

心肌梗死患者不同康复时期代谢当量的预测*

刘 润¹ 吕 云¹ 解 奎¹ Brodie DA² Bundred PE³

摘要 目的:对递增负荷的Bruce跑台测试方案给出的代谢当量(METs)与运动中根据摄氧量(VO₂)计算的METs进行比较,旨在为心肌梗死后(PMI)患者提供不同康复时期METs的预测。方法:101名男性PMI患者参加了12周有氧多样化运动康复程序,程序前、后对其气体代谢、心肺机能、运动能力等指标进行测试。结果:康复程序前后受试者安静时的VO₂分别为3.9ml/kg·min和3.8ml/kg·min。运动中的METs与跑台测试方案给出的METs及以安静状态VO₂为3.5ml/kg·min(正常成人)时计算得出的METs均有差异。本研究为PMI患者提供的预测METs方法分别为:康复程序前,METs=3.2+1.07跑台等级,或METs=-7.4+0.12HR(心搏次数/min);康复程序后,METs=1.9+1.04跑台等级,或METs=-6.4+0.11HR(心搏次数/min)。结论:本研究建立的HR与METs的相关关系,有助于指导患者确定运动的适宜强度。

关键词 心肌梗死; 康复程序; 代谢当量

中图分类号:R541.4, R493 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2009)-12-1077-03

Predicting METs for post myocardial infarction patients at different stages of rehabilitation/LIU Xun, LU Yun, XIE Yao, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2009, 24(12):1077—1079

Abstract Objective: To compare the metabolic equivalent (METs) derived from Bruce treadmill protocol with those calculated from measured VO₂, and recommend a predictive procedure to establish individual METs for post myocardial infarction (PMI) patients at different stages of rehabilitation. **Method:** One hundred and one male recent PMI patients undertook a 12-week exercises-based cardiac rehabilitation program. Physiological and functional variables of the PMI patients were measured and analyzed both pre and post the program through a graded exercises test. **Result:** The VO₂ at rest were 3.9ml/kg·min and 3.8ml/kg·min for the patients pre and post the program respectively. The METs obtained during exercises for the patients differed from that either provided by treadmill protocol or calculated based on 3.5ml/kg·min VO₂ at rest. A prediction method for PMI patients to establish their METs values was provided in this study, i.e. METs=3.2+1.07 treadmill grade, or METs=-7.4+0.12HR (beats/min) for pre-program; and METs = 1.9+1.04 treadmill grade or METs=-6.4+0.11 HR (beats/min) for post-program. **Conclusion:** The correlated relationship established in the study between HR and METs will be helpful for instructing the patients to take exercises with appropriate intensity.

Author's address Tianjin University of Sport, Tianjin, 300381

Key words myocardial infarction; rehabilitation programme; metabolic equivalent

最大摄氧量可被用来作为一个综合评价心肺功能和工作肌有氧能力的重要指标,个体最大摄氧量的测定结果具有高度的重复性^[1-3]。在运动生理学和康复医学领域中摄氧量(VO₂)常用代谢当量(metabolic equivalent, METs)来表示,1 MET相当于正常成人安静状态下的VO₂(平均为3.5ml/kg·min)^[4]。在递增负荷运动测试中通常使用的Bruce跑台方案已经提供了每一级负荷或运动时间所对应的METs^[5]。这是一种简单易行的方法,它不需要测定摄氧量,免去了收集、测量和分析呼出气的繁琐。然而,Bruce跑台方案提供的负荷-METs对应值以及安静时3.5ml/kg·min VO₂均是以健康人为受试者测定得出的,这一负荷-METs对应值是否也适用于心肌梗死后(post myocardial infarction, PMI)患者目前尚不

清楚。本研究的目的是检验由Bruce跑台方案提供的METs与根据VO₂推算出的METs之间的关系,以期为PMI患者提供一种推测个体运动中METs的方法。

1 资料与方法

1.1 受试者

101例男性PMI患者,年龄(62.3±7.4)岁,从发

*基金项目:教育部留学回国人员科研启动基金[(2004)527]

1 天津体育学院运动人体科学系,天津,300381

2 Buckinghamshire Chilterns University College, Buckinghamshire HP8 4AD, UK

3 University of Liverpool, Liverpool L69 3BX, UK

作者简介:刘润,男,教授,博士

收稿日期:2009-05-06

病到测试的时间为 12—14 个月,患者被告之本研究目的、内容、实验程序后,自愿签字同意参加实验。本研究取得由威柔和西柴郡社区健康基金会(The Wirral and West Cheshire Community Health Trust)提供的伦理许可证。

1.2 使用仪器

Marquette Centra System 活动跑台、Marquette Centra Manchester 心电图仪, Integrated Metabolic Analyser 气体分析仪。

1.3 实验方法

受试者在活动跑台上依改良 Bruce 跑台方案^[6]进行渐增负荷运动测试。运动测试终止标准依美国运动医学会指南^[7](American College of Sports Medicine guidelines, ACSM 指南)。实验中同步测定每一级负荷最后 1min 血压及主观用力感觉(RPE);在整合代谢分析中提取每 30s 时的 VO_2 ; 运动中通过 12 导联连续监测心电变化,并每 30s 打印 1 次记录,其中包括心率(HR)。

1.4 运动康复程序

根据测试结果为 PMI 患者制定了个体化的运动处方。患者在康复中心进行每周 3 次,为期 12 周的康复活动。其活动形式包括蹬固定自行车、活动跑台上走跑、踏步机上蹬踏、划船器上臂和腿活动、徒手操及力量练习等。康复程序结束时全部 PMI 患者依改良 Bruce 跑台方案再次进行了递增负荷运动测试。

1.5 统计学分析

结果用均数±标准差来表示;数据处理采用单因素方差分析; 样本差异显著性检验选用 0.05 水平; 利用线性回归分别建立跑台等级和 HR 与 METs 之间的相关关系。

2 结果

康复程序前后受试者安静时的 VO_2 分别为 $(3.9 \pm 0.3) \text{ ml/kg} \cdot \text{min}$ 和 $(3.8 \pm 0.3) \text{ ml/kg} \cdot \text{min}$; 安静时的心率分别为 (70.4 ± 5.4) 心搏次数/min 和 (70.1 ± 5.3) 心搏次数/min; 递增负荷测试中的运动时间分别为 $(8.6 \pm 3.7) \text{ min}$ 和 $(11.6 \pm 2.8) \text{ min}$ ($P < 0.01$)。不同强度运动时, 康复程序前后各级负荷的摄氧量均有显著差异($P < 0.05$), 见表 1。图 1 显示了用不同方法得出的改良 Bruce 方案中与运动等级相对应的 METs

表 1 康复程序前后运动中的摄氧量 ($\bar{x} \pm s$, $\text{ml/kg} \cdot \text{min}$)

跑台等级	I	II	III	IV
康复程序前	16.9 ± 4.6	20.7 ± 5.3	24.5 ± 5.1	29.7 ± 7.6
康复程序后	$11.2 \pm 3.9^{\oplus}$	$15.1 \pm 4.9^{\oplus}$	$18.5 \pm 4.6^{\oplus}$	$23.1 \pm 4.9^{\oplus}$

^①与康复训练前 $P < 0.05$

值。PMI 患者用 HR 或跑台等级推测 METs 的线性方程见表 2。

表 2 推测 METs 的回归方程

线性方程	r	P
康复程序前(安静时的摄氧量为 $3.9 \pm 0.3 \text{ ml/kg} \cdot \text{min}$)		
METs = $3.2 + 1.07 \text{ 跑台等级}$	0.98	<0.01
METs = $-7.4 + 0.12 \text{ HR(心搏次数/min)}$	0.99	<0.01
康复程序后(安静时的摄氧量为 $3.8 \pm 0.3 \text{ ml/kg} \cdot \text{min}$)		
METs = $1.9 + 1.04 \text{ 跑台等级}$	0.98	<0.01
METs = $-6.4 + 0.11 \text{ HR(心搏次数/min)}$	0.98	<0.01

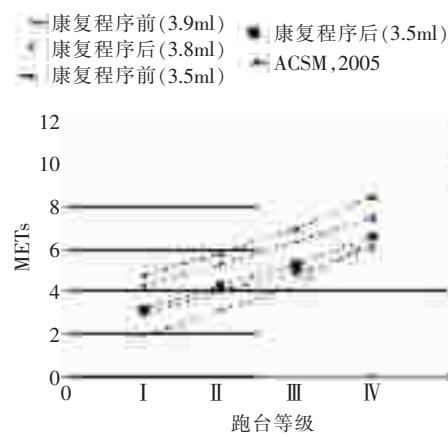


图 1 跑台等级对应的 METs

3 讨论

适宜的体育运动对降低血压, 血胆固醇浓度, 控制体重增长及减少精神压力均有促进作用^[8-10]。这提示 PMI 患者参加康复运动将有利于其功能的恢复及降低疾病的再发率。为确保运动心脏康复的安全性和有效性, 选择适宜的强度进行运动是非常重要的^[11]。在运动处方中常利用 METs 来标定运动强度, 其原因之一是 METs 能够从测功计(例如固定自行车、活动跑台等)中直接得出或由运动中的 VO_2 除以安静时的 VO_2 得出^[12], 另一方面从 METs-身体活动对应表中也能容易的找出与 METs 相应的各种活动^[13]。

本研究中运动康复程序前后 PMI 患者安静状态的 VO_2 均高于 $3.5 \text{ ml/kg} \cdot \text{min}$ (康复程序前为 $3.9 \text{ ml/kg} \cdot \text{min}$, 康复程序后为 $3.8 \text{ ml/kg} \cdot \text{min}$)。由于基础值不同, 所以在图 1 反映的 METs 值与跑台等级的关系中可以看到各级负荷运动时 PMI 患者的 METs 不仅不同于国外相关的报导^[5], 而且与用常规的方法(VO_2 除以 $3.5 \text{ ml/kg} \cdot \text{min}$)^[12]得出的数值也存在着差异。从图中可见, 各级负荷运动时 PMI 患者的 METs 要高于健康个体, 即完成定量负荷工作时 PMI 患者会出现较大的生理反应。这一点在低强度的运动时(跑台的 I 、 II 级)尤为突出。在这两级负荷运动中

PMI患者在运动康复程序前与健康个体之间存在2METs的差异,在运动康复程序后与健康个体之间存在1MET的差异。例如,运动康复程序后,如果PMI患者只能完成跑台Ⅱ级的运动,此时ACSM指南提供的方法得到的METs是3,而实际测得的数值则为4。因此,为了避免错误的运动强度在运动处方中的出现,我们有必要推荐一种方法以便PMI患者的METs可被康复工作人员或患者自己准确的计算出来。

从表1中可见,在不同康复时期,PMI患者运动中的生理反应有所不同。因此,本研究通过递增负荷运动测试分别建立了PMI患者运动康复程序前、后METs与运动级别之间的关系。这意味着当PMI患者在跑台上运动时,其对应的METs值将能被估算出来。这样的测试在许多康复中心都有提供。继而,参照METs-身体活动对应表,患者可为自己的运动康复选择适宜的活动形式。例如,运动康复程序前,如果PMI患者在递增负荷运动测试中达到了改良Bruce跑台方案第Ⅲ级,那么他则能进行相当于6METs的体育活动,例如以每小时10—11.9英里(1英里=1.609km)的速度骑自行车、慢跑/走步结合运动、负重16—24磅(1磅=0.454kg)上楼梯等^[13]。

为了给那些不便到康复中心进行活动的PMI患者提供一种确定METs的方法,本研究还根据测定结果建立了运动中HR与METs的相关关系(见表2)。这样,患者则可根据运动中的HR推测出METs(例如,康复程序后HR为90心搏次数/min时,对应的METs约为3.5),而HR是一个在运动过程中容易测量到的生理学指标。

此外,当PMI患者以一定的METs进行训练时,根据本研究建立的HR与METs的相关关系,健康工作人员也能推断出他们此时的HR是否达到了运动处方中强度设定的要求,从而帮助和指导患者使其运动能达到一个适宜的水平。

本研究中的受试者从发生心肌梗死到参加递增运动负荷测试的时间为12—14周,然后进行了12周运动心脏康复程序。因此,这使得本研究提供的推测METs方法的使用有一定的局限性,即针对其他时期的PMI患者,健康工作人员应为他们重新建立

上述相关关系,以便患者可推测出较为准确的运动中的METs。

参考文献

- [1] Santos-Silva PR, Fonseca AJ, Castro AW, et al. Reproducibility of maximum aerobic power ($\dot{V}O_{2\max}$) among soccer players using a modified heck protocol [J]. Clinics, 2007, 62(4):391—396.
- [2] Kilding AE, Aziz AR, Teh KC. Measuring and predicting maximal aerobic power in international-level intermittent sport athletes [J]. J Sports Med Phys Fitness, 2006, 46(3):366—372.
- [3] 朱慧楠, 霍勇, 张岩. 心肺运动试验应用于冠心病康复领域的研究进展[J]. 中国康复医学杂志, 2009, 24(5):470—472.
- [4] Powers SK, Howley ET. Exercise Physiology. 4th Ed. [M]. New York: McGraw Hill Publishers, 2001.98—110.
- [5] American College of Sports Medicine. ACSMs Guideline for exercise testing and prescription[M]. 7th Ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkions, 2005.93—114.
- [6] Bruce R, Horsten T. Exercise stress testing in the evaluation of patients with ischaemic heart disease [J]. Progress in Cardiovascular Diseases, 1969, 11(5): 371—390.
- [7] American College of Sports Medicine. ACSMs Guideline for exercise testing and prescription[M]. 6th Ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkions, 2000. 145—149.
- [8] Smith TP, Kennedy SL, Smith M, et al. Physiological improvements and health benefits during an exercise-based comprehensive rehabilitation program in medically complex patients [J]. Exerc Immunol Rev Exercise Immunology Review, 2006, 12: 86—96.
- [9] Briffa TG, Eckermann SD, Griffiths AD, et al. Cost-effectiveness of rehabilitation after an acute coronary event: a randomised controlled trial [J]. Med J Aust, 2005, 183(9): 450—455.
- [10] 钟兴明, 姚鸿恩, 陈佑学. 运动锻炼对冠心病患者的康复作用及其机制[J]. 中国康复医学杂志, 2007, 22(6):570—573.
- [11] Liu X, Brodie DA, Bundred PE, et al. Cardiovascular responses between post myocardial infarction patients with different levels of ST segment depression [J]. 中国康复医学杂志, 2006, 21(8):700—702.
- [12] 王瑞元, 孙学川, 熊开宇, 等. 运动生理学[M]. 第1版. 北京: 人民体育出版社, 2002. 158—173.
- [13] American College of Sports Medicine. ACSMs Resource Manual for Guideline for exercise testing and prescription [M]. 5th Ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkions, 2006. 667—698.