也出现严重呼吸困难。

BODE指数(body mass index, airflow obstruction, dyspnea, and exercise capacity index, BODE):B代表体质指数,O代表气流受限程度,D代表呼吸困难程度,E代表运动能力,从这四个方面对疾病的严重程度进行评价。

生活质量:采用成人COPD生存质量测评表(COPD-QOL)评估患者生活质量,共包括4个维度,分别为日常生活能力、社会活动状况、抑郁心理和焦虑心理症状。

1.4 统计学分析

采用SPSS 22.0统计学软件进行数据分析,计

量资料符合正态分布,以均数±标准差表示,采用独立样本 t 检验。计数资料以频数表示,采用 χ^2 检验。相关性检验两个计量数据之间相关性分析采用双变量 Pearson 检验,多个计量数据之间采用典型相关性分析。显著性水平 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 CPET 测试

见表 2。治疗前,四组 $VO_2\text{peak}$ 、AT、WRpeak、VEpeak、BR、 VO_2/HRpeak 指标值均无显著性差异 ($P>0.05$);治疗后,对照组 $VO_2\text{peak}$ 、AT、WRpeak、VEpeak、BR、 VO_2/HRpeak 指标值较治疗前无明显变化 ($P>0.05$),低强度组、中等强度组、高强度组等各组与对照组行组间比较 $VO_2\text{peak}$ 、AT、WRpeak、VEpeak、BR、 VO_2/HRpeak 均较治疗前增加 ($P<0.05$),且效果逐步明显,组间有显著性差异 ($P<0.05$)。

2.2 临床测试

见表 3。治疗前,四组 mMRC、BODE、COPD-QOL 评分均无显著性差异 ($P>0.05$);治疗后,对照组 mMRC、BODE、COPD-QOL 评分较治疗前无明显变化 ($P>0.05$);低强度组、中等强度组、高强度组与对照组相比 mMRC、BODE 评分均较治疗前减少,

表 2 四组治疗前后 CPET 测试结果比较 ($\bar{x}\pm s$, $n=20$)

项目及时间	对照组	低强度组	中等强度组	高强度组
$VO_2\text{peak}$[ml/(kg·min)]				
治疗前	16.45±5.39	16.74±6.02 ^①	17.01±5.76 ^②	17.42±4.97 ^③
治疗后	17.78±5.17	19.15±5.83 ^④	24.34±5.81 ^⑤	30.79±5.21 ^⑥
AT[ml/(kg·min)]				
治疗前	9.43±2.57	9.94±1.98 ^①	10.23±2.09 ^②	10.75±2.36 ^③
治疗后	10.15±2.01	11.09±2.43 ^④	14.53±2.18 ^⑤	18.27±2.78 ^⑥
WRpeak(W)				
治疗前	85.31±17.74	82.69±16.98 ^①	87.73±18.01 ^②	84.22±16.91 ^③
治疗后	86.10±19.26	90.33±17.05 ^④	99.14±18.89 ^⑤	115.62±20.07 ^⑥
VEpeak(L/min)				
治疗前	37.07±12.16	36.89±13.19 ^①	37.93±12.74 ^②	37.52±14.02 ^③
治疗后	38.32±13.10	45.16±14.22 ^④	51.54±11.97 ^⑤	58.76±12.83 ^⑥
BR(L/min)				
治疗前	2.26±10.61	1.98±11.72 ^①	2.19±10.85 ^②	2.21±12.03 ^③
治疗后	3.71±11.89	6.52±12.75 ^④	12.16±11.34 ^⑤	20.52±13.19 ^⑥
VO_2/HRpeak(ml/beat)				
治疗前	6.61±2.03	7.08±2.56 ^①	7.35±2.39 ^②	7.39±1.97 ^③
治疗后	6.93±1.98	8.96±1.79 ^④	9.56±2.43 ^⑤	11.37±2.08 ^⑥

注:四组治疗前各指标值无显著性差异,①与对照组比较, $P>0.05$; ②与低强度组比较, $P>0.05$; ③与中等强度组比较, $P>0.05$ 。经治疗后④与对照组比较, $P<0.05$; ⑤与低强度组比较, $P<0.05$; ⑥与中等强度组比较, $P<0.05$ 。随着治疗强度的增加,治疗效果更加明显。

表 3 四组治疗前后临床测试结果比较 ($\bar{x}\pm s$, $n=20$)

项目及时间	对照组	低强度组	中等强度组	高强度组
mMRC				
治疗前	2.65±1.3	2.79±1.4	2.68±1.7	2.81±1.2
治疗后	2.59±0.9	2.51±0.7 ^①	2.14±0.6 ^②	1.53±0.4 ^③
BODE				
治疗前	5.73±2.1	6.03±1.4	5.59±1.9	6.12±1.7
治疗后	5.42±1.5	5.13±1.7 ^①	4.34±2.0 ^②	3.21±1.4 ^③
COPD-QOL				
治疗前	95.2±12.7	91.7±14.3	96.3±13.8	97.6±12.6
治疗后	96.9±11.4	98.3±12.5 ^①	106.2±11.9 ^②	118.9±14.2 ^③

注:四组治疗前各指标值无显著性差异,经治疗后①与对照组比较, $P<0.05$; ②与低强度组比较, $P<0.05$; ③与中等强度组比较, $P<0.05$ 。随着治疗强度的增加,治疗效果更加明显。

且降低逐步显著,组间有显著性差异 ($P<0.05$);而三组 COPD-QOL 评分与对照组相比均较治疗前增加 ($P<0.05$),且升高逐渐明显,组间有显著性差异 ($P<0.05$)。

2.3 CPET 测试结果与临床测试结果的相关性分析

见表 4。在双变量相关性分析中,AT 与 WRpeak、mMRC、BODE 为显著相关 ($0.5<r<0.8$); WRpeak 与 COPD-QOL 为显著相关 ($0.5<r<0.8$); VO_2/HRpeak 与 BODE、COPD-QOL 为显著相关 ($0.5<r<0.8$); $VO_2\text{peak}$ 与 mMRC 为低度相关 ($0.3<r<0.5$), $VO_2\text{peak}$ 与 BODE、COPD-QOL 为显著相关 ($0.5<r<0.8$);且均具有显著性差异 ($P<0.05$)。

3 讨论

COPD 是以气流不完全可逆受限为特征的慢性呼吸系统疾病,具有高发病率、高致残率、高死亡率的特点,相应医疗负担日益增加,已经成为全球性的公共卫生问题^[1-2]。

COPD 通常导致患者出现不同程度的肺功能障碍、呼吸困难、运动耐量下降、生存质量下降等。肺康复运动是 COPD 非药物治疗的重要手段,对改善肺功能有确切疗效^[3-4]。目前肺康复运动应用较多的是下肢训练和上肢训练,其中下肢训练被认为是肺康复运动的关键部分。单纯下肢训练如快走、跑步、骑自行车等,随着肺康复运动强度增加及训练时间延长,患者运动不断受限于下肢肌肉过早、过度疲劳,难以达到并维持一定负荷下的训练^[5-7]。单纯上肢训练如无负重支撑训练、哑铃、弹力带等,虽然可以部分影响 COPD 稳定期患者肺动力学机制,但因

表4 CPET测试 results与临床测试结果的相关性分析 (r值)

参数	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
V2	0.442							
V3	0.513 ^①	0.571 ^②						
V4	0.396	0.413	0.429					
V5	0.558 ^①	0.432	0.536 ^①	0.402				
V6	0.432	0.479 ^①	0.414	0.518 ^①	0.397			
V7	- 0.453 ^①	- 0.691 ^②	- 0.428	- 0.383	- 0.583 ^②	- 0.327		
V8	- 0.512 ^①	- 0.769 ^②	- 0.456 ^①	- 0.497 ^①	- 0.420	- 0.678 ^②	0.417	
V9	0.506 ^①	0.487 ^①	0.721 ^②	0.409	0.472 ^①	0.538 ^②	- 0.499 ^①	- 0.589 ^②

注: ①在0.05级别, 相关性显著; ②在0.01级别, 相关性显著。V1=VO₂peak; V2=AT; V3=WRpeak; V4=VEpeak; V5=BR; V6=VO₂/HRpeak; V7=mMRC; V8=BODE; V9=COPD-QOL

COPD稳定期患者肌肉机械效能受损主要体现在下肢,而上肢肌肉效力保留较下肢更多,单纯训练上肢,对COPD稳定期患者肺功能及运动耐量的整体提升效果不明显^[8-10]。

2013美国胸科学会肺康复指南强调应对COPD稳定期患者同时进行上、下肢训练,但目前关于COPD稳定期患者上、下肢训练的研究多是单纯上肢训练结合下肢训练的方式,尚缺乏一种同时进行上、下肢训练且可精准控制训练强度的肺康复运动方式^[11-14]。随着对COPD稳定期患者肺康复研究深入及医疗技术发展,新一代的康复手段得到更多关注,四肢联动训练仪就是一种智能控制的可对患者上、下肢同时进行训练并且能精准设置运动负荷水平的运动设备。四肢联动训练采用四肢交互式推拉运动方式,双上肢协调活动,双下肢起步合拍,上肢可带动下肢,一肢可带动三肢。COPD稳定期患者因长期静坐性生活方式、营养风险、蛋白质失衡、氧化应激、类固醇水平异常、基因分布等原因导致外周肌无力,尤以股四头肌损害最为明显,四肢联动训练时,当患者自觉下肢疲劳时,上肢可分担下肢运动负荷并借助上肢力量继续带动下肢持续运动,使上、下肢所有肌肉同时得到主、被动训练,最终实现全身持续化、规律化训练^[15]。

四肢联动训练的基本原理即是通过四肢同时锻炼产生肺康复效应。四肢联动训练时,上肢运动对辅助呼吸肌肌力及耐力有明显增强效果,增强辅助通气,减少过度通气,抑制病理性呼吸模式并促进正常呼吸模式建立,改善高消耗性状态,缓解呼吸困难。同时上肢推拉运动可充分牵拉紧张的胸廓及呼吸相关大关节,使胸廓顺应性增加,胸内压下降,气

道阻力减少,防止气道在呼气末时过早塌陷关闭,改善高碳酸血症,气道分泌物清除能力增强^[16-18]。四肢联动训练使下肢肌肉持续性运动,能减少肌组织向糖酵解纤维转化,促使肌纤维发生生理性改变,对无氧环境耐受差的Ⅱb型纤维减少,而Ⅰ型纤维数量增加,提高肌肉容积,增强外周肌肉氧合能力,氧向运动肌转运能力提高,肌肉收缩能力增强,最终肌肉机械性效能增加,有氧运动能力提升,患者可维持更长时间的需氧代谢,随着四肢联动训练强度增加,可充分调动更多的肌肉群,引起患者产生更高的摄氧量水平,出现更高的心率反应,患者可发挥更好、更强的运动耐力水平^[19-22]。除了上、下肢共同运动产生良好的肺康复效应以外,因四肢联动训练时患者坐于仪器上,需躯干稳定来控制坐姿,能提高核心肌群力量,增强腹式呼吸能力,胸廓得到最大限度扩张,肺下部肺泡伸缩更充分,患者肺活量进一步增加^[23-24]。

此外,四肢联动训练对COPD稳定期患者产生肺康复效应的疗效机制还在于随着运动强度增加,不断降低患者机体氧化应激反应,纠正氧化/抗氧化失衡状态,提高机体抗氧化能力,虽然COPD稳定期患者的最大运动能力被循环系统影响较小,但当四肢联动训练进阶到中、高强度时,因调动参与的全身肌肉群更多,静脉回心血量增加,可持续增加心输出量以满足更多肌肉运动耗氧,提高了通气/血流比率。COPD稳定期患者在运动训练过程中容易发生乳酸堆积,发生代谢性酸中毒,尤其在运动终末期更明显。发生酸中毒时,氢离子增加导致呼吸频率进一步增快,但因本身通气能力减弱明显,很难通过产生过度通气来代偿乳酸性酸中毒^[25-27]。四肢联动训

练可让患者维持较长时间、一定负荷强度的全身运动,尤其是中强度及高强度负荷训练能加速乳酸不断排泄,使疲劳肌肉迅速恢复,无氧阈提高,有氧运动能力增强,最大运动功率增加,患者运动强度水平越高,患者呼吸困难缓解越明显,疾病严重程度越轻,生活质量改善越显著。

本研究发现,在CPET试验指导下的个体化四肢联动训练可明显改善COPD稳定期患者心肺功能,提高运动耐量,缓解呼吸困难,降低疾病严重程度,提高生存质量,中等强度及高强度的四肢联动训练效果优于低强度四肢联动训练。COPD稳定期患者对四肢联动训练耐受性好,安全性高,所有受试者在训练过程中未发生心肺应激事件,未出现因下肢疲劳要求提前终止训练,容易维持设置负荷下的训练。但本研究也存在部分局限性,首先,进行CPET试验时,主机不能直接读取患者运动的最大功率,只能通过四肢联动仪连接主机进行读取,采用功率自行车或活动平板进行测试的最大功率与四肢联动仪测试的最大功率值差异需要后期进一步探索;其次,四肢联动训练设备一定程度上受场地限制,患者转归至社区及家庭肺康复后的可行性及远期效应需进一步研究;另外,本研究样本量较少,有待进一步大样本、多中心的研究支持。

参考文献

- [1] Agustí A, Vogelmeier C, Faner R. COPD 2020: changes and challenges[J]. *Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol*, 2020, 319(5):879—883.
- [2] Gupta N, Agrawal S, Chakrabarti S, et al. COPD 2020 Guidelines- what is new and why?[J]. *Adv Respir Med*, 2020, 88(1):38—40.
- [3] 伏冉, 王贻, 陶佳丽, 等. 综合性肺康复在中、重度COPD患者中的临床应用[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2018, 40(5):368—372.
- [4] Peungsuwan P, Parasin P, Siritaratiwat W, et al. Effects of combined exercise training on functional performance in children with cerebral palsy: A randomized-controlled study[J]. *Pediatr Phys Ther*, 2017, 29(1): 39—46.
- [5] Kubo K, Ikebukuro T, Yata H. Effects of squat training with different depths on lower limb muscle volumes[J]. *Eur J Appl Physiol*, 2019, 119(9): 1933—1942.
- [6] Dello Iacono A, Padulo J, Ayalon M. Core stability training on lower limb balance strength[J]. *J Sports Sci*, 2016, 34(7):671—678.
- [7] Meneses AL, Ritti-Dias RM, Parmenter B, et al. Combined lower limb revascularisation and supervised exercise training for patients with peripheral arterial disease: a systematic review of randomised controlled trials[J]. *Sports Med*, 2017, 47(5):987—1002.
- [8] Bates A, Furber S, Tiedemann A, et al. Trial Protocol: Home-based exercise programs to prevent falls and upper limb dysfunction among community-dwelling older people: study protocol for the BEST (balance exercise strength training) at Home randomised, controlled trial[J]. *J Physiother*, 2018, 64(2):121.
- [9] Silva CMDSE, Gomes Neto M, Saquetto MB, et al. Effects of upper limb resistance exercise on aerobic capacity, muscle strength, and quality of life in COPD patients: a randomized controlled trial[J]. *Clin Rehabil*, 2018, 32(12): 1636—1644.
- [10] Lannin NA, Ada L, English C, et al. Effect of additional rehabilitation after botulinum toxin-a on upper limb activity in chronic stroke: The inTENSE trial[J]. *Stroke*, 2020, 51(2):556—562.
- [11] St Aubin CR, Fisher AL, Hernandez JA, et al. Mitigation of MAFLD in high fat-high sucrose-fructose fed mice by a combination of genistein consumption and exercise training[J]. *Diabetes Metab Syndr Obes*, 2022, 15: 2157—2172.
- [12] Hott A, Brox JJ, Pripp AH, et al. Effectiveness of isolated hip exercise, knee exercise, or free physical activity for patellofemoral pain: a randomized controlled trial[J]. *Am J Sports Med*, 2019, 47(6):1312—1322.
- [13] Dankel SJ, Jessee MB, Abe T, et al. The effects of blood flow restriction on upper-body musculature located distal and proximal to applied pressure[J]. *Sports Med*, 2016, 46(1):23—33.
- [14] Karoli R, Gupta N, Shakya S. Follow-up study of pulmonary function, exercise capacity and radiological changes after recovery from moderate to severe COVID pneumonia without mechanical ventilation[J]. *J Assoc Physicians India*, 2022, 69(12):11—12.
- [15] Pacheco-Brousseau L, Dobransky J, Jane A, et al. Feasibility of a preoperative strengthening exercise program on postoperative function in patients undergoing hip or knee arthroplasty: a pilot randomized controlled trial[J]. *Pilot Feasibility Stud*, 2022, 8(1):162.
- [16] Ott T, Joyce MC, Hillman AR. Effects of acute high-intensity exercise with the elevation training mask or hypoxicator on pulmonary function, metabolism, and hormones[J]. *J Strength Cond Res*, 2021, 35(9):2486—2491.
- [17] Kahl L, Hofmann UG. Removal of ecg artifacts affects respiratory muscle fatigue detection—a simulation study[J]. *Sensors (Basel)*, 2021, 21(16):5663.
- [18] Smuder AJ, Turner SM, Schuster CM, et al. Hyperbaric oxygen treatment following mid-cervical spinal cord injury preserves diaphragm muscle function[J]. *Int J Mol Sci*, 2020, 21(19):7219.
- [19] Monti E, Toniolo L, Marcucci L, et al. Are muscle fibres of body builders intrinsically weaker? A comparison with single fibres of aged-matched controls[J]. *Acta Physiol (Oxf)*, 2021, 231(2):e13557.

- [20] Vlahovic H, Bazdaric K, Marijancic V, et al. Segmental fibre type composition of the rat iliopsoas muscle[J]. J Anat, 2017, 230(4):542—548.
- [21] Coelho MOC, Monteyne AJ, Dunlop MV, et al. Mycoprotein as a possible alternative source of dietary protein to support muscle and metabolic health[J]. Nutr Rev, 2020, 78(6):486—497.
- [22] Perruchot MH, Dessauge F, Gondret F, et al. Response of adult stem cell populations to a high-fat/high-fiber diet in skeletal muscle and adipose tissue of growing pigs divergently selected for feed efficiency[J]. Eur J Nutr, 2021, 60(5):2397—2408.
- [23] Dankel SJ, Jessee MB, Abe T, et al. The effects of blood flow restriction on upper-body musculature located distal and proximal to applied pressure[J]. Sports Med, 2016, 46(1):23—33.
- [24] Šuc A, Šarko P, Pleša J, et al. Resistance exercise for improving running economy and running biomechanics and decreasing running-related injury risk: A narrative review[J]. Sports (Basel), 2022, 10(7):98.
- [25] Carreño-Gago L, Juárez-Flores DL, Grau JM, et al. Two novel variants in *yars2* gene are responsible for an extended MLASA phenotype with pancreatic insufficiency[J]. J Clin Med, 2021, 10(16):3471.
- [26] Mori N, Kamimura Y, Kimura Y, et al. Comparative analysis of lactic acidosis induced by linezolid and vancomycin therapy using cohort and case-control studies of incidence and associated risk factors[J]. Eur J Clin Pharmacol, 2018, 74(4):405—411.
- [27] Ye N, Liu JY, Gong XP, et al. White matter connection's damage, not cortical activation, leading to language dysfunction of mitochondrial encephalomyopathy with lactic acidosis and stroke like episodes[J]. Chin Med J (Engl), 2019, 132(5):597—599.

·临床研究·

功能性踝关节不稳患者的等速肌力测试、平衡及步态特征分析*

王 斌¹ 朱飞龙¹ 张 明^{1,2} 朱伟伟^{1,2} 陈 伟^{1,2,3}

摘要

目的:对功能性踝关节不稳(functional ankle instability, FAI)患者的肌力、平衡及步态特征进行研究分析,从而为该病的治疗和疗效评价提供客观依据。

方法:选取2021年1—10月网上招募及徐州市康复医院收治的功能性踝关节不稳患者46例,同时,招募23例踝关节未曾发生损伤的健康人作为对照组。分别对受试者进行踝关节背伸及跖屈、踝关节内翻及外翻的等速向心运动测试,髋关节内收及外展的等速向心测试;采用星形偏移平衡测试方法获得受试者平衡参数,采用GaitScan仪器对受试者足底压力和步态进行测量。

结果:健康组和FAI组在30°/s、60°/s、120°/s角速度下,内翻/外翻、外翻/内翻比值,均存在显著性差异($P<0.05$),表现为FAI组患侧的内翻/外翻小于健康组,外翻/内翻比值大于健康组。健康组和FAI组在30°/s、60°/s、120°/s角速度下,跖屈、背屈/跖屈比值,存在显著性差异($P<0.05$),背伸无显著性差异($P>0.05$),表现为FAI组的患侧跖屈小于健康组,背屈/跖屈比值大于健康组。健康组和FAI组在30°/s、60°/s、120°/s角速度下,髋关节外展、外展/内收比值,存在显著性差异($P<0.05$),内收无显著性差异($P>0.05$),表现为FAI组的患侧髋关节外展、外展/内收比值小于健康组。FAI组的前、外、外后、后、内、内前星形偏移平衡结果与健康人存在显著性差异,表现为小于健康组($P<0.05$)。外前、内后方向未见显著性差异($P>0.05$)。FAI组患侧足跟内侧、第一跖骨、第二跖骨压力小于健侧和健康组($P<0.05$),足跟外侧、第四跖骨、第五跖骨压力大于健侧和健康组($P<0.05$)。FAI组患侧承重反应延长($P<0.05$),站立末期缩短($P<0.05$)。

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2023.07.015

*基金项目:徐州市国家临床重点专科培育项目(2018ZK002);徐州市引进临床医学专家团队项目(2018TD007)

1 徐州医科大学附属徐州康复医院,江苏省徐州市,221000; 2 徐州医科大学徐州临床学院; 3 通讯作者

第一作者简介:王斌,男,硕士研究生,初级技师; 收稿日期:2021-11-29