

· 临床研究 ·

## 有氧运动联合抗阻运动对急性心肌梗死患者微循环及梗死面积的影响

于熙滢, 周大亮, 戴海鹏, 郝丹, 张玲玲, 魏林\*

(哈尔滨市第一医院心内一科, 哈尔滨 150001)

**【摘要】目的** 探讨急性心肌梗死(AMI)患者应用有氧运动联合抗阻运动对心肌微循环及梗死面积的影响,为临床上治疗AMI提供更广泛的治疗手段。**方法** 选择2013年1月至2014年12月首发入住哈尔滨市第一医院的AMI患者86例,随机分为治疗组( $n=43$ )及对照组( $n=43$ )。两组患者均给予药物治疗,治疗组在药物治疗的基础上进行为期12周的有氧运动-抗阻运动治疗。于治疗前和治疗12周后对两组患者的峰值氧耗量( $VO_{2max}$ )、相对最大摄氧量( $VO_{2max}/kg$ )、峰值氧脉搏( $VO_{2max}/HR$ )、最大心率( $HR_{max}$ )、最大通气量( $VE_{max}$ )、心肌声学造影(MCE)结果进行评价和比较。**结果** 治疗前,两组间 $VO_{2max}$ 、 $VO_{2max}/kg$ 、 $VO_{2max}/HR$ 、 $HR_{max}$ 、 $VE_{max}$ 各项指标比较,差异均无统计学意义( $P>0.05$ )。治疗12周后,两组的 $VO_{2max}$ 、 $VO_{2max}/kg$ 、 $VO_{2max}/HR$ 、 $HR_{max}$ 、 $VE_{max}$ 比较,差异均有统计学意义( $P<0.05$ )。治疗前,心肌声学造影显示两组间的A(平台期强度)、 $\kappa$ (再充盈平均速度)、及 $A \cdot \kappa$ 值无明显差异( $P>0.05$ )。12周后,治疗组的3项指标较对照组明显增加( $P<0.05$ )。**结论** 在急性心肌梗死患者的心脏康复方案中采用有氧运动与抗阻训练相结合的训练方法,可以使患者心肌微循环及梗死面积得到不同程度的改善,该方法为临床上治疗AMI提供一种新的思路及更广泛的治疗手段。

**【关键词】** 有氧运动; 抗阻运动; 急性心肌梗死; 心肌微循环; 心肌梗死面积

**【中图分类号】** R542.22; R339.4

**【文献标识码】** A

**【DOI】** 10.11915/j.issn.1671-5403.2015.02.027

## Effects of aerobic exercise plus resistance training on myocardial microcirculation and infarct size in patients after acute myocardial infarction

YU Xi-Ying, ZHOU Da-Liang, DAI Hai-Peng, HAO Dan, ZHANG Ling-Ling, WEI Lin\*

(The First Department of Cardiology, Harbin First Hospital, Harbin 150010, China)

**【Abstract】 Objective** To investigate the effect of aerobic exercise plus resistance exercise training on myocardial microcirculation and infarct size in the patients with acute myocardial infarction (AMI) so as to provide wider range of treatment options for the disease.

**Methods** A total of 86 patients with initial AMI admitted in our department from January 2013 to December 2014 were enrolled in this study. They were randomly divided into treatment group ( $n=43$ ) and control group ( $n=43$ ). The patients of both groups were treated with drug therapy, and those from the treatment group underwent a 12-week aerobic exercise plus resistance training. Myocardial microcirculation and infarct size, including maximal oxygen consumption ( $VO_{2max}$ ), maximal oxygen consumption/kg ( $VO_{2max}/kg$ ), maximal oxygen consumption /heart rate ( $VO_{2max}/HR$ ), maximal heart rate ( $HR_{max}$ ), maximal voluntary ventilation ( $VE_{max}$ ) and the results of myocardial contrast echocardiography (MCE) were measured before and at the end of treatment and compared between the 2 groups. **Results** There as no significant demographic difference between the 2 groups before treatment ( $P>0.05$ ). Aerobic exercise plus resistance training significantly improved  $VO_{2max}$ ,  $VO_{2max}/kg$ ,  $VO_{2max}/HR$ ,  $HR_{max}$  and  $VE_{max}$ , compared with those of control group ( $P<0.05$ ). The A,  $\kappa$  and  $A \cdot \kappa$  levels had no significant demographic difference between the 2 groups before treatment ( $P>0.05$ ), but the levels were significantly higher in the treatment group than in control group in 12 weeks after treatment ( $P<0.05$ ). **Conclusion** The aerobic exercise plus resistance training is effective intervention to improve microcirculation and infarct size in patients with AMI. This intervention may provide a new option and wider measures for further treatment of patients with AMI.

**【Key words】** aerobic exercise; resistance exercise; acute myocardial infarction; myocardial microcirculation; myocardial infarct size  
*This work was supported by the Scientific Research Project of Health and Family Planning Commission of Heilongjiang Province (2014-003).*

*Corresponding author: WEI Lin, E-mail: 18746013637@163.com*

收稿日期: 2014-11-17; 修回日期: 2015-01-13

基金项目: 黑龙江省卫生计生委科研课题(2014-003)

通信作者: 魏林, E-mail: 18746013637@163.com

急性心肌梗死 (acute myocardial infarction, AMI) 为冠心病急症, 其病理生理机制是冠状动脉粥样斑块破裂、血栓形成。对于心肌梗死, 传统观点认为心肌梗死的急性期需绝对的卧床及禁止活动<sup>[1]</sup>。然而研究表明, 适量的运动能改善冠脉循环、促使侧支循环建立、增加血流量和血管的储备能力<sup>[2,3]</sup>, 有氧运动对于心肌梗死的康复有重要的促进作用。同时适当的运动训练能使心肌收缩力和协调性增加, 从而增加心输出量。抗阻运动锻炼可以增加肌肉力量, 使肌肉对固定负荷的反应度降低, 机体对同等负荷的心率反应性降低, 增加舒张压, 降低左室舒张末容积即室壁张力, 从而改善心肌灌注。尽管对动物及人的研究均证明<sup>[5,6]</sup>, 在心肌梗死发生前及AMI发生的慢性期, 实施适量的运动能有利于心肌梗死的修复及康复, 但能否改变AMI患者的梗死面积, 对于AMI患者微循环灌注情况是否有改善尚缺乏大量临床研究论证。因此, 充分及深入地了解有氧运动联合抗阻运动对AMI患者微循环及梗死面积的影响将为临床上治疗AMI提供新的思路及更广泛的治疗手段。

## 1 对象与方法

### 1.1 研究对象

选择2013年1月至2014年12月首发入住哈尔滨市第一医院的AMI患者86例。其中男性40例, 女性46例。依据随机数字表法将患者分为对照组( $n = 43$ )和治疗组( $n = 43$ )。两组患者在性别、年龄、病情、既往史和伴随疾病等方面比较差异均无统计学意义( $P > 0.05$ ), 具有可比性(表1)。他们均已签署参加心肌梗死的心脏运动康复研究的知情同意书, 并完成了出院前和出院后12周的运动康复计划。

### 1.2 纳入标准

符合WHO AMI诊断标准: 持续不缓解的胸痛  $< 30\text{min}$ ; 心电图相应导联(至少连续2个相关导联)ST段抬高  $\geq 0.12\text{mV}$ ; 血清肌酸激酶同工酶(creatine kinase isoenzyme, CK-MB)  $>$  正常值的2倍和(或)肌钙蛋白阳性; 持续性胸痛开始时间至入选时间  $< 12\text{h}$ 。

排除标准为存在美国纽约心脏联合会(NYHA)严格规定的心肺运动试验(cardiopulmonary exercise testing, CPET)的绝对禁忌证<sup>[7]</sup>: (1)前3~5d进行运动表现为不耐受及休息时出现呼吸困难、低强度运动出现显著的心肌缺血、未控制的糖尿病、新近发生的血栓、血栓性静脉炎、初发房颤或房扑;(2)

表1 两组患者一般资料的比较

Table 1 Comparison of the general information between the two groups ( $n = 43$ )

Item	Control group	Treatment group	P
Age(years, $\bar{x} \pm s$ )	63.9 $\pm$ 7.1	66.7 $\pm$ 7.9	1.10
Gender(male/female, $n/n$ )	21/22	19/24	1.81
Family history[ $n(\%)$ ]	7 (16.3)	6 (14.0)	0.99
Smoking history[ $n(\%)$ ]	10 (23.3)	11 (25.6)	0.89
The area of the myocardial infarction[ $n(\%)$ ]			
Anterior AMI	21 (48.8)	24 (55.8)	1.01
Inferior AMI	11 (25.6)	9 (20.9)	0.94
Other area	11 (25.6)	10 (23.3)	0.89
Risk factors[ $n(\%)$ ]			
Hypertension	6 (14.0)	5 (11.6)	0.25
Hyperlipidemia	18 (41.9)	19 (44.2)	1.20
Diabetes mellitus	6 (14.0)	7 (16.3)	0.25
LVEF(% , $\bar{x} \pm s$ )	56.1 $\pm$ 7.9	57.7 $\pm$ 0.8	0.68
PCI[ $n(\%)$ ]	12 (27.9)	10 (23.3)	0.79
CABG[ $n(\%)$ ]	2 (4.7)	3 (7.0)	1.10
Drug therapy[ $n(\%)$ ]			
Aspirin	43 (100.0)	43 (100.0)	1.00
Clopidogrel	40 (93.0)	41 (95.3)	0.92
$\beta$ -blocker	40 (93.0)	37 (86.0)	0.87
ACEI/ARB	32 (74.4)	35 (81.4)	0.67
Statins	41 (95.3)	40 (93.0)	0.92

AMI: acute myocardial infarction; LVEF: left ventricular ejection fraction; PCI: percutaneous coronary intervention; CABG: coronary artery bypass grafts; ACEI: angiotensin converting enzyme inhibitor; ARB: angiotensin receptor antagonist

慢性阻塞性肺疾病 (chronic obstructive pulmonary disease, COPD)。

### 1.3 方法

对照组及治疗组患者均给予硝酸酯类药、抗凝血类药、抗血小板聚集药、调脂药或 $\beta$ -受体阻滞剂等常规药物治疗及进行日常活动。在此基础上, 治疗组参加有氧训练联合抗阻运动训练。

1.3.1 住院期有氧运动治疗 床上及床旁运动治疗, 治疗组按照以下方案进行住院期的运动训练。

(1) 心肌梗死后第2天的被动活动: 卧床, 手术部位肢体制动, 做肢体关节的被动运动, 踝关节、肘关节1次/h, 每次3个动作, 共8次。(2) 病房的活动康复: 第3天, 床边座位4次, 患者可以在床边坐起, 每次30min, 每天散步两次, 每次30m; 第4天, 床边座位4次, 每天散步两次, 每次50m; 均在心电监护下执行; 第5天, 随意座位, 每天散步两次, 每次100m; 开始病房外的检查(心脏彩超, 肱动脉血管超声等)和医疗教育; 第9天, 进行CPET。对照组第5天嘱患者可下床散步, 第9天进行CPET。医院训练过程中均有1名心内科主治医师、1名护士和1名心肺理疗师在场监督。

1.3.2 出院后有氧运动联合抗阻运动治疗 治疗组在监护下按照运动处方进行有氧运动及抗阻运动训练。运动训练60min/次, 3次/周, 共12周。有氧运动联合抗阻运动训练方案包含3个部分: 运动开始前热身运动5min、有氧运动训练联合抗阻训练各25min及训练结束后放松运动5min。有氧运动训练根据CPET评估的峰值氧耗量(maximal oxygen consumption,  $VO_{2max}$ )来确定运动强度。第1~6周, 运动强度为50%~60% $VO_{2max}$ ; 第7~12周, 运动强度为60%~70% $VO_{2max}$ , 进行25min。训练形式为快步走和功率自行车训练。抗阻运动在抗阻训练前均测试单次最大负荷(1 repetition maximum, 1RM), 训练强度首先取50%1RM, 8周后增加至60%1RM, 进行25min。训练动作主要有腰背部、腹部肌群及上、下肢肌群锻炼的9个动作(推胸练习、肩上推举、肱三头肌伸展、肱二头肌屈曲、下背部伸展、背阔肌下拉、腹部紧缩、股四头肌伸展、小腿抬高)。运动强度为第1~6周, 每组完成9个动作, 重复10次; 第7~12周逐渐增加至每组9个动作, 重复15次; 抗阻训练采用的训练形式为沙包、哑铃、弹力带及重量训练设施等。家庭康复训练时要求至少有1名陪同人员; 随访采用电话和门诊随访的方式, 每两周进行1次电话随访, 每月进行1次门诊随访。除检查患者的身体情况和药物治疗情况, 还检查患者的运动训练记录, 询问患者的运动训练情况; 日常活动不受限制。3个月后复查患者的CPET、心肌声学造影(myocardial contrast echocardiography, MCE)和超声心动图。对照组: 按照患者的自身需要进行日常活动, 患者无任何主诉发生, 每月进行1次门诊随访, 检查患者的身体情况和药物治疗情况。3个月后复查患者的CPET、MCE和心脏彩超。

#### 1.4 指标检测

1.4.1 脑钠肽(brain natriuretic peptide, BNP)和肌钙蛋白T(cardiac troponin T, cTnT)水平测定 所有患者于发病后每6h采静脉血3ml/次, 检测BNP, cTnT连续3d, 得出其峰值, BNP测定应用ELISA法, 测定范围为0~25 $\mu$ g/L, cTnT测定应用免疫化学发光法, 测定范围为0~180 $\mu$ g/L。

1.4.2 CPET评定<sup>[8]</sup> 包括3部分: 心电图负荷试验、血流动力学负荷试验和运动时气体代谢分析。采用的Innocor气体再呼吸系统(Innovision公司, 丹麦), 由事先不了解患者的治疗及分组情况的人负责。采用症状限制的递增功率运动试验方案进行CPET, 具体运动方案分为3个阶段: 第1阶段为开始阶段的

1min热身运动, 即0功率负荷阶段; 第2阶段运动按照功率为7W/min的速度进行斜坡式功率递增, 转速维持在55~65r/min直至患者的最大耐受运动量; 第3阶段为恢复阶段, 做3~5min功率负荷的恢复运动。评估指标包括 $VO_{2max}$ 、最大功率与力竭时间, 峰值持续>30s即认为达到 $VO_{2max}$ 。运动中患者采用Borg量表(6~20分)来进行自我疲劳评分, 读出主观体力感觉(rating of perceived exertion, RPE)值, 用遥测心率表(Polar FSI, 芬兰)测定患者的心率。出现下列任一情则终止试验: (1) 胸闷、气短、心悸或感到疲劳要求终止; (2) 心率达到年龄标准化最大心率(年龄标准化最大心率=220-年龄)>90%; (3) 心电图显示缺血型ST段压低 $\geq 0.2$ mV或较安静时下降 $\geq 0.1$ mV; (4) 呼吸气体交换率(respiratory exchange ratio, RER) $\geq 1.1$ 。通过测定患者 $VO_{2max}$ 、相对最大摄氧量( $VO_{2max}/kg$ )、峰值氧脉搏(maximal oxygen consumption/heart rate,  $VO_{2max}/HR$ )、最大心率(maximal heart rate,  $HR_{max}$ )、最大通气量(maximal voluntary ventilation,  $VE_{max}$ )等指标制定运动处方。

1.4.3 MCE及超声心动图检测 患者在心肌梗死治疗前及治疗3个月后分别进行MCE及心脏超声心动图, 检测心肌微循环变化及心肌梗死面积、左室舒张末期内径(left ventricular end diastolic diameter, LVEDD)、左室收缩末期内径(left ventricular end systolic diameter, LVESD)和左室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)。使用SonoVue超声造影剂(Bracco公司, 意大利)25mg和配套用0.9%氯化钠注射液5ml进行MCE。造影完毕利用设备自带的实时MCE软件系统对图像进行分析, 按照美国超声心动图协会(ASE)推荐的16节段法将左心室分段, 将取样圈置于每一节段的室壁中央, (取样圈大小设定为12 $\times$ 6标准不变), 显示心肌组织内造影剂微泡信号强度随时间的变化规律, 选择被分析区时尽量避开心内膜、心外膜、乳头肌, 根据指数函数拟合公式 $y(t) = A(1 - e^{-kt}) + B$ , 系统自动计算出平台期强度(A)和再充盈平均速度( $\kappa$ ), A反映局部心肌血容量,  $\kappa$ 反映心肌血流速度,  $A \cdot \kappa$ 代表局部心肌血流量。采用ASE推荐的左室16节段划分法进行定量分析。根据MCE结果进行评分, 1分表示造影剂均匀充分, 灌注良好; 0.5分表示造影剂较稀疏, 灌注减弱; 0分表示造影剂充盈缺损, 无灌注。

#### 1.5 统计学处理

采用SPSS16.0统计软件进行统计学分析。计量资

料用均数 ± 标准差表示, 两组间比较用*t*检验, 自身前后对比用配对*t*检验; 计数资料用百分率表示, 两组间比较采用 $\chi^2$ 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 随访结果

由于病情加重 ( $n = 2$ )、未完成CPET ( $n = 5$ ) 以及不能坚持试验 ( $n = 1$ ) 退出本研究者8例, 最终对照组随访38例, 治疗组随访40例。

### 2.2 治疗前后两组患者心功能指标比较

治疗前, 两组间LVEDD、LVESD、LVEF各项指标比较, 差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。治疗12周后, 两组的上述指标比较, 差异均有统计学意义 ( $P < 0.05$ ; 表2)。

表2 两组患者超声心动图测量结果比较  
Table 2 Comparison of the results of echocardiogram between the two groups ( $\bar{x} \pm s$ )

Item	Control group ( $n = 38$ )	Treatment group ( $n = 40$ )
At the beginning of the treatment		
LVEDD(cm)	4.89 ± 1.03	4.87 ± 0.98
LVESD(cm)	1.35 ± 0.08	1.34 ± 0.03
LVEF(%)	56.50 ± 1.90	57.28 ± 2.74
At the end of the 12th week of treatment		
LVEDD(cm)	4.82 ± 0.87*	4.48 ± 0.51*
LVESD(cm)	1.33 ± 0.02*	0.88 ± 0.09*
LVEF(%)	57.80 ± 2.70*	66.30 ± 4.70*

LVEDD: left ventricular end diastolic diameter; LVESD: left ventricular end systolic diameter; LVEF: left ventricular ejection fraction. Compared with the beginning of the treatment in the same group, \* $P < 0.05$

### 2.3 两组患者CPET测定结果

AMI 10 ~ 14d 基线值  $VO_{2max}$ 、 $VO_{2max}/kg$ 、 $VO_{2max}/HR$ 、 $HR_{max}$ 、 $VE_{max}$  两组间差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。随访12周时两组患者上述运动指标较两组基线值明显增加 ( $P < 0.05$ )。治疗组增加的幅度较对照组更显著 (表3)。

### 2.4 两组患者MCE结果

AMI治疗前行MCE检查时在相应的供血区域出现造影剂充盈缺损 (代表心肌缺血区)。心肌造影显示较大的灌注缺损面积; 延长触发间期, 未能发现灌注缺损的面积缩小。治疗前常规心脏超声心动图两组患者均发现室壁发生明显节段性运动异常。12周随访发现, 治疗组节段运动得到改善。对照组无明显改变。AMI治疗前, 治疗组及对照组的A、 $\kappa$ 、及A· $\kappa$ 值无明显差异 ( $P > 0.05$ )。

12周后, 治疗组的A、 $\kappa$ 、及A· $\kappa$ 值较治疗前明显增加 ( $P < 0.05$ ), 而对照组则没有明显改变 ( $P > 0.05$ )。对照组患者MCE的曲线峰值强度低于治疗组 ( $P < 0.05$ ), 反映再充盈平均速度的 $\kappa$ 值在对照组明显降低 ( $P < 0.05$ ), 这显示对照组心肌血流速度要明显慢于治疗组, 反映局部的心肌血流量的值A· $\kappa$ 也低于治疗组 ( $P < 0.05$ ), 提示对照组心肌血流速度低于治疗组 (表4)。

表3 两组患者心肺运动试验结果比较  
Table 3 Comparison of the results of cardiopulmonary exercise testing between the two groups ( $\bar{x} \pm s$ )

Item	Control group ( $n = 38$ )	Treatment group ( $n = 40$ )
At the beginning of the treatment		
$VO_{2max}$ (ml/min)	4.89 ± 1.03	4.87 ± 0.98
$VO_{2max}/kg$ [ml/(min·kg)]	3.66 ± 0.98	3.86 ± 1.03
$VO_{2max}/HR$ (ml/beat)	11.50 ± 1.90	11.28 ± 1.74
$HR_{max}$ (beats/min)	144.70 ± 21.30	145.50 ± 19.90
$VE_{max}$ (L/min)	54.70 ± 7.40	54.30 ± 7.50
At the end of the 12th week of treatment		
$VO_{2max}$ (ml/min)	5.52 ± 0.87*	6.48 ± 1.01*
$VO_{2max}/kg$ (ml/min/kg)	4.56 ± 1.01*	5.25 ± 1.09*
$VO_{2max}/HR$ (ml/beat)	13.80 ± 1.70*	15.72 ± 1.80*
$HR_{max}$ (beats/min)	154.60 ± 10.10*	159.70 ± 13.2*
$VE_{max}$ (L/min)	71.40 ± 9.20*	80.90 ± 8.80*

$VO_{2max}$ : maximal oxygen consumption;  $HR_{max}$ : maximal heart rate;  $VE_{max}$ : maximal voluntary ventilation. Compared with the beginning of the treatment in the same group, \* $P < 0.05$

表4 两组患者心肌声学造影结果比较  
Table 4 Comparison of the results of myocardial contrast echocardiography between the two groups ( $\bar{x} \pm s$ )

Item	Control group ( $n = 38$ )	Treatment group ( $n = 40$ )
At the beginning of the treatment		
A(ds)	25.50 ± 2.05	24.87 ± 1.98
$\kappa$ ( $s^{-1}$ )	1.28 ± 0.18	1.25 ± 0.13
A· $\kappa$ (ds/s)	30.50 ± 2.90	29.28 ± 1.74
At the end of the 12th week of treatment		
A(ds)	25.52 ± 1.87*#	36.08 ± 1.05*
$\kappa$ ( $s^{-1}$ )	1.56 ± 0.21*#	5.35 ± 1.09*
A· $\kappa$ (ds/s)	31.80 ± 1.70*#	72.02 ± 1.80*

A: peak intensity;  $\kappa$ : blood flow velocity; A· $\kappa$ : myocardium blood flow. Compared with the beginning of the treatment in the same group, \* $P < 0.05$ ; compared with treatment group, # $P < 0.05$

## 3 讨论

AMI作为最严重的心血管疾病, 其康复理念发生了根本性的变化, 从以往的卧床休息, 到急性心肌梗死的积极的运动疗法, 主张“早活动、早下床、早出院”。美国心脏联合会 (American Heart

Association, AHA)、美国心血管肺康复联合会(American Association of Cardiovasculopulmonary Rehabilitation, AACVPR)、健康护理政策研究局一致认为,有氧运动是心血管疾病综合性治疗的整体,是冠心病包括急性ST段抬高型心肌梗死、急性非ST段抬高型心肌梗死、慢性稳定型心绞痛和心力衰竭治疗的I级有效证据。康复治疗的核心部分是对心血管疾病患者提供最优的康复方案,以降低心血管危险因素,促进健康行为和保持这些健康行为,减少残疾,促进积极的生活方式。而有氧运动正是从改善心脏功能储备、减轻或减少与活动有关的症状、减少不应有的残疾、使心脏病患者重新恢复对社会有用并得到自我满足的心理状态<sup>[9-12]</sup>。

本研究通过测定 $VO_{2max}$ 、 $VO_{2max}/kg$ 、 $VO_{2max}/HR$ 、 $HR_{max}$ 和 $VE_{max}$ ,从不同角度反映心肺功能情况。 $VO_{2max}$ 的高低取决于循环、呼吸、运动3大系统的生理功能及其偶联活动,从整体上反映机体的有氧代谢和供能水平。相比之下, $VO_{2max}/kg$ 更适用于比较个体在心肺功能方面的差异。 $VO_{2max}/HR$ 实即 $VO_{2max}$ 和 $HR_{max}$ 的复合,与心输出量、动静脉差密切相关;定量负荷的氧脉搏值越高,心脏储备和输出功能就越强。而 $VE_{max}$ 的实测值与预计值比较,用于衡量通气需要与通气能力的关系,对呼吸困难的鉴别和评价肺功能很有用处。治疗组和对照组在AMI后第9天进行心肺运动功能测定,两组患者运动指标无明显差异。12周后随访时两组心肺运动功能测定显示各项运动指标均有所提高,可能与患者在发病初期进行心肺运动功能测定,从心理上产生对运动的惧怕使结果偏低有关。12周后心理因素去除,测定结果更接近真实,而且患者发病后逐渐进行日常活动,也会对心肺功能的提高有益。对两组患者两次心肺运动功能测定结果进行比较,结果表明两组间各项运动指标的差异有统计学意义,治疗组提高更明显说明在药物治疗的基础上按照运动处方进行有氧运动联合抗阻运动能更好地改善AMI患者的微循环,减小梗死面积,能更好提高AMI患者的心功能及有氧运动的能力,较对照组效果明显。

心肌微循环的有效灌注是确保心肌存活的首要条件,且微血管的灌注情况与局部心肌的存活性密切相关。MCE是经冠状动脉内或是外周静脉注射的含微气泡声学造影剂随血流进入心腔及心肌,利用造影剂在超声能量作用下发生膨胀、压缩产生超声信号而更清楚地显示心腔轮廓,并提供心肌血流灌注信息<sup>[12,13]</sup>。本研究中AMI治疗前,两组患者MCE心肌灌注均出现异常,表现为

充盈稀疏和(或)充盈缺损。低灌注区心肌的峰值强度(A)、再充盈平均速度( $\kappa$ )和局部心肌血流量( $A \cdot \kappa$ )显著低于心肌正常灌注区,表明该范围心肌的微血管功能受损。治疗组及对照组的A、 $\kappa$ 及 $A \cdot \kappa$ 值无明显差异( $P > 0.05$ )。无灌注区表明该部位心肌微循环无血流灌注。当急性冠状动脉阻断后,相关动脉所支配的心肌区域血流量骤减,当心肌血流量 $< 0.15ml/(min \cdot g)$ 时,造影剂几乎无法进入,MCE显示为心肌显影缺损,据此可以测定心肌危险区面积。12周后,治疗组的A、 $\kappa$ 及 $A \cdot \kappa$ 值较治疗前明显增加( $P < 0.05$ ),而对照组则没有明显改变( $P > 0.05$ )。对照组患者MCE的曲线峰值强度(A)低于治疗组( $P < 0.05$ ),反映再充盈平均速度的 $\kappa$ 值在对照组明显降低( $P < 0.05$ ),这显示对照组心肌血流速度要明显慢于治疗组,反映局部的心肌血流量的值 $A \cdot \kappa$ 也低于治疗组( $P < 0.05$ ),提示对照组心肌血流量低于治疗组。

本研究结果显示,经过12周有氧训练联合抗阻训练后,患者心功能(LVEF)、运动耐力( $VO_{2max}$ )均较对照组明显改善,表明长期规律地有氧训练联合抗阻训练可使患者心功能下降延缓,呼吸困难与疲劳等症状减轻,运动耐力提高,运动能力加强,从而使患者的生活质量得到改善,与国外研究一致<sup>[13-15]</sup>。CPET是客观量化评估心肺储备功能的方法,也是开具运动处方的理论基础。通过CPET评价心肌梗死患者心肌缺血程度和心脏功能,对患者进行危险分级,制定有氧运动联合抗阻运动精确的运动处方,从而指导日常生活和工作中的活动。AMI患者第9天进行CPET,应注意试验前心电图需稳定48~72h,患者进行亚极量运动试验没有并发症。CPET应为症状限制的运动试验,即AMI 5d或其后不能设定预计目标心率和代谢当量,应以患者的临床症状为主。如果患者在运动过程中出现心律失常、心绞痛、胸闷气短、呼吸困难等症状应立即停止试验。本研究中有2例患者因病情加重,未进行CPET;有5例患者在心肺运动试验中亚极量运动试验出现心律失常、胸闷气短等症状,退出试验;还有1例患者由于无法坚持,不能按期随访退出本研究。AMI的有氧运动联合抗阻运动训练应因人而异,并在训练前必须实行医学评估和危险分层,运动时的血压、心率、心律、心肺参数均提示有氧运动的实施风险,从简单安全,低强度运动开始,逐渐增加,强调监测和随访,强调心脏康复终身化。

本研究的不足之处在于样本量较小,且随访时间较短。在后续研究中,将扩大样本量,对受试者

进行6个月、12个月甚至更长时间的随访,以观察有氧运动联合抗阻运动对其心肌微循环及梗死面积的长期影响。总之,在AMI患者的心脏康复方案中采用有氧运动与抗阻训练相结合的训练方法,可以使患者微循环得到不同程度的改善,为临床上治疗AMI提供新的思路及更广泛的治疗手段。

#### 【参考文献】

- [1] Nursalim A, Suryaatmadja M, Panggabcan M, *et al.* Potential clinical application of novel cardiac biomarkers for acute myocardial infarction[J]. Acta Med Indones, 2013, 45(3): 240-250.
- [2] Kleczynski P, Legutko J, Rakowski T, *et al.* Predictive utility of NT-pro BNP for infarct size and left ventricle function after acute myocardial infarction in long-term follow-up[J]. Dis Markers, 2013, 34(3): 199-209.
- [3] Kivity S, Kopel E, Maor E, *et al.* Association of serum uric acid and cardiovascular disease in healthy adults[J]. Am J Cardiol, 2013, 111(8): 1146-1151.
- [4] Conraads VM, Vanderheyden M, Paelinck B, *et al.* The effect of endotraining on exercise capacity following cardiac resynchronization therapy in chronic heart failure patients: a pilot trial[J]. Eur J Prev Cardiol, 2007, 14(1): 99-106.
- [5] García JP, Giraldo VM, Barrado JJ, *et al.* Tennis training sessions as a rehabilitation instrument for patients after acute myocardial infarction[J]. Sports Sci Med, 2013, 12(2): 316-322.
- [6] Arita M, Hashizume T, Wanaka Y, *et al.* Effects of antihypertensive agents on blood pressure during exercise[J]. Hypertens Res, 2001, 24(6): 671-678.
- [7] Maiorana AJ, Naylor LH, Exterkate A, *et al.* The impact of exercise training on conduit artery wall thickness and remodeling in chronic heart failure patients[J]. Hypertension, 2011, 57(1): 56-62.
- [8] Naveiro Rilo JC, Díez Juárez DM, Romero Blanco A, *et al.* Validation of the Minnesota living with heart failure questionnaire in primary care[J]. Rev Esp Cardiol, 2010, 63(12): 1419-1427.
- [9] Marzolini S, Oh PI, Brooks D. Effect of combined aerobic and resistance training *versus* aerobic training alone in individuals with coronary artery disease: a meta-analysis[J]. Eur J Prev Cardiol, 2012, 19(1): 81-94.
- [10] Williams MA, Haskell WL, Ades PA, *et al.* Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: 2007 update: a scientific statement from the American Heart Association Council on Clinical Cardiology and Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism[J]. Circulation, 2007, 116(5): 572-584.
- [11] Berent R, von Duvillard SP, Crouse SF, *et al.* Resistance training dose response in combined endurance-resistance training in patients with cardiovascular disease: a randomized trial[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2011, 92(10): 1527-1533.
- [12] Hwang CL, Chien CL, Wu YT. Resistance training increases 6-minute walk distance in people with chronic heart failure: a systematic review[J]. J Physiother, 2010, 56(2): 87-96.
- [13] Jolly K, Taylor RS, Lip GY, *et al.* A randomized trial of the addition of home-based exercise to specialist heart failure nurse care: the Birmingham Rehabilitation Uptake Maximisation study for patients with congestive heart failure (BRUM-CHF) study[J]. Eur J Heart Fail, 2009, 11(2): 205-213.
- [14] Chen YM, Li ZB, Zhu M, *et al.* Effects of exercise training on left ventricular remodelling in heart failure patients: an updated meta-analysis of randomised controlled trials[J]. Int J Clin Pract, 2012, 66(8): 782-791.
- [15] Du HY, Newton PJ, Zecchin R, *et al.* An intervention to promote physical activity and self-management in people with stable chronic heart failure. The Home-Heart-Walk study: study protocol for a randomized controlled trial[J]. Trials, 2011, 12: 63.

(编辑: 刘子琪, 周宇红)