

运动训练对低肺功能肺癌患者手术耐受性的影响*

方 翼^{1,2} 赵擎宇^{1,3,5} 黄东锋⁴ 关淑芳^{1,2} 沈 珏^{1,3}

摘要

目的:探讨术前短期中高强度下肢运动训练对低肺功能肺癌患者肺切除手术耐受性的影响。

方法:采用随机单盲设计,将61例可切除肺癌合并重度慢性阻塞性肺病患者,根据美国胸科医师协会肺切除术前评估指南分为可手术A组和不可手术B组;A组再随机分为A1亚组(训练亚组)和A2亚组(对照组)。A1亚组和B组术前予每周5次、连续2周、强度达60%—80%峰值氧摄入量 VO_{2max} 的踏车运动训练,辅以胸腹联合缩唇呼吸训练。比较训练前后静态肺功能和运动心肺功能的变化;训练后重新评估B组手术风险;比较训练A1亚组和对照A2组肺切除术后并发症情况。

结果:训练后,在A1亚组,心肺功能指标:肺一氧化碳弥散量 D_tCO ($P=0.003$)、 VO_{2max} ($P<0.001$)、无氧阈AT($P=0.008$)、氧脉 VO_{2max}/HR ($P<0.001$)较训练前显著改善;在B组,心肺功能指标:用力肺活量FVC($P<0.001$)、分钟最大通气量MVV($P=0.001$)、 D_tCO ($P<0.001$)、最大功率W($P=0.004$)、 VO_{2max} ($P<0.001$)、AT($P=0.002$)、 VO_{2max}/HR ($P=0.001$)、峰值通气量 VE_{max} ($P=0.015$)、无氧阈时 CO_2 通气当量 $VE/VC_{O_2}@AT$ ($P=0.003$)和运动后经皮血氧饱和度 $SPO_2\%$ ($P=0.002$)均较训练前显著改善;B组中59%(10/17)患者达手术标准;训练A1亚组较对照A2组,肺切除术后氧疗时间($P=0.04$)、机械通气时间($P=0.036$)和住院天数($P=0.025$)均显著缩短。

结论:术前短期中高强度下肢运动训练能有效、可行地提高低肺功能肺癌患者心肺功能适应性,有助于肺切除术后康复。

关键词 肺康复;肺癌;慢性阻塞性肺疾病;肺切除术

中图分类号:R563.3 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2013)-07-0619-05

The impact of exercise training on surgery tolerability in lung cancer patients with impaired pulmonary function/FANG Yi, ZHAO Qingyu, HUANG Dongfeng, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2013,28(7): 619—623

Abstract

Objective:To investigate the effects of preoperatively short-term and moderate-high intensity lower extremity exercise training (ET) on surgery tolerability in lung cancer patients with impaired pulmonary function.

Method:In a randomized single blinded design, 61 resectable lung cancer patients with severe chronic obstructive pulmonary disease (COPD) were divided into operable group A and inoperable group B, according to American College of Chest Physicians (ACCP) guidelines on lung resection. Group A was randomly divided into subgroup A1 and subgroup A2. Both subgroup A1 and group B preoperatively performed structured ET consisted of 5 endurance cycle ergometry sessions per week at intensities varying from 60% to 80% of baseline maximal oxygen uptake (VO_{2max}), along with thoraco-abdominal and pursed lip breathing exercises for two weeks. Subgroup A2 as a control of subgroup A1, without ET.

Result:On completion of ET, significant improvements were observed in the cardiopulmonary function param-

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2013.07.006

*基金项目:广东省卫生厅医学科学研究基金资助项目(A2009208)

1 华南肿瘤学国家重点实验室,广州,510060; 2 中山大学肿瘤防治中心肺功能室; 3 中山大学肿瘤防治中心重症医学科; 4 中山大学附属第一医院康复医学科; 5 通讯作者

作者简介:方翼,女,硕士,主治医师; 收稿日期:2012-09-03

ters: for subgroup A in D_tCO (diffusion capacity for carbon monoxide of lung, $P=0.003$), VO_2max ($P<0.001$), AT (anaerobic threshold, $P=0.008$) and VO_2max/HR (oxygen pulse, $P<0.001$); for group B in FVC (forced vital capacity, $P<0.001$), MVV (maximal voluntary ventilation, $P=0.001$), D_tCO ($P<0.001$), $Wmax$ (maximal power, $P=0.004$), VO_2max ($P<0.001$), AT ($P=0.002$), VO_2max/HR ($P=0.001$), $VEmax$ (maxium minute ventilation, $P=0.015$), $VE/VCO_2@AT$ (ventilator equivalent for CO_2 at AT, $PP=0.003$) and after-exercise $SPO_2\%$ (transcutaneous oxygen saturation, $P=0.002$). Patients in group B re-entered functional criteria and 59 percent (10/17) of patients underwent lobectomy. Compared with the control subgroup A2, patients in subgroup A1 presented shorter postoperative oxygen supplement duration ($P=0.04$), mechanical ventilation period ($P=0.036$), and hospital stay ($P=0.025$).

Conclusion: Preoperative short-term and moderate-high intensity lower extremity exercise training is a feasible and effective intervention to improve cardiopulmonary fitness for better postoperative recovery in lung cancer patients with severe COPD.

Author's address State Key Laboratory of Oncology in Southern China, Guangzhou, 510060

Key word pulmonary rehabilitation; lung cancer; chronic obstructive pulmonary disease; lung resection

肺切除术是非小细胞肺癌首选有效治疗。许多可切除肺癌患者因合并慢性阻塞性肺病(chronic obstructive pulmonary disease, COPD)导致肺功能明显减损,肺切除术后并发症风险增高,甚至丧失肺癌根治术机会。提高低肺功能肺癌患者手术耐受性是亟待解决的问题。目前基于静息肺功能—肺核素灌注扫描—运动心肺试验的肺切除术前评估模式已明确运动最大摄氧量(maximal oxygen uptake, VO_2max)是手术并发症风险强有效的独立预测因子^[1],若能通过合理的运动训练,提高术前 VO_2max ,就有望提高手术耐受力,降低术后并发症风险。本研究针对合并重度COPD的肺癌患者,探讨术前以下肢运动训练为主、辅以呼吸肌锻炼的短期肺康复对肺切除术耐受性的影响,以期为低肺功能可切除肺癌患者提供手术治疗机会。

1 对象与方法

1.1 研究对象

患者为2009年1月至2011年12月在中山大学肿瘤防治中心确诊肺癌、考虑首选肺切除术,且符合入选标准:①术前静态肺功能检查(意大利COSMED, Quark PFT4型肺功能仪),证实合并重度COPD[第1秒用力呼气量(forced expiratory volume at 1st second, FEV1)介于30%—50%正常预计值]^[2];②近期无严重和急性并发症(包括不可控制的高血压、心、肺、肝、肾、脑疾病);③无运动试验禁忌证^[3];④训练者签署知情同意书。⑤研究方案获中山大学肿瘤防治中心伦理委员会批准。共入选61例患者,

其中男性59例,女性2例;年龄54—76岁,平均(64.5 ± 6.50)岁。

1.2 研究方法

1.2.1 分组标准:患者首先完成肺核素灌注扫描(美国, STARCAM3200Z型扫描仪)和首次最大症状限制性运动心肺功能检查(Cosmed Quark PFT4型肺功能仪,意大利)^[3]。根据2007年美国胸科医师协会(ACCP)指南^[1]:预测术后肺功能值(predictive post-operative, ppo)=术前肺功能值 $\times$ (1-切除肺段数占同侧肺段数百分比 $\times$ 同侧肺核素灌注量占全肺核素灌注量百分比),若 $ppo-FEV_1\% < 30\%$ 或 $ppo-FEV_1\% \times ppo-D_tCO\% < 1650\%$ 或 $VO_2max < 10ml/kg/min$,不宜行肺切除术,将患者分为可手术组A(44例)和不可手术组B(17例);可手术组A采用随机分组、单盲设计(受训患者被告知同意,手术医生未知患者训练情况),用抽签方式随机分为训练亚组A1和对照组A2,各22例,两组比较,性别、年龄、体重指数、吸烟情况、病理类型、肿瘤TNM分期、合并疾病和术前肺功能评估等情况均衡,无显著性差异($P>0.05$),具有可比性(表1)。不可手术组B无法设立手术对照组,亦予训练。

1.2.2 训练方案:采用坐位踏功率车(意大利, COSMED Ego900)负荷运动。强度为个体首次行最大症状限制性运动心肺功能检测所得60%—80% VO_2max 对应的负荷范围,在训练期内每两日递增负荷差值的20%。运动初始以15W预热1min,继以当日负荷维持踏车转速60—70r/min,恢复期以15W缓慢踏车5min。运动中持续监测心电、血压、

表1 训练亚组A1与对照组A2术前情况比较 ($\bar{x}\pm s$)

	训练亚组 A1 (n=22)	对照组 A2 (n=22)	P
男性(例)	21(95.5%)	21(95.5%)	1.000
年龄(岁)	64.1±7.16	64.8±6.82	0.748
体重指数(kg/m ²)	20.3±3.04	20.2±3.27	0.958
吸烟史(例)	20(90.9%)	19(86.4%)	0.830
吸烟指数(年×支/d)	826±480	795±407	0.820
并发症			
高血压病(例)	9(40.9%)	10(45.5%)	0.761
冠心病(例)	14(63.6%)	13(59.1%)	0.757
糖尿病(例)	2(9.1%)	3(13.6%)	0.635
无	4(18.2%)	5(22.7%)	0.709
组织类型			
鳞癌/腺癌(例)	9/13	6/16	0.340
TNM分期			
I/II/IIIa(例)	11/6/5	14/5/3	0.712
术前功能评估			
FEV ₁ (%)	45.1±3.67	43.4±4.23	0.167
ppoFEV ₁ (%)	36.4±4.09	35.2±4.72	0.361
D _L CO(%)	72.5±11.85	75.3±12.30	0.440
ppoD _L CO(%)	58.3±9.14	60.04±9.31	0.523
VO ₂ max(ml/kg/min)	23.9±3.87	24.15±4.50	0.967
ppoVO ₂ max(ml/kg/min)	19.2±3.07	19.3±3.33	0.965
VO ₂ max(%)	75.5±14.89	77.4±13.09	0.646
ppoVO ₂ max(%)	60.6±11.8	61.7±10.01	0.743

血氧饱和度,予经鼻导管适当流量吸氧,维持经皮血氧饱和度(transcutaneous oxygen saturation, SPO₂%)>90%。每次踏车时间依据个体耐受程度而不同,控制最大心率<100%预计心率,收缩压<220mmHg和舒张压<110mmHg(高血压病患者予降压药控制血压于安全范围)。踏车和休息交替进行(时间比1:1),日累计踏车40min;每周连续5d,持续2周。每次运动间歇期,指导患者行胸腹式联合缓慢缩唇呼吸训练:患者坐位,经鼻深吸气至最大吸气流,吸气时胸部扩张、腹部隆起,屏气5s,呼气时缩唇,在4—6s内将气体缓慢呼出至最大呼气量,呼气时胸部自然放松,腹部收缩。

1.2.3 效果监测及指标:①术前静态肺功能:按标准方法测定用力肺活量(forced vital capacity, FVC)、FEV₁、最大自主通气量(maximal voluntary ventilation, MVV)、肺一氧化碳弥散总量(diffusion capacity for carbon monoxide of the lung, D_LCO)^[4]。②术前最大症状限制性运动心肺功能:采用踏功率车、运动负荷递增方案(静息1min、无负荷运动2min、负荷递增10—20W/min),当患者出现终止症状或体征时终止负荷运动^[3],记录最大运动负荷(W_{max})、

VO₂max、无氧阈(anaerobic threshold, AT)、氧脉(oxygen pulse, VO₂/HR)、最大心率(maximal heart rate, HR_{max})、最大分钟通气量(maximal minute ventilation, VEmax),呼吸困难指数(respiratory index, RI),无氧阈时CO₂通气当量(ventilatory equivalent for CO₂, VE/VCO₂@AT)和运动后SPO₂%;③组B可手术情况的变化。④组A术后情况:包括术后心肺并发症、氧疗时间、机械通气时间和住院天数。

1.3 统计学分析

采用SPSS16.0软件分析。计量资料以均数±标准差表示,训练前后亚组A1和组B分别进行组内比较,采用配对t检验比较术前静态肺功能和运动心肺功能指标;训练亚组A1和对照组A2组间采用两独立样本t检验,比较术前、术中和术后情况。计数资料采用χ²检验和Fisher精确检验。双侧检验P<0.05为差异有显著性意义。

2 结果

2.1 训练前后肺功能的变化

亚组A1(22例)和组B(17例)患者均能坚持完成2周的肺康复训练,无不良反应发生。与训练前比较,训练后两组静态肺弥散功能指标D_LCO及运动心肺功能指标:VO₂max、AT、VO₂/HR均有显著改善;另组B静态肺通气功能指标:FVC和MVV,及运动心肺功能指标W_{max}、VE、VE/CO₂@AT和运动后SPO₂%亦有显著改善;两组在FEV₁、RI和HR_{max}均无显著改善。见表2—3。

2.2 不可手术组B训练后手术情况

训练后,对不可手术组B重新评估手术风险,10例(59%)患者达手术标准;与可手术组A比较,术后心肺并发症发生率分别为40%(4/10)与34.1%(15/44),无显著性差异(P=0.445)。

2.3 可手术组A中训练亚组A1与对照组A2患者术中、术后情况比较

两组比较,手术情况无显著性差异(P>0.05),见表4。

两组比较,术后心肺并发症总体和单个发生率无明显差异,但氧疗时间、机械通气时间和术后住院天数在训练组A1明显缩短,见表5。

3 讨论

2007年美国胸科医师协会和美国心肺康复协会(ACCP/AACVPR)循证医学肺康复指南推荐:以下肢运动训练为主要形式的亚极量运动为中重度COPD患者肺康复的核心项目,循证医学等级为A

表2 亚组A1运动训练前后静态肺功能和运动心肺功能指标 ($\bar{x}\pm s$)			
	训练前 (n=22)	训练后 (n=22)	P
静态肺功能			
FVC(L)	2.43 ± 0.41	2.42 ± 0.39	0.713
FEV ₁ (L)	1.24 ± 0.16	1.23 ± 0.15	0.389
MVV(L)	50.37 ± 8.49	53.90 ± 8.15	0.293
D ₁ CO(ml/min/mmHg)	17.43 ± 2.64	18.23 ± 2.62	0.003
运动心肺功能			
WRmax(W)	92.45 ± 18.78	93.73 ± 19.04	0.211
VO ₂ max(L)	1.34 ± 0.30	1.40 ± 0.27	0.000
AT(ml/kg/min)	14.96 ± 2.95	15.65 ± 2.23	0.008
HRmax(bpm)	139.45 ± 14.59	138.91 ± 11.09	0.646
VO ₂ /HR(ml/bpm)	9.64 ± 2.06	10.12 ± 1.93	0.000
VEmax(L)	50.14 ± 7.18	50.11 ± 7.2	0.905
RI(%)	94.42 ± 7.36	93.24 ± 6.47	0.192
VE/VCO ₂ @AT	31.18 ± 3.79	31.05 ± 2.21	0.734
运动后SPO ₂ (%)	94.23 ± 2.84	94.36 ± 1.62	0.642

表3 组B运动训练前后静态肺功能和运动心肺功能指标 ($\bar{x}\pm s$)			
	训练前 (n=17)	训练后 (n=17)	P
静态肺功能			
FVC(L)	2.10 ± 0.35	2.29 ± 0.38	0.000
FEV ₁ (L)	1.02 ± 0.17	1.04 ± 0.13	0.174
MVV(L)	46.60 ± 9.74	49.92 ± 8.93	0.001
D ₁ CO(ml/min/mmHg)	14.68 ± 3.62	17.75 ± 4.03	0.000
运动心肺功能			
WRmax(W)	81.65 ± 21.76	87.65 ± 20.25	0.004
VO ₂ max(L)	1.25 ± 0.38	1.42 ± 0.31	0.000
AT(ml/kg/min)	14.79 ± 4.26	16.50 ± 3.44	0.002
HRmax(bpm)	140.35 ± 15.95	141.47 ± 12.04	0.487
VO ₂ /HR(ml/bpm)	9.00 ± 2.89	10.07 ± 2.34	0.001
VEmax(L)	43.69 ± 8.39	45.64 ± 7.51	0.015
RI(%)	94.37 ± 5.25	91.91 ± 6.78	0.068
VE/VCO ₂ @AT	34.88 ± 7.94	32.65 ± 5.89	0.003
运动后SPO ₂ (%)	91.53 ± 3.06	92.82 ± 2.19	0.002

表4 训练亚组A1及对照组A2手术情况 ($\bar{x}\pm s$)			
	训练组A1 (n=22)	对照组A2 (n=22)	P
切除范围			
单肺叶/双肺叶(n)	19/3	20/2	0.635
切除肺段数	4.27 ± 1.08	4.14 ± 1.52	0.733
切口方式			
胸背后外侧/小切口(n)	12/10	11/11	0.763
手术时间(min)	228 ± 88	252 ± 69	0.210
失血量(ml)	322 ± 363	340 ± 256	0.807

表5 训练亚组A1与对照组A2术后情况 ($\bar{x}\pm s$)			
	训练组A1 (n=22)	对照组A2 (n=22)	P
心肺并发症(n,%)	6(27.3%)	9(40.9%)	0.340
心律失常(n,%)	5(22.7%)	8(36.4%)	0.322
肺感染(n,%)	3(13.6%)	6(27.3%)	0.457
肺不张(n,%)	4(18.2%)	7(31.8%)	0.488
呼吸衰竭(n,%)	4(18.2%)	9(40.9%)	0.185
术后30天内死亡数(n,%)	0(0%)	2(9.1%)	0.488
氧疗时间(h)	73.7 ± 28.73	105.2 ± 62.36	0.040
机械通气时间(h)	9.6 ± 19.72	26.2 ± 29.86	0.036
术后住院天数	11.8 ± 3.23	14.9 ± 5.16	0.025

级^[5]。目前国内有关运动训练的肺康复研究主要用于改善COPD患者呼吸困难,提高运动耐力和生存质量^[6-7],而针对低肺功能肺癌患者术前实施运动训练的研究,近年国外始有少量报道^[8-10],但在其研究中,训练强度中等,周期较长(4—12周),使急于接受手术治疗的肺癌患者难以接受,导致参训者较少,部分难以坚持完成全程训练,很少能设立随机对照组探讨术前运动训练对肺切除术后的影响。

为便于患者接受,本研究采用为期较短(2周)的下肢负荷运动训练。为使患者在短期内获得一定的训练效果,同时避免运动不当造成有害影响,我们采用踏功率自行车以实施个体化的、定量中高强度的、间断式训练方案。目前有关运动训练的方案虽无统一标准,但针对COPD患者肺康复的研究已证明^[11-13]:下肢有氧运动训练能改善心肺协调工作能力,显著提高最大摄氧量和运动耐力;训练效果存在强度—效应关系,相对高强度的运动可获得确切的生理变化,如肌纤维毛细血管和线粒体密度增加,肌肉氧化酶增加,携氧能力增强,而在低强度的运动训练中无此改变;间断训练方式,对比持久运动方式,不但可同等程度地引起各项生理指标和运动耐力的显著性改善,而且间歇期有利于机体能源物质的恢复和机体内疲劳物质的清除,有利于减轻运动时呼吸困难症状,更适用于运动耐力严重下降的患者。

研究结果显示,A1亚组和B组共39例患者全部坚持完成2周的运动训练,训练中无不良反应发生。运动训练后,①肺通气功能改善。功能指标FEV₁无显著变化,提示运动训练无法逆转中重度COPD患者气道阻塞,这符合COPD不可逆气流受限的特征性病变。其他肺通气指标:FVC、静息MVV和运动VE_{max}较训练前不同程度地改善,考虑由于

患者在中高强度运动下,通气需求增加,促使呼吸加深加快,动用胸腹联合呼吸;同时在运动间歇期辅以胸腹联合缩唇呼吸训练,使呼吸肌再次得到锻炼。②肺换气功能改善。功能指标: $\dot{V}_E/\dot{V}_{CO_2}$ @AT和运动后 $SpO_2\%$ 较训练前不同程度地改善;考虑由于中高强度运动训练下,肺毛细血管开放数目增多,肺血流量增多,肺循环血流速加快;通气和血流的共同改善,使肺弥散功能和氧交换能力增强。③运动能力和摄氧能力增强。表现为 W_{max} 、 $\dot{V}O_{2max}$ 、AT显著提高,运动时间的延长使 HR_{max} 无明显变化, $\dot{V}O_2/HR$ 相应提高。此为肺呼吸功能改善的最终结果,肺通气功能增强,能快速排出更多的二氧化碳,减少酸性产物在体内堆积,减轻疲劳感;肺换气功能改善,使氧交换能力增强,组织氧供增高,尤其是下肢骨骼肌线粒体氧化能力提高,使有氧运动时间延长。研究结果还显示:训练后患者心肺功能改善的程度与术前心肺功能状态具有一定的相关性,肺功能减损更为严重的组B,可能因日常活动量较少,与肺功能减损程度相对轻的A1亚组比较,训练后功能指标获得了更多和更显著的改善。

对肺癌患者术前肺康复效果的评价不同于单纯COPD患者,更侧重于可手术情况和术后心肺并发症情况^[14]。研究结果显示,训练后由于 $\dot{V}_E/\dot{V}_{CO_2}$ 和 $\dot{V}O_{2max}$ 的显著提高,训练前不可手术组B患者有59%接受手术,术后心肺并发症发生率较可手术组A无明显差异。对训练前可手术组A患者,采用随机分组、单盲设计(受训者知情同意,手术医生未知训练情况),分为训练亚组A1和对照亚组A2,两亚组间术前和术中情况均衡,具有可比性。结果显示,与对照亚组A2比较,亚组A1肺切除术后各种心肺并发症发生率均有降低,可能因样本量小,无显著差异,但氧疗、机械通气和术后住院时间均显著缩短,显示了术前训练效果的确切性和持久性。

总之,对低肺功能肺癌患者行肺康复治疗的目的,一方面是使术前肺功能改善,争取手术治疗机会,另一方面是降低肺切除术后心肺并发症风险。虽然近年国内有研究证实以胸部理疗和呼吸肌锻炼为主的围手术期肺康复对肺癌肺切除患者有积极意义^[15],但肺切除术后患者伤口疼痛和身体状况差等因素常限制围手术期肺康复治疗,所以术前肺康复尤

为重要。本研究采用的术前短期中高强度踏功率车运动训练、辅以呼吸肌训练的肺康复方案可个体化地、定量地、安全地、有效地提高低肺功能肺癌患者术前心肺功能适应性,争取手术切除的机会,并有助于术后康复,且易被患者接受,因此具有一定的临床推广应用价值。因本研究着重探讨术前短期肺康复训练对手术耐受性的影响,故未展示此方案对肺癌患者生存质量的影响。

参考文献

- [1] Colice GL, Shafazand S, Griffin JP, et al. Physiologic evaluation of the patient with lung cancer being considered for resectional surgery: ACCP evidenced-based clinical practice guidelines (2nd edition) [J]. Chest, 2007, 132 (supp3): 161.
- [2] 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(2007年修订版)[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2007, 30(1): 8.
- [3] American Thoracic Society, American College of Chest Physicians. ATS/ACCP statement on cardiopulmonary exercise testing[J]. Am Respir Crit Care Med, 2003, 167 (2): 211.
- [4] 郑劲平, 陈荣昌. 肺功能学基础与临床[M]. 广州: 广东科技出版社. 2007. 34—40.
- [5] Ries AL, Bauldoff GS, Carlin BW, et al. Pulmonary Rehabilitation: Joint ACCP/AACVPR Evidence-Based Clinical Practice Guidelines[J]. Chest, 2007, 131(5 Suppl): 4S.
- [6] 张彩虹, 郭洪花, 蔡小霞. 运动训练对稳定期慢性阻塞性肺疾病患者康复影响的研究进展[J]. 中国康复医学杂志, 2012, 27(5): 477.
- [7] 李建华, 张效予, 宋丰贵. 肺康复训练对老年慢性阻塞性肺疾病患者的疗效及其评价[J]. 中国老年学杂志, 2009, 29 (10): 1317.
- [8] Jones LW, Peddle CJ, Eves ND, et al. Effects of presurgical exercise training on cardiorespiratory fitness among patients undergoing thoracic surgery for malignant lung lesion[J]. Cancer, 2007, 110(3): 590.
- [9] Jones LW, Eves ND, Haykowsky M, et al. Exercise intolerance in cancer and the role of exercise therapy to reverse dysfunction[J]. Lancet Oncol, 2009, 10(6): 598.
- [10] Benzo R, Wigle D, Novotny P, et al. Preoperative pulmonary rehabilitation before lung cancer resection: Result from two randomized studies[J]. Lung Cancer, 2011, Article in Press.
- [11] Jones LW, Eves ND, Kraus WE, et al. The lung cancer exercise training study: a randomized trial of aerobic training, resistance training, or both in postsurgical lung cancer patients: rationale and design[J]. BMC Cancer, 2010, 10 (4): 155.
- [12] 张净, 闫汝蕴. COPD患者肺康复运动处方研究进展[J]. 中国康复医学杂志, 2010, 25(12): 1220.
- [13] 梁崎, 焦睿, 江沁, 等. 短期高强度间歇运动训练对青年男性运动耐量的影响[J]. 中国康复医学杂志, 2011, 26(10): 925.
- [14] Shannon VR. Role of pulmonary rehabilitation in the management of patients with lung cancer[J]. Curr Opin Pulm Med, 2010, 16 (4): 334.
- [15] 沈春辉, 车国卫. 肺康复在肺癌围手术期应用现状与进展[J]. 中国康复医学杂志, 2011, 26(7): 686.