

有限资源下创新性吸气肌训练方案对心脏瓣膜疾病患者术后肺部并发症的影响*

罗泽汝心¹ 王渝强² 周亚馨¹ 郭应强² 喻鹏铭^{1,3,4}

摘要

目的:探究有限资源下匹配中国心脏瓣膜疾病患者术前等待时间的强化吸气肌训练方案对预防术后肺部并发症的有效性和可行性。

方法:以择期心脏瓣膜手术患者为研究对象,随机分为对照组和干预组,每组各65例。所有入组患者术前均接受常规物理治疗干预方案,干预组额外增加术前3天的强化吸气肌训练。术后14天内,对所有患者进行术后并发症发生率的记录,在入院和出院当天对所有患者进行呼吸功能和运动能力测试,并统计患者术后住院时长。

结果:治疗前两组患者一般人口学特征无显著性差异。经术前3天强化吸气肌训练后,干预组术后肺部并发症(postoperative pulmonary complications, PPCs)发生率低于对照组($P=0.03$),出院时6min步行距离高于对照组($P=0.01$),而出院时的肺功能与术后住院时间与对照组比较无显著性差异($P>0.05$),训练期间无任何不良事件发生。

结论:术前3天强化吸气肌训练方案在择期心脏瓣膜患者中是安全可行的,能够减少术后肺部并发症的发生和改善患者出院时的运动功能水平。

关键词 吸气肌训练;术后肺部并发症;心脏瓣膜病;预康复;心脏手术

中图分类号:R493,R563.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-1242(2024)-01-0039-06

Effects of an innovative inspiratory muscle training program on postoperative pulmonary complications in patients with valvular heart disease with limited resources/LUO Zeruxin, WANG Yuqiang, ZHOU Yaxin, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2024, 39(1): 39—44

Abstract

Objective: To explore the effectiveness and feasibility of strengthening inspiratory muscle training program matching the preoperative waiting time for patients with valvular heart disease in China with limited resources in preventing postoperative pulmonary complications(PPCs).

Method: Patients undergoing elective heart valve surgery were randomly divided into control group and intervention group, with 65 patients in each group. All the enrolled patients received a routine physical therapy program before surgery, and the intervention group received an additional 3 days of enhanced inspiratory muscle training program before surgery. The incidence of postoperative complications was recorded for all patients within 14 days after surgery, respiratory function and motor capacity (6-minute walking test) were tested for all patients on the day of admission and discharge, and the length of postoperative hospital stay was counted.

Result: Compared with the control group, the incidence of PPCs was lower in the intervention group (OR 2.18, 95%CI 1.07—4.47, $P=0.03$), and the walking distance was longer ($P=0.01$). There was no statistical difference in lung function and length of hospital stay ($P>0.05$), and no adverse events occurred during train-

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2024.01.006

*基金项目:国家重点研发计划项目(2018YFC2002304)

1 四川大学华西医院康复医学中心,四川省成都市,610041; 2 四川大学华西医院心脏大血管外科; 3 四川省康复医学重点实验室; 4 通讯作者

第一作者简介:罗泽汝心,男,硕士研究生,物理治疗师; 收稿日期:2022-01-28

ing. There was no significant difference in general demographic characteristics between the two groups before treatment. The incidence of PPCs in the intervention group was lower than that in the control group ($P < 0.05$), and the 6-minute walking distance at discharge was higher than that in the control group ($P < 0.05$). There were no statistically significant differences in lung function and postoperative hospital stay between the intervention group and the control group ($P > 0.05$), and no adverse events occurred during training.

Conclusion: Enhanced inspiratory muscle training 3 days before surgery is safe and feasible in patients with elective heart valves and can reduce postoperative pulmonary complications and improve the level of motor function at discharge.

Author's address West China Hospital, Sichuan University, Chengdu, 610041

Key word inspiratory muscle training; postoperative pulmonary complications; valvular heart disease; pre-rehabilitation; cardiac surgery

术后肺部并发症(postoperative pulmonary complications, PPCs)是择期心脏手术最常见的并发症^[1],其发生率高达40%以上^[2]。根据PPCs定义,术后阶段的所有呼吸系统异常事件都可以归入PPCs范畴中,主要包括术后发生的肺炎、肺不张、胸腔积液和膈神经损伤等肺部疾病^[3]。PPCs一旦发生,不仅会影响患者的呼吸功能、术后的功能能力与生活质量,而且还会显著增加患者的住院时间、住院花费和死亡率^[4]。

近十年,随着加速康复外科(enhanced recovery after surgery, ERAS)理念的普及和推广,预康复在预防PPCs中的作用越来越受到人们的关注。其中,通过吸气时施加阻力的吸气肌训练(inspiratory muscle training, IMT)在预康复中的价值也得到了广泛深入的研究。Thybo Karanfil EO等^[5]回顾了2018年之前发表的5篇心脏手术的术前IMT随机对照试验,其结果显示在常规干预方式基础上增加术前预防性的IMT是安全可行的,且能降低心脏手术患者术后发生肺炎(OR:0.44, 95% CI:0.23—0.83)和肺不张(OR:0.59, 95% CI:0.35—1.0)的风险。这是由于IMT使呼吸肌结构发生适应性改变,赋予其更高的强度和抗疲劳能力,使患者能够维持更高通气量,同时改善气体交换,从而最大限度地减少PPCs的发生率^[6]。

尽管术前IMT对预防PPCs的疗效已经得到证据支持,但目前依然有许多壁垒阻碍这种干预方案在国内的临床实践中开展。首先,有限和过于集中的医疗资源使得目前为止国内大部分接受心脏瓣膜的手术患者术前准备时间紧张,不能按照国际研究

采用的2—4周的术前IMT训练方案^[7];其次,国内有限的社区物理治疗资源和难以保障的患者依从性也使得术前居家或者社区吸气肌训练计划实现的可行性不高;最后,关于术前IMT的临床研究多集中在对冠状动脉旁路移植术(coronary artery bypass grafting, CABG)的人群中,针对择期心脏瓣膜手术患者的IMT临床研究缺乏。因此,本试验创新性地设计了术前3天的强化IMT训练方案,探索在国内有限资源下通过这种匹配术前等待时间的IMT方案预防择期心脏瓣膜手术患者发生术后肺部并发症的有效性和可行性。

1 资料与方法

1.1 研究设计

本研究是基于四川大学华西医院心脏大血管外科接受择期心脏瓣膜手术患者进行的单中心、随机对照临床研究。本研究经过四川大学华西医院医学伦理委员会批准(批号:20211373),临床试验注册编号为ChiCTR2100054869。

1.2 研究对象

本研究选取2021年4—11月在四川大学华西医院心脏大血管外科接受择期心脏瓣膜手术的患者共140例作为研究对象。共有10例脱落,其中5例拒绝吸气肌训练、2例中途退出试验、1例院内死亡、2例手术临时取消,最终130例患者完成了本试验。

纳入标准:①年龄18—90岁,拟接受心脏外科瓣膜手术者;②纽约心功能分级(New York Heart Association Classification, NYHA)为Ⅰ—Ⅲ级者;③能理解并签署知情同意书者。

排除标准:①患有严重神经、肌肉或精神疾病影响IMT执行者;②术前需要机械循环支持(体外膜肺氧合、主动脉球囊反搏、心室辅助设备)者;③NYHA分级为Ⅳ级者;④凝血功能障碍者;⑤急诊手术者;⑥术前存在肺不张、肺部感染、气胸等严重肺部相关不良事件者。

剔除和脱落试验标准:①患者及家属不配合或要求终止试验者;②病情变化或其他不良事件等导致不能完成手术治疗或二次手术者;③术后患者发生肢体功能障碍无法完成运动试验者。

1.3 随机化

按照1:1比例,采用随机的方法分为对照组及干预组。患者分组时以抽取信封的方式实现分配隐藏,评估和IMT由不同的物理治疗师进行。

1.4 对照和干预

两组患者术前均接受常规物理治疗干预方案,包括入院和术前的康复宣教、呼吸训练和咳嗽指导。呼吸训练的内容包括深呼吸和有效咳嗽指导。

干预组在接受常规物理治疗的基础上,在物理治疗师监督下,在术前3天进行每天2次的术前IMT强化训练。IMT方式采用渐减式流阻负荷训练模式(XEEK® X1,赛客,厦门,闽械注准20172210241)。IMT起始强度为每次训练前测试的最大吸气压力(maximum inspiratory pressure, PI_{max})的30%^[8]。IMT频率为8—12次每组,共3组,组间休息1—2min,每天上下午加强重复训练。IMT进阶根据每次训练时记录患者的Borg评分^[9],评分<5时,强度增加2cmH₂O;评分为6—8时,强度不变;评分为9—10时,强度降低2cmH₂O^[10]。整个训练过程中,监测患者的心率、血氧饱和度和其他重要生命体征,并记录训练安全事件。

1.5 疗效评价

由同一专业物理治疗师对所有患者进行术后14天内的PPCs发生率的评估,并在入院和出院当天进行呼吸功能、运动功能(6min步行测试)评估,并记录每次过程中的安全事件。在出院时记录术后监护室和住院时间。整个试验中进行评估的物理治疗师对患者的治疗方案不知情。

PPCs的标准参照Kroenke K等^[11]的定义进行评估,按事件等级分为1—4级(表1)。有临床意义

表1 术后肺部并发症诊断标准

一级(Grade 1)
a. 咳嗽,口干;
b. 微型肺不张:排除其他原因的异常肺部体征,合并体温>37.5℃但影像学检查无特殊或不明确;
c. 排除其他原因的呼吸困难症状。
二级(Grade 2)
a. 排除其他原因的咳嗽咳痰;
b. 发生支气管痉挛:存在新发或原有的哮鸣造成干预方法改变;
c. 低氧血症:肺泡动脉血氧梯度>29,合并新发呼吸困难或哮鸣;
d. 肺不张:确切的影像学证据合并异常肺部体征或体温>37.5℃;
e. 需要处理的一过性高碳酸血症:如药物干预或需要通气支持;
f. 对肺部用药不良反应。
三级(Grade 3)
a. 需要胸腔穿刺的胸腔积液;
b. 疑似肺炎:影像学证据支持但未经细菌学证实;
c. 确诊肺炎:影像学证据结合细菌学共同支持;
d. 气胸;
e. 术后气管插管机械通气时间少于48h。
四级(Grade 4)
a. 通气衰竭:术后或再插管呼吸机支持时间超过48h。

的PPCs的评定标准为2项或以上的2级标准或1项及以上的3、4级标准。

入院和出院当天对患者进行肺功能与吸气肌肌力测试。肺功能测试包括快通气测试指标:第1秒用力呼气容积(forced expiratory volume in one second, FEV1)、用力肺活量(forced vital capacity, FVC)、最大自主通气量(maximal ventilatory volume, MVV)。吸气肌肌力测试通过最大经口压力的方式测量,测试方法参照2002年美国胸科学会联合欧洲呼吸学会指南^[12]。测试时取坐位,嘱患者尽可能呼气到残气量时做最大吸气努力,要求吸气时间需超过1.5s。物理治疗师在确保患者学会最大吸气努力的情况下记录3次(要求相差小于20%)的测试结果,取其中最大值为该患者 PI_{max} 数值。

入院和出院当天通过6min步行测试对患者进行运动功能测试,测试方法参照2002年美国胸科学会指南^[13]。患者术后的监护室住院时长和术后住院总时长通过医院病历系统查询并记录。训练中的安全事件根据表2进行评估和记录^[14]。

1.6 统计学分析

使用Excel进行数据录入与整理,使用SPSS 25.0进行统计学分析。采用均数、标准差和百分数对数据进行描述性分析。组间比较前对所有结果进行正态分布及方差齐性检验。Pearson χ^2 检验统计两组术后肺部并发症的发生情况。6min步行距离、

表2 吸气肌训练的安全事件判定标准

心血管安全事件	呼吸安全事件	神经系统安全事件	其他安全事件
·心绞痛/胸痛(心电图缺血改变) ·恶性心律失常(血流动力学不稳定) ·面色苍白或紫绀 ·低血压(MAP<60mmHg/SBP<90mmHg持续2min以上) ·高血压(MAP>140mmHg/SBP>180mmHg持续2min以上) ·心动过缓(HR<50bpm且持续2min以上) ·心动过速(HR>140bpm且持续2min以上) ·心脏骤停	·呼吸困难、呼吸窘迫 ·辅助呼吸肌使用/呼吸道喘鸣声/三凹征 ·氧饱和度降低:未吸入氧气时SPO ₂ <85%持续1min以上;吸入氧气时SPO ₂ <90%持续1min以上 ·呼吸频率过快(R>30bpm持续2min以上)	·晕厥发作/意识丧失	·临床医师认为是不良事件但未列出

术后住院时间等计量资料,符合正态分布的两组均值比较用独立样本 *t* 检验,不符合正态分布的用 Mann-Whitney *U* 检验。 $P<0.05$ 被认为具有显著性意义。

2 结果

2.1 两组患者一般资料

治疗前两组患者一般资料比较差异无显著性意义($P>0.05$)(表3)。

2.2 两组患者PPCs发生率比较

根据PPCs的评定标准,对照组中32(49.2%)例患者出现PPCs,干预组中20(30.8%)例患者出现PPCs,干预组PPCs发生率低于对照组,且差异有显著性意义(OR为2.18,95%CI为1.07—4.47, $P=0.03$)(表4)。

2.3 两组患者呼吸功能和运动能力的比较

入院时,干预组的PI_{max}与对照组相比差异无显著性意义(55.58±17.65 vs. 52.92±22.89, $P=0.46$)。出院时,两组患者的PI_{max}与入院时比较均降低,但干预组比对照组的PI_{max}更高且差异有显著性意义(41.71±18.59 vs. 34.65±16.67, $P=0.02$)。两组患者的FEV1%和FVC%在入院及出院时均无显著性差异($P>0.05$)(表5)。

入院时,干预组与对照组6min步行距离相比差异无显著性意义(362.85±100.96 vs. 348.31±99.42, $P=0.41$)。出院时,干预组6min步行距离显著高于对照组且差异有显著性意义(280.89±61.20 vs. 242.58±70.79, $P=0.01$)(表5)。

2.4 住院时长

干预组与对照组的监护室住院时长无显著差异(1.91±1.49 vs 2.15±1.46, $P=0.38$);且干预组与对照

组的术后住院时长也无显著性意义(8.09±3.16 vs 8.72±8.18, $P=0.59$)。

2.5 IMT的安全性与可行性

干预组65例患者参加了IMT术前干预,在物理治疗师监督下总共进行的351次IMT中未出现任何不良事件。

3 讨论

本研究根据目前的临床客观现实,开创性地把

表3 两组研究对象一般情况

项目	干预组(n=65)	对照组(n=65)	<i>P</i> 值
年龄(岁)	66.02±11.70	63.57±11.64	0.23
性别(男性)	54	62	0.74
BMI	23.84±3.59	23.65±3.60	0.75
吸烟情况(%)			0.45
未戒烟	3	3	
已戒烟	23	30	
否	39	32	
手术方式(%)			0.26
开胸手术	18	24	
介入手术	47	41	
NYHA			0.98
I	2	2	
II	20	21	
III	43	42	
并发症			
慢性阻塞性肺疾病	18	24	0.26
糖尿病	5	9	0.26
高血压	28	26	0.72
肺功能			
FVC(ml)	2275±680.20	2437±760.15	0.20
FVC%(预测值)	76.18±17.00	80.87±19.59	0.15
FEV1(ml)	1773.29±530.3	1825.92±735.1	0.64
FEV1%(预测值)	78.69±21.19	78.86±24.08	0.97
MVV(L/min)	55.71±20.91	57.89±27.27	0.51
PI _{max} (cm)	55.58±17.65	52.92±22.89	0.46
EuroSCORE II	5.25±3.65	5.62±3.71	0.96
6min步行试验距离(m)	362.85±100.96	348.31±99.42	0.41

表4 两组术后肺部并发症比较

项目	对照组 (n=65)	干预组 (n=65)	P值	OR(95% CI)
PPCs分级				
Grade 1	18	12	0.21	1.69(0.74—3.88)
Grade 2	21	35	0.01	0.41(0.20—0.83)
Grade 3	8	6	0.57	1.38(0.45—4.23)
Grade 4	18	12	0.21	1.69(0.74—3.88)
PPCs	32	20	0.03	2.18(1.07—4.47)

注:PPCs:术后肺部并发症。

表5 两组术后呼吸功能和运动能力比较

指标	对照组	干预组	P值
PI _{max}	41.71±18.59	34.65±16.67	0.02
FEV ₁ %预计值	62.07±18.24	60.77±2.97	0.73
FVC%预计值	58.95±14.59	59.00±19.55	0.99
6MWT	280.89±61.20	242.58±70.79	0.01

注:①PI_{max}:最大吸气压力;②6MWT:6min步行试验。

术前IMT方案压缩为3天每天2次的强化训练方案,探索了其在安全和可行的基础上对择期心脏瓣膜手术患者的临床效果。同时,本试验也是首次单独纳入心脏瓣膜疾病患者进行术前IMT的随机对照试验,扩展了术前IMT在心脏手术患者中的临床应用。

本试验的结果初步证实了,在安全和可行的条件下,基于有限资源的术前IMT强化方案能有效减少择期心脏瓣膜手术患者PPCs的发生风险。干预组中的65例患者一共进行了351次IMT,参照安全事件的标准没有患者发生安全风险事件。目前,大部分研究对于术前IMT训练起始强度都推荐为30%—50% PI_{max}^[15]。我们在试验中采取了30% PI_{max}为初始强度,结果发现大部分患者术前能够耐受这种强度,并未出现任何安全事件。

关于术前IMT强化方案与择期心脏瓣膜手术患者PPCs的关系,本研究结果显示两组PPCs的发生率分别为49.2%和30.8%。相比于对照组,干预组PPCs的发生风险减低了18.4%。2006年,Hulzebos EH等^[8]在JAMA上首次报道了对冠状动脉旁路移植术前患者进行2周强化IMT的研究。随后Carvalho T等^[16]的研究进一步证实了术前2周的吸气肌干预对心脏手术患者术后肺炎的价值。国内学者Chen X等^[17]把术前IMT的计划缩短到术前5天,结果依然显示对于CABG患者术前IMT能减少患者术后PPCs的发生风险。本试验借鉴了术前IMT的

干预方式,运用了相同的PPCs评价标准,并在之前基础上进一步减少了术前IMT的干预时间(术前3天),使其更匹配择期心脏手术患者院内术前等待的时间。同时,为了弥补训练时间减少可能带来的效果降低,本试验增加了干预频率(每天2次),结果显示这种高频率的训练并未增加患者的疲劳和安全风险,同时达到了与先前研究一致的PPCs干预的效果。

为了进一步探究术前IMT对患者术后呼吸功能和运动功能的影响,我们在出院时测试了两组患者的呼吸肌肌力和6min步行距离。结果发现,在出院时干预组的PI_{max}和6min步行距离均高于对照组。心脏术后患者呼吸肌功能降低可能造成肺活量和潮气量降低,而足够的吸气肌力被认为是对于术后肺不张的保护因素,对提高患者排痰能力有积极意义^[18]。本结果显示,术前IMT能增加患者术后PI_{max},术后PI_{max}最大程度地保留可能是降低PPCs发生的重要原因。此外,外科术后患者出院时的运动能力也是患者出院后死亡率和生活质量的重要预后指标。6min步行试验不仅是接受测试心脏康复患者功能能力评估的可靠有效的测量方法^[19],也被认为是心脏手术患者常用、廉价且安全的运动能力评估测试^[20]。本试验首次报道了术前IMT对于择期心脏瓣膜术后患者术后运动能力的短期影响,其结果显示出院时干预组的6min步行试验距离显著高于对照组,且有最小临床重要差异^[18]。此前,仅在Savci S等^[21]发表的关于GABG患者围手术期IMT试验中报道了干预组6min步行距离有显著提高。而Stein R等^[22]在关于CABG患者围手术期物理治疗效果的研究中证实吸气肌肌力与患者功能能力有显著相关性。提示两组运动能力的差异可能与呼吸肌功能有关。当然,具体机制需要进一步研究。

外科术后监护室及住院时间不仅反映患者术后的身体恢复以及预后情况,还与医疗卫生经济学密切相关。本研究比较了两组患者术后停留监护室和住院的时间,虽然干预组的术后住院时间比对照组缩短了0.7天,但两组数据依然没有显示出显著性差异。实际上,对于心脏手术患者术前物理治疗干预对患者出院时长的效果目前存在争议。Snowdon D等^[23]的系统回顾研究中纳入了17项关于以IMT和

运动训练为主的预康复计划的临床试验,结果显示这些措施并没有减少监护室时间和术后住院天数。而 Hulzebos EH 等^[8]和 Chen X 等^[17]发表的关于 CABG 患者的研究中证实,术前 IMT 能够减少约 2 天的术后住院时间。实际上,虽然 PPCs 的发生率下降是影响外科术后患者监护室时间和术后住院时间的重要因素,但这些指标也可能受到除呼吸系统问题以外的其他因素影响。比如部分心脏瓣膜术后会发生心脏相关的并发症,如房颤、三度房室传导阻滞等术后并发症,这些都是增加患者术后住院时间的重要影响因素^[24]。此外,年龄可能是影响该结果的重要因素,而且术前预康复的效果可能在老年人中更大^[25]。除此之外,在本试验中纳入的手术中,60% 以上都是瓣膜介入手术,对于这类手术而言患者接受机械通气的时间和在监护室时间相对传统的开胸手术也明显缩短,这使得入组患者的监护室时长显著减少。综上,我们认为以 IMT 为主要内容的预康复计划与心脏外科患者监护室及术后住院时间的关系在心脏瓣膜手术患者,尤其是接受介入手术的患者中目前还不明确,仍需进一步探讨。

4 结论

本研究创新性地提出了短期(3天)高频率(每天2次)的强化性术前 IMT 方案,这是匹配中国国情下择期瓣膜心脏手术术前等待有限时间内可行、安全和有效的 IMT 预防 PPCs 的优化干预方案。该创新性方案的优势在于初步探索了在目前国内有限术前等待时间和缺乏社区支持的术前康复资源中实现预康复干预的切实可行的临床路径。此外,本研究还为以术前 IMT 为主要内容的预康复干预计划在择期心脏瓣膜手术预防 PPCs 中的应用提供了证据支持。当然,本研究也存在一些局限,比如对于干预效果的评价时间仅在出院早期而缺乏对患者出院后的远期观察;所有受试者均来自同一医疗中心,因此存在一些不可避免的局限性。另外,在进一步研究中,本试验还会增加术前 2—4 周术前 IMT 方案与强化 IMT 方案对比,进一步增加意义和说服力。医疗成本经济学分析也是临床决策的重要参照,这些都是今后研究中需要继续探索的问题。

参考文献

- [1] Apostolakis E, Filos KS, Koletsis E, et al. Lung dysfunction following cardiopulmonary bypass[J]. J Card Surg, 2010, 25(1):47—55.
- [2] Strosing KM, Faller S, Gyllenram V, et al. Inhaled anesthetics exert different protective properties in a mouse model of ventilator-induced lung injury[J]. Anesth Analg, 2016, 123(1):143—151.
- [3] Tanner TG, Colvin MO. Pulmonary complications of cardiac surgery[J]. Lung, 2020, 198(6): 889—896.
- [4] Canet J, Mazo V. Postoperative pulmonary complications[J]. Minerva Anesthesiol, 2010, 76(2): 138.
- [5] Thybo Karanfil EO, Møller AM. Preoperative inspiratory muscle training prevents pulmonary complications after cardiac surgery: a systematic review[J]. Dan Med J, 2018, 65(3): A5450.
- [6] Ribeiro JP, Chiappa GR, Neder JA, et al. Respiratory muscle function and exercise intolerance in heart failure[J]. Curr. Heart Failure Rep, 2009, 6(2):95—101.
- [7] Ge X, Wang W, Hou L, et al. Inspiratory muscle training is associated with decreased postoperative pulmonary complications: evidence from randomized trials[J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2018, 156(3):1290—1300.e5.
- [8] Hulzebos EH, Helders PJ, Favié NJ, et al. Preoperative intensive inspiratory muscle training to prevent postoperative pulmonary complications in high-risk patients undergoing CABG surgery: a randomized clinical trial[J]. JAMA, 2006, 296(15):1851—1857.
- [9] Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion[J]. Med Sci Sports Exerc, 1982, 14(5):377—381.
- [10] Dronkers J, Veldman A, Hoberg E, et al. Prevention of pulmonary complications after upper abdominal surgery by preoperative intensive inspiratory muscle training: a randomized controlled pilot study[J]. Clin Rehabil, 2008, 22(2): 134—142.
- [11] Kroenke K, Lawrence VA, Theroux JF, et al. Operative risk in patients with severe obstructive pulmonary disease [J]. Arch Intern Med, 1992, 152(5):967—971.
- [12] American Thoracic Society/European Respiratory Society. ATS/ERS statement on respiratory muscle testing[J]. Am J Respir Crit Care Med, 2002, 166(4):518—624.
- [13] ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test[J]. Am J Respir Crit Care Med, 2002, 166(1):111—117.
- [14] Pack QR, Dudycha KJ, Roschen KP, et al. Safety of ear-

(下转第 69 页)