

· 临床研究 ·

高强度吸气肌抗阻训练对支气管扩张患者运动能力及生活质量的影响

徐蕊¹ 何瑞波² 汤静¹

¹河南工程学院, 郑州 451191; ²中国人民武装警察部队后勤学院卫生勤务系, 天津 300309

通信作者: 何瑞波, Email: 13916072@qq.com

【摘要】 目的 观察高强度吸气肌抗阻训练对支气管扩张患者运动能力及生活质量的影响。**方法** 采用随机数字表法将 60 例支气管扩张患者分为观察组及对照组, 每组 30 例。观察组采用 PowerBreak 型吸气肌训练器进行吸气肌抗阻训练, 训练时将吸气阻力值设定为 70% 最大吸气压 (MIP) 水平, 重复呼吸 30 次为 1 组, 每天训练 2 组, 每周训练 3 d, 连续训练 8 周; 对照组同期也进行吸气肌抗阻训练, 但吸气阻力值设定为 10% MIP 水平, 其它训练参数及疗程同观察组。于干预前、后分别对 2 组患者病情严重程度、肺功能、呼吸肌力量和耐力、运动能力及生活质量等情况进行评定。**结果** 与干预前比较, 干预后观察组 MIP [$(144.7 \pm 15.8) \text{ cmH}_2\text{O}$]、6 min 步行测试 (6MWT) 距离 [$(685.0 \pm 98.3) \text{ m}$] 明显增加, 6MWT 测试时的心率 [$(121.6 \pm 6.9) \text{ 次/min}$] 及主观疲劳感觉评分 [$(11.6 \pm 2.0) \text{ 分}$] 明显下降, 莱斯特咳嗽问卷 (生活质量问卷) 中的社会维度评分 [$(5.75 \pm 1.08) \text{ 分}$] 明显升高; 对照组干预后上述各项指标结果均无显著变化 ($P > 0.05$)。**结论** 高强度吸气肌抗阻训练可显著改善支气管扩张患者运动能力及生活质量, 该疗法值得临床进一步研究、推广。

【关键词】 吸气肌抗阻训练; 支气管扩张; 呼吸肌力量; 运动能力; 生活质量

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2022.01.010

High-intensity inspiratory muscle resistance training can improve the exercise capacity and life quality of persons with bronchiectasis

Xu Rui¹, He Ruibo², Tang Jing¹

¹Henan Institute of Engineering, Zhengzhou 451191, China ²Health Service, Logistics University of the Chinese People's Armed Police Force, Tianjin 300309, China

Corresponding author: He Ruibo, Email: 13916072@qq.com

【Abstract】 Objective To explore any effect of high-intensity inspiratory muscle resistance training on exercise capacity and life quality for persons with bronchiectasis. **Methods** Sixty patients with bronchiectasis were randomly divided into an observation group and a control group, each of 30. The observation group received two 30-minute sessions of inspiratory muscle resistance training daily using the PowerBreak inspiratory muscle trainer 3 days/week for 8 weeks. The intensity was 70% of the maximum inspiratory pressure (MIP). The control group underwent the same training with the intensity at 10% of the MIP. The severity of illness, pulmonary function, respiratory muscle strength and endurance, exercise capacity and life quality of the two groups were evaluated before and after the intervention. **Results** Compared with before the intervention, the average MIP in the observation group and the average distance they walked in the 6min walk test (6MWT) improved significantly. Their average social factor score on the Leicester cough questionnaire had increased significantly, while their average heart rate and self-perceived exertion during the 6MWT had decreased significantly. There were no significant differences in any of these indicators for the control group. **Conclusions** High-intensity inspiratory muscle resistance training can significantly improve the exercise capacity and life quality of patients with bronchiectasis. The treatment is worthy of further research and application in the clinic.

【Key words】 Inspiratory muscles; Resistance training; Bronchiectasis; Respiratory muscle strength; Exercise capacity; Life quality

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2022.01.010

支气管扩张是临床上较常见的慢性肺部疾病,患者因各种原因导致支气管树病理性和永久性扩张,容易引起反复化脓性感染,其症状包括慢性咳嗽、咳大量脓痰、反复咯血、呼吸困难、运动耐力不足和易疲劳等^[1];同时患者还常伴有呼吸肌无力,其中吸气肌无力可导致呼吸肌承受负荷降低,从而引发呼吸困难、运动耐力下降、通气不足甚至呼吸衰竭,而呼气肌无力则能降低咳嗽反射效率,不利于呼吸道分泌物清除^[1]。吸气肌训练(inspiratory muscle training, IMT)是针对呼吸系统疾病患者的重要肺康复手段,可提高吸气肌收缩速度,减少吸气时间,增加呼气以及肺排空时间^[2]。一项将 IMT 与全身有氧运动相结合的临床研究表明^[3],IMT 对支气管扩张患者最大吸气压并无改善作用;而 Liaw 等^[4]研究发现,IMT 能改善支气管扩张患者吸气肌和呼气肌力量,但对肺功能、生活质量(quality of life, QOL)及运动能力等无明显影响。目前针对支气管扩张患者的 IMT 方案尚未达成共识,本研究在此背景下采用高强度 IMT 治疗支气管扩张患者,并观察其对患者运动功能及生活质量的影响,现报道如下。

对象与方法

一、研究对象

选取 2018 年 8 月至 2019 年 6 月期间在郑州市中心医院呼吸内科门诊及病房治疗的 60 例支气管扩张患者作为研究对象。患者纳入标准包括:①年龄 18~65 岁;②符合相关专家共识关于支气管扩张的诊断标准^[5];③经高分辨率 CT 检查明确诊断;④患者临床资料完整;⑤患者病情稳定,近 1 个月内病情未加重,治疗药物种类、剂量无调整;⑥患者对本研究知晓并签署知情同意书。患者剔除标准包括:①合并感染、免疫系统、心血管系统等疾病;②患有神经、精神类疾病;③因骨骼、肌肉等异常而影响运动功能;④有规律运动习惯或经常参与康复训练等。另外本研究同时经河南工程学院伦理委员会审批(HUE-2018-0508)。采用随机数字表法将上述患者分为观察组及对照组,每组 30 例。在整个研究期间,观察组、对照组分别有 2 例、1 例患者失访,最终 2 组患者性别、年龄、体重指数(body mass index, BMI)、病程等信息详见表 1,表中数据经统计学比较,发现组间差异均无统计学意义($P>0.05$),具有可比性。

表 1 入选时 2 组患者一般资料情况比较

组别	例数	性别(例)		年龄 (岁, $\bar{x}\pm s$)	病程 (年, $\bar{x}\pm s$)	BMI (kg/m^2 , $\bar{x}\pm s$)
		女	男			
观察组	28	21	7	45.3 $\pm$ 8.3	8.5 $\pm$ 2.3	25.4 $\pm$ 3.0
对照组	29	19	10	47.7 $\pm$ 7.5	7.9 $\pm$ 2.0	25.2 $\pm$ 3.6

二、干预方法

2 组患者均给予抗感染、解痉平喘、纠正水电解质紊乱及酸碱失衡等对症支持治疗。观察组患者在此基础上辅以高强度 IMT 训练,选用英国产 PowerBreak 型吸气肌训练器,患者取坐位,佩戴鼻夹,口含咬嘴,手持吸气肌训练器,要求从残气量位置克服阻力用力吸气直至胸廓不能进一步扩张为止,随后自然缓慢呼气(吸气时间约 1.5 s,呼气时间约 3 s),第 1 周将吸气阻力值设定为 30% 最大吸气压(maximal inspiratory pressure, MIP)水平,便于患者熟悉训练动作及逐渐适应负荷,从第 2 周开始将吸气阻力值设定为 70% MIP 水平并持续至研究结束,每天重复练习 30 次为 1 组,每天训练 2 组,组间间歇 10 min,每周训练 3 d,连续训练 8 周,每个周末重新检测患者 MIP 并及时调整训练负荷。对照组患者同期也采用 PowerBreak 型吸气肌训练器进行训练,但吸气阻力值设定为 10% MIP 水平,其它训练参数及疗程同观察组。

三、疗效评定分析

于入选时及末次训练后 48 h 由对分组不知情的资深医师对 2 组患者进行疗效评定,具体评定项目包括以下方面。

1. 病情严重程度评估:采用支气管扩张程度指数(bronchiectasis severity index, BSI)评估患者病情程度,BSI 评估内容包括年龄、BMI、一秒用力呼气容积(forced expiratory volume in one second, FEV1)、入院次数等 9 个方面,总分 0~26 分,得分越高表示病情越重^[6];采用呼吸困难量表评定患者呼吸困难程度,满分为 5 分,得分越高表示呼吸困难程度越重^[7];采用疲劳严重程度量表评定患者疲劳情况,该量表由 9 个条目组成,每个条目采用 Likert 7 级评分法,从“非常不同意”到“非常同意”分别计 1~7 分,9 个条目得分平均值即为疲劳评分^[8]。

2. 肺功能测试:采用意大利产 Spirodoc 型标准肺活量计检测患者肺功能情况,具体检测指标包括 FEV1、用力肺活量(forced vital capacity, FVC)、FEV1/FVC 和最大呼吸流量(peak expiratory flow, PEF),上述指标结果均以实测值与预测值的百分比表示^[9]。

3. 呼吸肌力量及耐力评估:采用英国产 Power-Break 吸气肌训练器配套的便携式设备检测患者呼吸肌力量及耐力。当检测呼吸肌力量时,患者取坐位,先尽量完全呼气后再尽全力迅速吸气,重复测量 3 次,取最高值为 MIP 代表吸气肌力量,随后在深吸气末全力迅速呼气,重复测量 3 次,取最高值为最大呼气压力(maximal expiratory pressure, MEP)代表呼气肌力量^[10];采用持续吸气压(sustainable inspiratory pressure, SIP)测试评估患者呼吸肌耐力情况,将吸气

阻力值设定为 60% MIP 水平,呼吸频率保持在 12~14 次/min,记录患者在上述条件下持续呼吸时间^[11]。

4.运动能力测试:采用 6 min 步行测试(6-minute walking test,6MWT)评估患者运动功能,测试期间患者均佩戴芬兰产 Polar FT4 型遥测心率表,要求患者沿地面上长约 30 m 直线尽可能快速往返行走 6 min,记录其行走距离、心率(heart rate,HR)等指标,并采用主观疲劳感觉(ratings of perceived exertion,RPE)量表(6~20 级)评估患者疲劳程度,6 级表示安静,7 级表示非常轻松,8~10 级表示很轻松,11 级表示轻松,12~14 级表示稍费力,15 级表示费力,16~18 级表示很费力,19 级表示非常费力,20 级表示力竭^[12]。

5.QOL 评估:采用中文版莱斯特咳嗽问卷(Leicester cough questionnaire,LCQ)评估患者 QOL,该问卷是症状特异性问卷,其评估内容涉及生理、心理、社会 3 个维度(共 12 个条目),满分为 21 分,得分越高表示患者 QOL 越好^[13]。

四、统计学分析

本研究所得计量资料以($\bar{x}\pm s$)表示,采用 SPSS 20.0 版统计学软件包进行数据分析,计数资料比较采用卡方检验,连续变量组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, $P<0.05$ 表示差异具有统计学意义。

结 果

一、IMT 的可行性、耐受性及安全性分析

研究期间观察组、对照组分别有 2 例、1 例患者失访,失访原因包括日程冲突(1 例)、个人原因(1 例)及无故失联(1 例),余患者均完成全部训练及测试;在 8 周干预过程中观察组、对照组训练计划完成率(即依从性,用实际训练次数除以计划次数)分别为 98.9% $[1329/(28\times 2\times 3\times 8)]$ 和 99.6% $[1387/(29\times 2\times 3\times 8)]$,组间差异无统计学意义($P>0.05$)。所有患者在训练期间及训练后均未发生需治疗的严重不良反应,其中有 4 例患者在训练时共出现 7 次呼吸急促反应,经短暂休息后即恢复,并继续完成随后训练。

二、干预前、后 2 组患者肺功能比较

干预前 2 组患者 FEV1、FVC、FEV1/FVC 及 PEF 组间差异均无统计学意义($P>0.05$);干预后 2 组患者上述肺功能指标均无显著变化($P>0.05$),并且 2 组患者上述肺功能指标组间差异仍无统计学意义($P>0.05$),具体数据见表 2。

三、干预前、后 2 组患者 BSI、呼吸困难与疲劳评分比较

干预前 2 组患者 BSI、呼吸困难评分及疲劳评分组间差异均无统计学意义($P>0.05$);干预后 2 组患

者上述指标均无显著变化($P>0.05$),并且 2 组患者上述指标组间差异仍无统计学意义($P>0.05$),具体数据见表 3。

表 2 干预前、后 2 组患者肺功能比较($\%,\bar{x}\pm s$)

组别	例数	FEV1	FVC	FEV1/FVC	PEF
观察组					
干预前	30	81.2±9.1	88.9±10.2	85.7±9.6	81.2±8.9
干预后	28	83.5±8.8	93.6±11.3	89.3±10.5	83.7±11.4
对照组					
干预前	30	83.8±7.9	89.0±9.8	86.1±12.5	82.6±10.8
干预后	29	85.7±10.2	86.5±11.7	85.8±11.7	80.7±9.9

表 3 干预前、后 2 组患者 BSI、呼吸困难及疲劳评分比较(分, $\bar{x}\pm s$)

组别	例数	BSI 评分	呼吸困难评分	疲劳评分
观察组				
干预前	30	5.75±1.21	1.85±0.45	4.25±1.02
干预后	28	5.29±1.71	1.78±0.50	4.09±1.31
对照组				
干预前	30	6.07±1.47	1.96±0.61	4.47±1.25
干预后	29	5.53±1.36	1.69±0.73	4.13±1.67

四、干预前、后 2 组患者呼吸肌力量及耐力比较

干预前 2 组患者 MIP、MEP 及 SIP 持续时间组间差异均无统计学意义($P>0.05$);干预后观察组 MIP 及 SIP 持续时间均显著增加($P<0.05$),MEP 无明显变化($P>0.05$),对照组上述指标均无显著变化($P>0.05$);通过进一步组间比较发现,干预后观察组 MIP 及 SIP 持续时间均显著优于对照组水平,组间差异均具有统计学意义($P<0.05$),具体数据见表 4。

表 4 干预前、后 2 组患者呼吸肌力量及耐力比较($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	MIP (cmH ₂ O)	MEP (cmH ₂ O)	SIP 持续时间 (s)
观察组				
干预前	30	98.5±10.9	121.6±18.3	143.7±22.5
干预后	28	144.7±15.8 ^{ab}	128.8±20.6	356.5±37.6 ^{ab}
对照组				
干预前	30	95.8±12.5	116.8±17.4	153.4±26.8
干预后	29	101.3±16.7	123.7±21.7	171.2±30.3

注:与组内干预前比较,^a $P<0.05$;与对照组相同时间点比较,^b $P<0.05$

五、干预前、后 2 组患者运动能力比较

干预前 2 组患者 6MWT、HR 及 RPE 评级组间差异均无统计学意义($P>0.05$);干预后观察组 6MWT 距离明显增加($P<0.05$),HR 及 RPE 评级均显著降低($P<0.05$),对照组上述指标均无显著变化($P>0.05$);通过进一步组间比较发现,干预后观察组 6MWT 距离较对照组明显增加($P<0.05$),HR 及 RPE 评级均较对照组显著降低($P<0.05$),具体数据见表 5。

表 5 干预前、后 2 组患者运动能力比较($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	6MWT 距离 (m)	HR (次/min)	RPE 评级 (级)
观察组				
干预前	30	515.8±85.6	137.5±7.4	13.5±2.7
干预后	28	685.0±98.3 ^{ab}	121.6±6.9 ^{ab}	11.6±2.0 ^{ab}
对照组				
干预前	30	530.6±100.7	140.3±8.5	14.0±3.2
干预后	29	558.2±92.8	138.2±9.0	13.6±2.5

注:与组内干预前比较,^a $P<0.05$;与对照组相同时间点比较,^b $P<0.05$

六、干预前、后 2 组患者 QOL 比较

干预前 2 组患者 LCQ 问卷生理维度、心理维度及社会维度评分组间差异均无统计学意义($P>0.05$);干预后观察组 LCQ 问卷社会维度评分明显升高($P<0.05$),生理维度及心理维度评分无显著变化($P>0.05$),对照组 LCQ 问卷各维度评分均无显著变化($P>0.05$);通过进一步组间比较发现,干预后观察组 LCQ 问卷社会维度评分较对照组明显升高($P<0.05$),生理维度及心理维度评分与对照组间差异仍无统计学意义($P>0.05$)。具体数据见表 6。

表 6 干预前、后 2 组患者 LCQ 问卷各维度评分比较(分, $\bar{x}\pm s$)

组别	例数	生理维度 评分	心理维度 评分	社会维度 评分
观察组				
干预前	30	4.74±0.85	4.63±1.18	4.83±0.79
干预后	28	4.95±1.02	4.95±0.97	5.75±1.08 ^{ab}
对照组				
干预前	30	5.02±1.15	4.87±1.21	4.69±1.03
干预后	29	5.06±1.20	5.03±1.28	4.96±0.89

注:与组内干预前比较,^a $P<0.05$;与对照组相同时间点比较,^b $P<0.05$

讨 论

本研究结果显示,8 周高强度 IMT 训练可显著改善支气管扩张患者运动能力及生活质量,但 8 周高强度 IMT 训练并未对支气管扩张患者肺功能以及呼吸困难、疲劳程度产生积极作用,与 Liaw 等^[4]报道结果基本一致,可能与纳入患者病情较轻(BSI 分类为轻度)以及肺功能相对较好(均在预测值 80%以上)有关。

Newall 等^[3]采用全身有氧运动并联合中等强度(30%~60% MIP, 15 min) IMT 治疗支气管扩张患者,经 8 周干预后患者 MIP 并未明显增加;另一项研究显示^[4],入选支气管扩张患者经低强度(30% MIP) IMT 训练 8 周后,其 MIP 增加 39%。本研究观察组患者经干预后其 MIP 增加 47%,提示吸气肌力量明显增加,即高强度 IMT 训练能在不增加呼吸困难情况下使呼

吸肌承受更高工作负荷。呼吸肌耐力反映了肌肉在定量负荷时的持续工作能力^[14],本研究观察组呼吸肌耐力测试计时较干预前增加了 213 s(147%),稍低于针对慢性阻塞性肺疾病(chronic obstructive pulmonary disease, COPD)患者的改善结果(261 s)^[15],而对照组仅增加了 18 s(12%)。上述结果提示,高强度 IMT 训练可改善支气管扩张患者呼吸肌耐力,同时并不会引起呼吸困难及疲劳程度增加。Ramirez-Sarmiento 等^[16]研究报道,IMT 训练能增加 COPD 患者肋间外肌中 I 型纤维含量,这可能也是本研究患者呼吸肌耐力改善的重要原因之一。

由于支气管扩张患者气体交换、呼吸动力学以及肌肉骨骼系统异常,导致其运动功能减弱,表现为运动耐力下降,运动中容易出现疲劳及呼吸困难等症状^[17]。本研究观察组患者经 8 周高强度 IMT 训练后其 6MWT 距离明显增加,提示患者亚极量运动能力提高,其在日常生活中的运动耐力增强。本研究结果还显示,干预后观察组患者 HR 及 RPE 评级均较干预前明显降低,提示患者在定量负荷运动中的生理反应及疲劳程度减弱,其作用机制可能与 IMT 训练能提高支气管扩张患者呼吸肌力量及耐力有关。另外本研究结果与 Liaw 等^[4]报道数据有一定差异,该研究采用中低等强度(30%~60% MIP) IMT 训练对支气管扩张患者进行干预,发现治疗后患者 6MWT 距离增加了 61 m(较治疗前增加 14.9%),远低于本研究相应数据(169.2 m,较治疗前增加 32.8%),造成上述研究结果差异的原因可能与采用的 IMT 负荷强度及患者初始运动水平不同有关。

生活质量评估对于了解疾病对患者生活的影响以及干预效果具有重要作用。由于肺功能、运动耐量限制及各种并发症影响,致使支气管扩张患者与健康相关的生活质量明显下降^[18]。目前有研究报道,IMT 训练对支气管扩张患者 QOL 具有积极作用,如 Newall 等^[3]发现 IMT 训练联合有氧运动能显著提高支气管扩张患者 QOL,但较单纯有氧训练无明显优势;Liaw 等^[4]发现支气管扩张患者经 IMT 训练后,其症状、活动度评分及总评分(采用圣乔治呼吸问卷评定)均较对照组明显改善。本研究采用莱斯特咳嗽问卷(症状特异性问卷)评价患者 QOL 改善情况,发现干预后观察组患者生理维度及心理维度评分均无显著变化,可能与 IMT 训练对部分疾病症状(如咳嗽、呼吸困难等)无明显改善作用有关,也可能与采用的 QOL 问卷不同有关。值得注意的是,本研究观察组患者治疗后其社会维度评分显著增加,其作用机制未明,可能与患者运动能力增强后其社交活动增加有关。

本研究观察组、对照组失访率分别为 6.7% 和

3.3%, 训练计划完成率(即依从性)分别为 98.9% 和 99.6%, 且干预过程中均无严重不良事件发生。上述结果表明, 本研究采用的高强度 IMT 训练方案对支气管扩张患者具有可行性, 且患者耐受性及安全性良好。对于在肺康复初期容易出现呼吸困难及疲劳的支气管扩张患者, 每周进行 3 次 IMT 训练可能是一种简便易行、省时有效、依从性高的替代方案, 在避免患者过度疲劳同时逐步提高其运动耐力和呼吸肌功能。

综上所述, 本研究结果表明, 为期 8 周的 IMT 训练能显著改善支气管扩张患者呼吸肌力量和耐力, 提高运动能力及生活质量, 同时治疗过程中无明显不良反应, 患者对该方案的依从性良好, 值得临床进一步推广、应用。需要指出的是, 本研究还存在诸多不足, 包括样本量较少且来源单一、未针对病情进行分层、未进行远期随访等, 后续研究将针对上述不足进一步完善。

参 考 文 献

- [1] Visser SK, Bye P, Morgan L. Management of bronchiectasis in adults [J]. *Med J Aust*, 2018, 209 (4): 177-183. DOI: 10.5694/mja17.01195.
- [2] Hoffman M, Assis MG, Augusto VM, et al. The effects of inspiratory muscle training based on the perceptions of patients with advanced lung disease: a qualitative study [J]. *Braz J Phys Ther*, 2018, 22 (3): 215-221. DOI: 10.1016/j.bjpt.2017.12.003.
- [3] Newall C, Stockley RA, Hill SL. Exercise training and inspiratory muscle training in patients with bronchiectasis [J]. *Thorax*, 2005, 60 (11): 943-948. DOI: 10.1136/thx.2004.028928.
- [4] Liaw MY, Wang YH, Tsai YC, et al. Inspiratory muscle training in bronchiectasis patients: a prospective randomized controlled study [J]. *Clin Rehabil*, 2011, 25 (6): 524-536. DOI: 10.1177/0269215510391682.
- [5] 成人支气管扩张症诊治专家共识编写组. 成人支气管扩张症诊治专家共识(2012 版) [J]. *中华危重症医学杂志*, 2012, 5 (5): 20-30. DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674-6880.2012.05.005.
- [6] 高永华, 崔娟娟, 刘绍霞, 等. 支气管扩张症严重程度的评价 [J]. *中华结核和呼吸杂志*, 2017, 40 (1): 58-61. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-0939.2017.01.012.
- [7] Bestall JC, Paul EA, Garrod R, et al. Usefulness of the Medical Research Council (MRC) dyspnoea scale as a measure of disability in patients with chronic obstructive pulmonary disease [J]. *Thorax*, 1999, 54 (7): 581-586. DOI: 10.1136/thx.54.7.581.
- [8] Hester KL, Macfarlane JG, Tedd H, et al. Fatigue in bronchiectasis [J]. *QJM*, 2012, 105 (3): 235-240. DOI: 10.1093/qjmed/hcr184.
- [9] Redlich CA, Tarlo SM, Hankinson JL, et al. Official American Thoracic Society technical standards: spirometry in the occupational setting [J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2014, 189 (8): 983-993. DOI: 10.1164/rccm.201402-200337ST.
- [10] Black LF, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex [J]. *Am Rev Respir Dis*, 1969, 99 (5): 696-702. DOI: 10.1164/arrd.1969.99.5.696.
- [11] Gokcen S, Inal-Ince D, Saglam M, et al. Sustainable inspiratory pressure and incremental threshold loading for respiratory muscle endurance in chronic obstructive pulmonary disease: A pilot study [J]. *Clin Respir J*, 2021, 15 (1): 19-25. DOI: 10.1111/crj.13264.
- [12] Rovedder P, Fernandes RO, Jacques PS, et al. Repeatability of the 6-min walk test in non-cystic fibrosis bronchiectasis [J]. *Sci Rep*, 2020, 10 (1): 191-196. DOI: 10.1038/s41598-41020-75093-7.
- [13] 林嵘嘉, 车国卫, 徐志华, 等. 中文版莱斯特咳嗽问卷的改良及验证 [J]. *中国肺癌杂志*, 2017, 20 (7): 468-472. DOI: 10.3779/j.issn.1009-3419.2017.07.05.
- [14] Polkey MI. Respiratory muscle assessment in clinical practice [J]. *Clin Chest Med*, 2019, 40 (2): 307-315. DOI: 10.1016/j.ccm.2019.02.015.
- [15] Gosselink R, De Vos J, van den Heuvel SP, et al. Impact of inspiratory muscle training in patients with COPD: what is the evidence? [J]. *Eur Respir J*, 2011, 37 (2): 416-425. DOI: 10.1183/09031936.00031810.
- [16] Ramirez-Sarmiento A, Orozco-Levi M, Guell R, et al. Inspiratory muscle training in patients with chronic obstructive pulmonary disease: structural adaptation and physiologic outcomes [J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2002, 166 (11): 1491-1497. DOI: 10.1164/rccm.200202-200075OC.
- [17] Bar-Yoseph R, Ilivitzki A, Cooper DM, et al. Exercise capacity in patients with cystic fibrosis vs. non-cystic fibrosis bronchiectasis [J]. *PLoS One*, 2019, 14 (6): e0217491. DOI: 10.1371/journal.pone.0217491.
- [18] Spinou A, Fragkos KC, Lee KK, et al. The validity of health-related quality of life questionnaires in bronchiectasis: a systematic review and meta-analysis [J]. *Thorax*, 2016, 71 (8): 683-694. DOI: 10.1136/thoraxjnl-2015-207315.

(修回日期: 2021-09-23)

(本文编辑: 易 浩)