·临床研究。

心房颤动对微创二尖瓣术后患者静态肺功能及运动耐量的影响

王亚飞1 郭 兰2 张晓慎2 张国林2 刘 智2 王于领3 梁 崎1,4

摘要

目的:探究房颤对微创二尖瓣术后患者的静态肺功能及运动耐量水平的影响。

方法:微创二尖瓣术后患者30例,按有无房颤分为两组,各15例,两组间基本情况保持均衡。所有患者在2013年1月1日至2014年9月30日期间进行静态肺功能及症状限制的极量心肺运动测试。肺功能由用力肺活量、第一秒用力呼气量、两者实测值分别占预计值的百分比,及1秒率表示;运动耐量用峰值时公斤摄氧量(peak VO₂/kg),表示,通气效率用无氧阈时二氧化碳通气当量(VE/VCO₂@AT)表示。

结果:房颤组表现为轻度限制性肺通气障碍,而窦律组平均肺通气功能正常;房颤组运动耐量水平显著低于窦律组,两组 peak VO_2 /kg 分别为 17.34±2.82 ml·kg⁻¹·min⁻¹、20.35±4.13 ml·kg⁻¹·min⁻¹(P=0.03);两组间 VE/VCO_2 @AT 也有显著性差异(34.48±4.16 vs 29.80±4.51, P<0.01)。

结论:二尖瓣术后合并房颤的患者,其肺容积及运动耐量明显低于窦律的患者,运动耐量下降的主要机制为心排血量减少。

关键词 二尖瓣手术;运动耐量;肺功能;房颤

中图分类号:R493,R541,R655 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2016)-04-0405-06

Effects of atrial fibrillation on static pulmonary function and exercise endurance in minimally invasive mitral valve surgery patients/WANG Yafei, GUO Lan,ZHANG Xiaoshen, et al.//Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2016, 31(4): 405—410

Abstract

Objective: To explore the effects of atrial fibrillation (Af) on static pulmonary function and exercise endurance in post minimally invasive mitral valve surgery (MIMVS) patients.

Method: Fifteen post-MIMVS patients with Af (Af group) were matched to fifteen post-MIMVS subjects with sinus rhythm (SR group) according to general information. All subjects underwent static pulmonary function test and symptom-limited cardiopulmonary exercise testing from Jan 1st, 2014 to Sept 30th, 2014. Variables, forced vital capacity, forced expiration volume in 1 second and percentages of their predicted values, FEV1/FVC ratio, peak oxygen uptake per kilogram (peak VO₂/kg), ventilation to carbon dioxide ratio at anaerobic threshold (VE/VCO₂ @AT) were obtained.

Result: Pulmonary function in Af group was lower than that in SR group, but this difference was not significant. Exercise endurance, as measured by peak VO₂/kg (17.34 \pm 2.82 ml·kg⁻¹·min⁻¹ vs 20.35 \pm 4.13 ml·kg⁻¹·min⁻¹, P=0.03), was significantly lower in Af group. Additionally, there was a significant difference of ventilation efficiency, indicated by VE/VCO₂@AT (34.48 \pm 4.16 vs 29.80 \pm 4.51, P<0.01), between these two groups.

Conclusion: MIMVS patients with Af have significantly impaired lung volume and exercise endurance. The

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2016.04.006

作者简介: 王亚飞,女,硕士研究生; 收稿日期:2015-01-26

¹ 中山大学附属第一医院康复医学科,广州,510080; 2 广东省人民医院,广东省心血管病研究所; 3 中山大学附属第六医院康复医学科; 4 通讯作者

mechanism of reduced exercise endurance among Af patients is the declined cardiac output.

Author's address Dept. of Rehabilitation Medicine, the First Affiliated Hospital, Sun Yat-sen University, Guang-zhou, 510080

Key word mitral valve surgery; exercise endurance; pulmonary function; atrial fibrillation

微创二尖瓣手术可在小创伤的情况下进行二尖瓣异常结构的纠正,使得手术创伤对患者的影响减少^[1],但是仍有许多患者术后症状改善不明显,伴有容易气促、疲劳及运动能力降低的问题^[2]。可能的原因包括:术前的低体力活动水平对患者体能的影响仍未得到纠正;术后患者过分保护,限制运动量导致运动耐量得不到恢复等^[3—4]。二尖瓣术后仍未得到纠正的房颤是否也是影响运动耐量的因素?由于二尖瓣病变的患者合并房颤的发生率较高,即使在术后仍有40%—60%的患者合并房颤^[5—7]。房颤心律可能导致心室充盈不足从而影响运动中的心输出量^[8],但是否影响运动耐量,目前的研究较少提及。

本研究旨在对二尖瓣术后合并房颤的患者与二 尖瓣术后维持窦性心律的患者进行静态肺功能及运 动中的心肺功能的比较,以客观评估房颤对二尖瓣 术后患者功能水平的影响,为临床应用提供证据。

1 对象与方法

1.1 研究对象

本研究为横断面研究,连续纳入2013年1月1日至2014年9月30日于广东省心血管病研究所心外科进行二尖瓣微创手术的患者,所选患者的居住地为广州及其周边城市,纽约心功能分级(NYHA)在 I 级到 III 级之间。排除标准包括:严重贫血(血红蛋白浓度<70g/L),合并未有效控制的冠心病、糖尿病,合并严重的中枢神经系统、呼吸系统、骨骼肌肉系统和肝肾消化系统疾病,认知障碍者,孕妇/哺乳期妇女。本研究得到广东省人民医院伦理委员会的批准,所有患者均签署知情同意书。

本研究房颤组共入选心房颤动的微创二尖瓣术后患者15例(男性8例,女性7例),窦律组共入选窦性心律的微创二尖瓣术后患者15例(男性8例,女性7例),其中房颤组中3例有吸烟史,2例关节炎病史,1例冠心病,1例腰椎间盘突出,1例单纯性肾囊肿;窦律组中5例有吸烟史,4例高血压,1例冠心病,1例高血脂,1例甲状腺功能低下,1例肝硬化。两组

患者一般资料见表1,两组间年龄、性别、身高、体重、体质指数、术后天数无显著性差异。

1.2 方法

一般临床资料收集:采集临床资料包括年龄、性别、疾病诊断、合并疾病(包括三尖瓣疾病、高血压等)及吸烟史;测量身高、体重,计算体质指数,公式为体质指数=体质量(kg)/身高(m²);记录手术日期、手术类别、手术方式、用药情况(包括β受体阻滞剂、洋地黄类药物、利尿药、抗凝药物等)。

静态肺通气功能评定:设备采用意大利 COSMED公司K4b2肺量计系统。受试者着宽松上

表1	两组患者一般			$(\bar{x}\pm s)$
 临床资料	房颤组	窦律组	χ²值/	
/T: #Y (H4)	(n=15)	(n=15)	t值	0.25
年龄(岁)	56.27±9.21	52.93±9.82	0.96	0.35
男性[例(%)]	8(53.33%)	8(53.33%)	0	1
身高(cm)	164.40±7.50	163.33±7.82	0.38	0.71
体重(kg)	59.47±9.06	60.80±9.64	-0.390	0.70
$BMI(kg/m^2)$	21.94±2.42	22.71±2.83	-0.80	0.43
术后天数(d)	138.87±132.74	187.73±165.83	-0.89	0.38
药物				
抗凝药物	14(93.33%)	11(73.33%)	2.09	0.33
β受体阻滞剂	7(46.67%)	5(33.33%)	0.56	0.46
洋地黄类药物	6(40%)	4(26.67%)	0.58	0.70
利尿药	4(26.67%)	3(20%)	0.18	1
钙离子拮抗剂	0	1(6.67%)	1.0	1
胺腆酮	1(6.67%)	1(6.67%)	0	1
诊断				
风湿性心脏病	12	6	4.83	0.06
感染性心内膜炎	0	1	1	1
二尖瓣脱垂	3	8	3.47	0.13
手术				
MVR	0	6	7.25	0.02
MVR+TVP	10	4	4.66	0.07
MVR+TVP+LATH清	3	0	3.22	0.07
除	3	U	3.22	0.22
MVR+TVP+LATH清	1	0	1	1
除+左心耳缝闭	-	Ů	•	•
MVR+TVP+mini-	0	1	1	1
maze+LATH清除			-	-
MVR+TVP+PFO缝闭	0	1	1	1
MVP	0	1	1	1
MVP+TVP	1	2	0.36	1

注:BMI:体质指数;MVR:二尖瓣置换术;MVP:二尖瓣成形术; LATH:左房血栓;mini-maze:迷宫消融手术;PFO:卵圆孔未闭; TVP:三尖瓣成形术 衣,采用坐位,测试前先休息片刻,测试者向受试者解释操作流程并演示,之后给受试者上鼻夹,口含咬口器连接传感器,平静呼吸4—6个呼吸周期,待呼吸平稳后开始测定。嘱患者进行最大吸气至肺总量,以最大的努力、最快的速度作呼气;重复进行3—5次,取质控及成绩最佳的一次。以此测定用力肺活量(FVC)、第1秒用力呼气容积(FEV1)及其绝对值占预计值的百分数(FVC%,FEV1%)、1秒率(FEV1/FVC)。静态肺功能的预测值采用ERS-93的公式进行预测^[9]。

心肺运动试验:设备采用意大利COSMED公司 K4b2运动心肺系统。所有患者在功率自行车上进行症状限制最大递增运动试验。运动方案为Ramp 方案,每分钟递增负荷根据患者的身高、体重、年龄预测值及患者的日常活动情况进行制定[10],保证患者进行负荷运动的时间为6—10min;试验方案静息期3min,预热期3min,负荷运动6—10min,及恢复期6min。

测试前记录受试者出生年月日、身高、体重、临 床诊断及相关用药,测量基础血压、心率,告知受试 者运动试验可能的风险,并签署心肺运动试验知情 同意书:嘱受试者换上运动试验专用上衣,测试者为 受试者清洁皮肤贴电极,并连接上12导联心电图 (下肢导联贴在腋后线与髂后上棘交点处,以减少下 肢运动时产生的干扰),佩戴面罩和遥测式心肺运动 仪主机,将功率自行车调整到患者的股骨大转子高 度(以受试者舒适为宜),受试者于功率自行车上休 息3min之后根据预设方案(预热3min,之后按照 Ramp方案进行功率递增)进行心肺运动测试;测试 终止指标依据美国胸科协会/美国胸科医师协会,美 国心脏协会心肺运动试验指南[11-12]。包括:①急性 心肌梗死或怀疑心肌梗死;②中-重度心绞痛发作; ③收缩压≥250mmHg或舒张压≥115mmHg或收缩 压较负荷前下降≥10mmHg;④严重心律失常;⑤末 梢循环不良,面色苍白,皮肤湿冷;⑥严重的呼吸困 难或出现喘鸣音;⑦中枢神经系统症状如眩晕、视觉 障碍、共济失调、感觉异常、意识障碍;⑧严重疲劳、 气促。每位患者测试前,测试者将心肺运动测试仪 进行流量、空气、标准气定标,并打印定标报告。

运动结束后,根据 Wasserman 推荐的以 V-slope

方法为主,结合通气当量法同时确定无氧阈(anaerobic threshold, AT),之后读取峰值摄氧量 Peak VO₂ (ml/min)、无氧阈时摄氧量(VO₂@AT)、峰值时氧脉搏(peak VO₂/HR)(ml/beat)、无氧阈时氧脉搏(VO₂/HR@AT)、无氧阈时氧气通气当量(VE/VO₂@AT)、无氧阈时二氧化碳通气当量(VE/VCO₂@AT)、峰值时呼吸储备(peak breath reserve, peak BR)(%)、AT时呼吸储备(BR@AT),根据体重计算得到peak VO₂/kg (ml·min⁻¹·kg⁻¹)和 VO₂/kg @AT(ml·min⁻¹·kg⁻¹)。记录运动持续时间,静息心率(房颤患者记录心室率),无氧阈时、运动峰值时的心率,静息血压和运动峰值时的血压。

1.3 统计学分析

所有数据均采用 SPSS 17.0 软件进行分析。描述性统计分析患者一般情况,患者一般资料及肺功能指标、心肺运动测试指标服从正态分布的计量资料用均数和标准差表示,二项式分类资料采用率表示。服从正态分布的计量资料两组间比较采用两独立样本的 t 检验进行,二项式分类资料两组间比较采用四格表 x² 检验。以 P<0.05 为差异有显著性意义。

2 结果

2.1 静态肺通气功能

两组患者中肺通气功能诊断正常的例数分别为 窦律组8例,房颤组4例;诊断为限制性肺功能障碍 的分别为窦律组5例,房颤组9例;诊断为混合性肺 通气功能障碍的分别为窦律组2例,房颤组2例;两 组均无诊断为阻塞性肺通气功能障碍的病例。

比较两组间静态肺通气功能各参数,发现两组间各参数无显著性差异。但是与窦律组相比,房颤组患者FVC、FEV1、FVC%、FEV1%都比窦律组患者的低,表现为轻度的限制性肺通气功能障碍(FVC%<80%, FEV1%<80%),而窦律组患者平均肺通气功能水平表现正常;FEV1/FVC两组间无明显差异。见图1(A和B)。

2.2 运动中的心肺功能

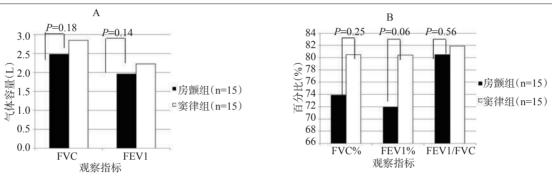
两组患者均顺利完成心肺运动测试,无严重心血管事件发生,终止原因主要为双下肢疲劳(共21例,房颤组8例,窦律组13例)及气促(共5例,房颤

组4例,窦律组1例),另外还包括运动诱发胸闷(窦律组1例)、胸痛(房颤组1例),心律失常(房颤组2例)。所有患者中仅窦律组中一位患者运动未达无氧阈,其余患者均达到无氧阈。运动过程中,两组患者心肺功能各参数的情况见表2。

采用两独立样本的t检验比较后,两组患者在无氧阈时的心率(HR@AT)、氧脉搏(VO $_2$ HR@AT)、氧气通气当量(VE/VO $_2$ @AT)及二氧化碳

通气当量(VE/VCO₂@AT)差异有显著性意义,在运动高峰期时两组患者的摄氧量(peak VO₂)、峰值摄氧量占预计值的百分比(VO₂%)、公斤摄氧量(peak VO₂/kg)、呼吸储备(peak BR)、心率(peak HR)、实测心率占预计值的百分比(HR%)、氧脉搏(VO₂/HR)、氧脉搏实测值占预计值的百分比(VO₂/HR%)、氧气通气当量(VE/VO₂)、每分钟通气量占预计值百分比(VE%)差异有显著性意义。

图1 静态肺通气功能比较结果



FVC:用力肺活量;FEV1:第1秒用力呼气容积;FEV1/FVC:1秒率;FVC%:FVC实测值占预计值的百分比;FEV1%:FEV1实测值占预计值的百分比

表 2 两组患者在运动中心肺运动各参数情况

 $(x\pm s)$

	休息期			无氧阈		峰值			
	窦律组(n=15)	房颤组(n=15)	P	窦律组(n=14)	房颤组(n=15)	P	窦律组(n=15)	房颤组(n=15)	P
负荷(W)	0	0	/	54.07±19.16	46.73±13.04	0.24	92.07±35.51	81.53±23.36	0.35
摄氧量(ml/min)	274.10±91.51	265.88±32.26	0.75	883.25±244.99	757.54±129.80	0.10	1245.66±354.15	1016.62±204.11	0.04^{\odot}
公斤摄氧量(ml/min/kg)	4.47±1.19	4.58±0.71	0.75	14.36 ± 2.83	12.99±2.10	0.15	20.35±4.13	17.34±2.82	0.03^{\odot}
CO2排出量(ml/min)	234.67±79.73	243.37±41.41	0.71	716.28±267.13	686.13±125.47	0.70	1367.43±429.05	1184.99±297.58	0.19
代谢当量(METs)	1.29±0.35	1.31±0.20	0.81	4.10 ± 0.81	3.71 ± 0.60	0.15	5.73±1.16	5.04 ± 0.78	0.07
呼吸交换率	0.85 ± 0.04	0.91 ± 0.09	$0.04^{\tiny \scriptsize{\textcircled{\tiny 1}}}$	0.88 ± 0.07	0.91 ± 0.06	0.29	1.09 ± 0.12	1.16 ± 0.13	0.15
分钟通气量(l/min)	9.30±2.69	10.13±1.85	0.33	22.90±4.83	23.92±5.18	0.59	42.37±13.87	42.94±9.92	0.90
呼吸储备(%)	/	/	/	/	/	/	51.00±8.63	42.33±8.12	< 0.012
潮气量(1)	0.50 ± 0.15	0.56 ± 0.13	0.21	1.06 ± 0.31	1.02 ± 0.22	0.70	1.37±0.44	1.46 ± 0.32	0.53
呼吸频率(次/min)	19.10±3.18	18.41±2.69	0.53	22.51±3.94	22.91±3.42	0.77	31.55±5.27	29.42±3.46	0.20
心率(次/分)	81.80±13.20	92.20±22.30	0.13	102.00±10.36	126.80±29.76	< 0.012	129.73±18.93	160.20±24.72	< 0.012
氧脉搏(ml/beat)	3.93 ± 2.41	3.00 ± 0.59	0.17	8.77 ± 2.77	6.17±1.34	< 0.012	9.47±3.09	6.63 ± 1.73	< 0.012
潮气末CO2分压(mmHg)	32.52 ± 3.74	31.19 ± 2.46	0.26	40.03±3.63	35.45 ± 3.72	$0.02^{\scriptsize{\textcircled{\tiny }}}$	37.79±5.67	33.87±3.87	0.04^{\odot}
潮气末O₂分压(mmHg)	111.83±4.92	113.78±2.98	0.20	104.27±5.49	109.39±4.25	0.09	112.92±6.08	117.26±3.81	0.03^{\odot}
O ₂ 通气当量	33.24 ± 8.31	37.32 ± 6.05	0.14	26.07±3.85	31.21±3.98	< 0.012	32.76±9.05	41.32±6.91	< 0.012
CO ₂ 通气当量	38.86 ± 9.41	40.89 ± 5.57	0.48	29.80 ± 4.51	34.48 ± 4.16	< 0.012	32.43±7.01	36.31±4.94	0.09
$\mathrm{VO}_2\%$	/	/	/	48.64±10.43	46.20±7.63	0.48	70.47±14.58	60.60±6.12	$0.02^{\tiny\textcircled{\tiny\dag}}$
HR%	/	/	/	/	/	/	77.40±8.72	97.80±14.17	< 0.012
VO ₂ /HR%	/	/	/	/	/	/	88.40±23.04	63.87±12.77	< 0.012
VE%	/	/	/	/	/	/	51.60±8.18	59.93±10.62	$0.02^{\tiny\textcircled{\tiny\dag}}$
收缩压(mmHg)	129.33±21.42	125.00±16.98	0.54	/	/	/	165.87±29.70	159.00±20.13	0.48
舒张压(mmHg)	84.00±16.61	82.07±11.30	0.71	/	/	/	100.53±23.98	97.14±26.67	0.72

 VO_2 %:摄氧量占预计值的百分比;HR%:心率占预计值的百分比; VO_2 /HR%:氧脉占预计值的百分比;VE%:每分钟通气量占预计值的百分比; ①P<0.05;②P<0.01

3 讨论

为尽量减少手术对患者功能水平的影响,本研究对象均为微创二尖瓣手术后患者。研究结果表明,房颤组患者平均肺功能水平属于轻度限制性肺通气功能障碍,窦律组患者肺通气功能平均水平基本正常;房颤组患者运动耐量及运动中通气效率比窦律组都低。

3.1 两组患者静态肺通气功能的比较

本研究中房颤组患者 FVC、FEV1 实测值及实测值占预计值百分比都比窦律组低,虽然差异无显著性意义,但是已大致可以反映房颤组患者存在轻度的限制性肺通气功能障碍的趋势。Ariansen和Edvardsen等[13]的研究结果与本研究结果一致,其研究中显示,房颤患者比窦性心律患者肺容积减少,更多比例的患者肺功能低于正常水平,并且独立于吸烟、肥胖、心衰病史等因素。本研究房颤组患者FEV1/FVC比值与窦律组基本相似,说明房颤患者基本不存在阻塞性肺通气功能障碍,这一结论与先前的研究结果相同[13—14]。

房颤合并的肺容积下降的机制可能为房颤相 关心脏增大、肺动脉压增高、肺静脉压增高、肺顺 应性下降、血管炎性反应、右室平均压升高、肺动 脉楔压增加或并存的气道疾病相关,目前关于肺 功能下降机制的研究较少,未来需要更多这方面 的研究[13,15—18]。

3.2 两组患者运动心肺功能的比较

峰值摄氧量(Peak VO₂)近似于最大摄氧量(VO₂max),是评估运动耐量的金标准[II-12]。健康人峰值VO₂可达休息时的5—15倍,峰值VO₂占预测值百分比大于84%^[12]。而在本研究中,房颤组患者peak VO₂仅为休息时的3.82倍,VO₂%为60.60%±6.12%;窦律组Peak VO₂为休息时的4.54倍,VO₂%为70.47%±14.58%;两组患者运动耐量都未达到健康人水平,而且房颤组患者的Peak VO₂、Peak VO₂/kg、VO₂%下降更明显。这一结果与先前的多个研究结果相一致^[19—22]。根据Fick原理,摄氧量=心排量×动静脉氧含量差,而在接近最大运动强度时动静脉氧含量差几乎保持不变,所以摄氧量的增加主要受心排量的影响^[10,23]。房颤患者因为心房快速颤动,心室充盈时间缩短,心脏每搏输出量降低^[24],在

运动过程中心排量的增加主要靠HR的快速增加来达到,所以房颤患者在无氧阈及运动高峰期时的HR明显高于窦律的患者。有研究者提出,VO₂/HR可间接反映心脏每搏输出量的水平^[10,12,23],本研究中房颤患者在无氧阈时及运动高峰期时 VO₂/HR都明显低于窦律组,为房颤患者比窦律患者心脏每搏输出量下降这一观点提供了证据。Vanhees和Schepers等^[22]的研究中指出运动高峰期房颤患者的心排出量比非房颤者低10%或以上。

VE/VCO2 slope及VE/VCO2最小值是最常用于 反映通气效率的指标,有研究表明VE/VCO2最小值 对预测心衰患者的预后价值优于 VE/VCO。slope. 而且 VE/VCO2最小值与 VE/VCO2@AT 具有很强的 相关性, VE/VCO2@AT取值比VE/VCO2最小值方 便,所以本研究选用VE/VCO2@AT作为反映运动过 程中通气效率的观察指标[25]。本研究发现,房颤组 患者VE/VCO2@AT明显高于窦律组,反映了房颤组 患者在运动过程中通气效率比窦律组低。以往关于 房颤患者运动过程中通气效率降低的研究较少,但 有大量的研究阐述了心衰患者通气效率降低的原 因,而房颤患者与心衰患者有一个共同特点是心脏 功能下降,心排血量下降。心排血量下降,影响到肺 部血管灌注不足,运动过程中通气灌注比失调,导致 死腔与潮气量比值升高,气体交换效率下降,通气量 增加;其此,房颤患者运动耐量下降,较早就出现代 谢性酸中毒,并伴有动脉二氧化碳分压降低,导致通 气量增加;所以房颤组患者分钟通气量明显增加, VE/VCO₂@AT 高于窦律组^[26]。

低肺容积是否影响房颤患者运动过程中的通气表现?本研究根据运动高峰期两组患者的呼吸储备情况可推断低肺容积并不是房颤患者运动功能受限的主要原因。此研究结果与Pellegrino等^[9]的研究发现一致。

综上,房颤患者的运动耐量显著低于窦律组,而运动耐量跟患者的生存质量息息相关,提高房颤患者的运动耐量水平显得非常重要。先前的研究表明,心脏瓣膜手术合并房颤消融手术可显著提高术后患者的运动耐量水平^[27],但由于手术风险大,手术技术要求高,在国内未常规展开,国内还需要更多关于这方面的研究^[28—29];另有研究显示,对房颤患者进

行中等强度的运动训练可以显著改善患者的运动耐量和生存质量,而且不增加患者发生不良事件的风险,这对改善房颤患者的运动耐量都是有利的[22,30]。

4 结论

房颤患者合并有低肺容积,运动耐量下降,运动过程中通气效率下降的特点,运动耐量下降的机制主要为房颤导致的心排血量减少,但肺功能下降的机制尚不明确,需要进一步的研究证实。二尖瓣术后房颤患者的康复治疗方案应注重患者肺功能及运动耐量的提高。

参考文献

- [1] Falk V, Cheng DC, Martin J, et al. Minimally invasive versus open mitral valve surgery: a consensus statement of the international society of minimally invasive coronary surgery (ISMICS) 2010[J]. Innovations (Phila),2011,6(2):66—76.
- [2] Lee SP, Kim YJ, Lee JM, et al. Association of heart rhythm with exercise capacity after operation for chronic mitral regurgitation[J]. Ann Thorac Surg,2012,93(6):1888—1895.
- [3] Togna DJ, Abizaid AA, Meneghelo RS, et al. Effect of mitral valve repair on cardiopulmonary exercise testing variables in patients with chronic mitral regurgitation[J]. Arq Bras Cardiol,2013,100(4):368—375.
- [4] Le Tourneau T, de Groote P, Millaire A, et al. Effect of mitral valve surgery on exercise capacity, ventricular ejection fraction and neurohormonal activation in patients with severe mitral regurgitation[J]. J Am Coll Cardiol,2000,36(7): 2263—2269.
- [5] Eguchi K, Ohtaki E, Matsumura T, et al. Pre-operative atrial fibrillation as the key determinant of outcome of mitral valve repair for degenerative mitral regurgitation[J]. Eur Heart J,2005,26(18):1866—1872.
- [6] Raanani E, Albage A, David TE, et al. The efficacy of the Cox/maze procedure combined with mitral valve surgery: a matched control study[J]. Eur J Cardio-Thorac,2001,19(4): 438—442.
- [7] Yaghoubi A, Rostamzadeh M, Pezeshkian M, et al. Evaluation of early and intermediate outcomes of cryo-mazeprocedure for atrial fibrillation[J]. J Cardiovasc Thorac Res,2013,5 (2):55—59.
- [8] Nattel S. New ideas about atrial fibrillation 50 years on[J]. Nature,2002,415(6868):219—226.
- [9] Pellegrino R, Viegi G, Brusasco V, et al. Interpretative strategies for lung function tests[J]. Eur Respir J,2005,26(5):

- 948—968.
- [10] Wasserman K. Principles of exercise testing and interpretation: including pathophysiology and clinical applications [M]. 5th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins; 2012.
- [11] Balady GJ, Arena R, Sietsema K, et al. Clinician's guide to cardiopulmonary exercise testing in adults: a scientific statement from the American Heart Association[J]. Circulation, 2010, 122(2):191—225.
- [12] Ross RM. ATS/ACCP statement on cardiopulmonary exercise testing[J]. Am J Respir Crit Care Med,2003,167(10): 1451; author reply 1451.
- [13] Ariansen I, Edvardsen E, Borchsenius F, et al. Lung function and dyspnea in patients with permanent atrial fibrillation[J]. Eur J Intern Med,2011,22(5):466—470.
- [14] Stewart S, Hart CL, Hole DJ, et al. Population prevalence, incidence, and predictors of atrial fibrillation in the Renfrew/Paisley study[J]. Heart, 2001, 86(5):516—521.
- [15] Gehlen H, Bubeck K, Rohn K, et al. Influence of valvular insufficiency and recurrent airway obstruction on haemodynamics and therapy in warmblood horses with atrial fibrillation[J]. Res Vet Sci,2008,85(2):333—339.
- [16] Gehlen H, Bubeck K, Rohn K, et al. Pulmonary artery wedge pressure during treadmill exercise in warmblood horses with atrial fibrillation[J]. Res Vet Sci,2006,81(1): 134—139.
- [17] Shibata Y, Watanabe T, Osaka D, et al. Impairment of pulmonary function is an independent risk factor for atrial fibrillation: The takahata study[J]. Int J Med Sci,2011,8(7): 514—522.
- [18] Buch P, Friberg J, Scharling H, et al. Reduced lung function and risk of atrial fibrillation in the Copenhagen City Heart Study[J]. Eur Respir J,2003,21(6):1012—1016.
- [19] 黄思贤, 谭新洪, 陈传荣, 等. 风湿性二尖瓣病变患者运动心肺功能测定[J]. 临床心血管病杂志,1993-06-30 1993(03): 147—151
- [20] Agostoni P, Emdin M, Corra U, et al. Permanent atrial fibrillation affects exercise capacity in chronic heart failure patients[J]. Eur Heart J,2008,29(19):2367—2372.
- [21] Triposkiadis F, Trikas A, Tentolouris K, et al. Effect of atrial fibrillation on exercise capacity in mitral stenosis[J]. Am J Cardiol,1995,76(4):282—286.
- [22] Vanhees L, Schepers D, Defoor J, et al. Exercise performance and training in cardiac patients with atrial fibrillation [J]. J Cardiopulm Rehabil,2000,20(6):346—352.
- [23] Agostoni PG, Wasserman K, Perego GB, et al. Non-invasive measurement of stroke volume during exercise in (下转第 425页)