

· 基础研究 ·

同步实时测峰值摄氧量与 6min 步行试验*

张国林¹ 郭 兰¹ 李 河¹ 麦劲壮¹ 刘 智¹ 黄思贤²

摘要 目的:评价健康受试者 6min 步行试验(6MWT)中峰值摄氧量(peak VO_2 , PVO_2)与步行距离的关系。方法:对 51 例健康受试者进行 6min 步行试验,同时采用无线遥测便携式 K4B² 气体分析仪实时测量每次呼吸的 VO_2 、 VCO_2 等气体交换参数。结果:6MWT 的步行距离与 PVO_2 呈线性相关($r=0.619$, $P<0.001$),回归方程 $\text{VO}_2/\text{kg}=0.05D-6.331$ ($P<0.001$)。 $\text{PVO}_2>\text{PVC}\text{O}_2$, $R<1$,提示 6MWT 为无氧阈以下的运动试验。结论:6MWT 步行距离与 PVO_2 密切相关,此方法安全简便,对于评价心肺功能以及评估心肺康复治疗疗效有很好的应用价值。

关键词 6min 步行试验;摄氧量;无氧阈;心肺功能

中图分类号:R496, R743, R493 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2007)-07-0596-03

Real-time peak oxygen uptake and six-minute walk test/ZHANG Guolin, GUO Lan, LI He, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2007, 22(7):596—598

Abstract Objective: To assess the relationship between peak oxygen uptake (PVO_2) and ambulation distance in six-minute walk test (6MWT) among the healthy subjects. **Method:** Fifty one healthy subjects were recruited for. Data of pulmonary gas exchange in breathing, such as VO_2 , VCO_2 were real-time measured with wireless remote sensing K4B². **Result:** It was noticed there was a positive linear correlation between the ambulation distance and PVO_2 ($r=0.619$, $P<0.001$) in 6MWT. The regression equation was set up ($\text{VO}_2/\text{kg}=0.05D-6.331$, $P<0.001$). $\text{PVO}_2>\text{PVC}\text{O}_2$, $R<1$ were found, which suggested 6MWT was a test under anaerobic threshold. **Conclusion:** There was a closely positive linear correlation between the ambulation distance and PVO_2 in 6MWT, which is safe, convenient and valuable for the evaluation of cardiopulmonary function.

Author's address Guangdong Cardiovascular Institute, Guangdong Provincial People's Hospital, Guangzhou 510080

Key words six-minute walk test; oxygen uptake; anaerobic threshold; cardiopulmonary function

近年来,6min 步行试验(six-minute walk test, 6MWT)广泛应用于临床评定心肺功能,它是一种简单、无创、价廉、安全、容易被受试者接受,且能很好反映受试者日常活动能力的临床测试方法,与反映心肺功能的其他指标相关性良好^[1-3]。国内外多位作者用间接测量峰值摄氧量(peak VO_2 , PVO_2)的方法证实了 6MWT 与 PVO_2 有良好的相关性^[4-8]。本研究采用无线遥测便携式 K4B² 气体分析仪,逐次呼吸方法对健康受试者进行 6MWT,同步探讨 6MWT 中的 PVO_2 与步行距离的关系。

1 资料与方法

1.1 一般资料

自愿参加 6MWT 的 51 例健康受试者(其中 49 例是中青年医务工作者,)男性 27 例,女性 24 例;年龄 29.4 ± 10.6 岁(19—65 岁);身高 $165\pm 7.9\text{cm}$ (男 $169.7\pm 7.2\text{cm}$,女 $159.5\pm 7.3\text{cm}$);体重 $59.7\pm 11.6\text{kg}$ 。测试期间身体状况良好。测试前均已了解 6MWT 的测试方法。

1.2 方法

试验场地、受试者准备、试验过程和医疗监测参

考美国胸科协会 2002 年 6MWT 指南^[9]。测试场地为采光和通风良好的走廊,取 25m 长作为往返行走路段,并以每 5m 做一个标记。测试期间保持通道无障碍。

实时呼吸气体代谢参数的采集设备采用意大利 Cosmed 公司的 K4B² 无线遥测气体分析仪(重量为 475g),该分析仪以电化学方法(氧化锆)分析氧和二氧化碳,氧和二氧化碳分析器精确度分别为 0.02% 和 0.01%,气体容量由双向数字涡轮式流量传感器测量。每次测试前以室内空气和标准气体作校正,定期作容量定标。应用口鼻面罩连接气体分析仪,采集逐次呼吸的气体代谢参数,通过接收装置和便携发射器将数据发送至装有气体代谢分析软件的计算机中处理。

向受试者说明测试方法和熟悉环境,装备好无

* 基金项目:广东省医学科研基金立项资助项目(A2002064)

1 广东省人民医院心内科,广东省心血管病研究所,广州市中山二路 106 号,510080

2 广东省人民医院 ICU

作者简介:张国林,男,主治医师

收稿日期:2006-08-02

线遥测便携式气体分析仪和心率表, 让受试者习惯面罩呼吸。确认所有数据接收正常后, 方可开始测试。受试者保持最快的速度, 力所能及地完成 6min 步行测试, 期间测试者用鼓励的语言提示受试者, 并于每一个 25m 步行折返时, 在分析软件上做一个标记, 最后记下 6min 完成步行测试时的停止点, 准确测出 6min 步行距离。

1.3 统计学分析

建立数据库后, 采用 SPSS 13.0 统计软件, 数据统计描述以均数±标准差表示, 统计分析采用线性相关分析和逐步回归分析。 $P<0.05$ 为差异有显著性意义。

2 结果

6MWT 一般情况: 全部受试者均尽力完成 6min 步行试验, 运动中最高心率为 164.4 ± 15.6 bpm (127—203bpm), 达到平均最大心率预计值的 86% (最大心率预计值=220-年龄)。血压的变化均在正常范围内。

6min 步行距离: 51 例受试者 6min 步行距离为 695.82 ± 59.5 m, 其中男性为 729.31 ± 48.97 m, 女性为 655.04 ± 48.97 m。

PVO₂ 与心功能评价: 51 例受试者 PVO₂ 为 1.701 ± 0.479 L/min, 公斤耗氧量 (VO₂/kg) 为 28.30 ± 4.79 ml·min⁻¹·kg⁻¹ (18.73—43.21 ml·min⁻¹·kg⁻¹)。按 Weber's 心功能分级标准 (A 级 ≥ 20 ml·min⁻¹·kg⁻¹, B 级 16—20 ml·min⁻¹·kg⁻¹, C 级 10—16 ml·min⁻¹·kg⁻¹, D 级 <10 ml·min⁻¹·kg⁻¹), 除 1 例受试者的 VO₂/kg 偏低 (18.73 ml·min⁻¹·kg⁻¹) 外, 其余受试者的心功能均为 A 级。

6MWT 步行距离与 PVO₂ 的相关性分析 (散点图, 见图 1): 通过统计学相关、回归分析可以看到, 6MWT 步行距离 (D) 与 PVO₂ 密切相关, $r=0.619$, $P=0.000<0.001$ 。

建立 PVO₂ 为因变量, 步行距离 (D)、身高 (H) 和体重 (W) 分别为自变量的回归模型, 回归方程分别

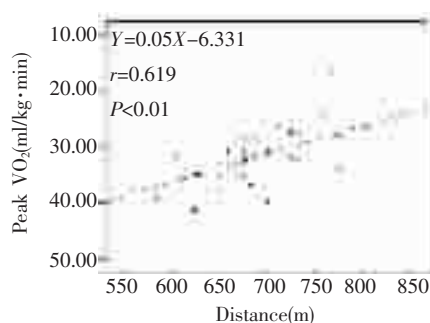


图 1 6MWT 步行距离与 PVO₂ 的相关性

如下:

PVO₂ 与 D: $VO_2/kg=0.05D-6.331$ ($r=0.619$, $r^2=0.383$, $P=0.000<0.001$)

PVO₂ 与 H: $VO_2/kg=0.297H-20.748$ ($r=0.489$, $r^2=0.240$, $P=0.000<0.001$)

PVO₂ 与 W: $VO_2/kg=0.091W+22.86$ ($r=0.221$, $r^2=0.049$, $P=0.119>0.05$, PVO₂ 与体重无相关)

建立 PVO₂ 为因变量, D、H 和 W 为自变量的多重逐步回归模型, 只有 D 有显著性意义 (方程的自变量引入与剔除显著性水平皆为 0.15)。

VO₂ 与 6MWT 步行时间的关系 (图 2): 6min 步行时, 在开始第 1min 时 VO₂ 呈陡直上升, 2min 后上升缓慢, 曲线变浅, 并渐趋于低平。

6MWT 中的气体交换率 (R): 气体交换率 (R) = 0.98 ± 0.10 (0.6—1.2)

6MWT 中 VO₂ 与 VCO₂ 的关系: 6MWT 中 PVO₂ 和 PVCO₂ 的均值分别为 1.701 ± 0.479 L/min 和 1.679 ± 0.545 L/min。两组间相关系数为 0.95 ($P<0.001$)。两组数据方差齐 ($F=0.397$, $P=0.530>0.05$); 两均数比较 $t=0.221$, $P=0.826>0.05$, 差异无显著性意义。

PVO₂ 与预计最大耗氧量的关系: PVO₂ 达到预计最大耗氧量 (2.232 ± 0.604 L/min) 的 $69.7\% \pm 12.8\%$ (预计最大耗氧量计算公式取自 Wasserman K^[10], 参照平板运动, 计算预计最大耗氧量后结果乘于 1.11)。

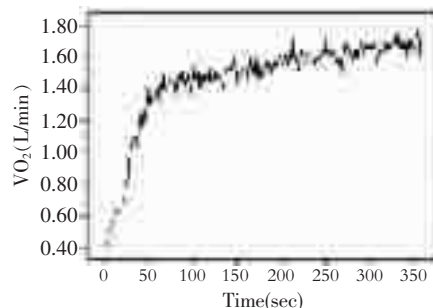


图 2 6MWT 步行时间与 VO₂ 的关系

3 讨论

以往探讨 6MWT 步行距离与 PVO₂ 的关系多用间接换算的方法, Cooper^[4]、Linpin^[5]、Cahalin^[2]、姜红^[7]和 Lawrence^[8]等用活动平板试验或功率自行车试验等方法测定心肺功能, 与 6MWT 对比, 探讨了 PVO₂ 与 6min 步行距离的关系。由于活动平板试验与 6MWT 使用的测试平台不相同, 活动平板试验的结果与在走廊上进行的标准 6MWT 的结果是不可互换的^[9]。本研究采用无线遥测便携式 K4B² 气体分析仪, 在 6MWT 中连续测定逐次呼吸的气体代谢参

数,能同步观察 6MWT 中 VO_2 与步行距离的相关性。该设备无线便携,轻巧灵活,对受试者的呼吸和行走状况影响甚少。

PVO_2 与 6MWT 步行距离的相关性分析,显示 PVO_2 与步行距离密切相关,两者呈线性关系, PVO_2 随步行距离增加而增加。在临床应用中,进行 6MWT 测出步行距离,可以推测出耗氧量,作为功能性指标,评估运动能力是可行的。

PVO_2 与身高呈良好的相关性,可能与身材高者步幅大,步行的速度较快有关,所以 6min 内完成的距离较长, PVO_2 也较高。而 PVO_2 与体重则无相关。

本研究发现 VO_2 与时间的关系呈曲线,在运动开始第 1min VO_2 陡直上升,2min 后上升缓慢,曲线变浅,并渐趋于低平。原因可能是肌肉收缩,经由肺的静脉血流迅速增加,心排出量突然增加,致使 VO_2 陡直上升,运动 2min 后 VO_2 逐渐达稳态。

本次 6min 步行试验,受试者平均最大心率仅占预计最大心率的 86%, PVO_2 达到平均预计最大耗氧量的 70%。但 PVCO_2 (1.649 L/min) 未超过 PVO_2 (1.669 L/min),气体交换率 <1 (平均 0.98),提示本 6MWT 未达到无氧阈,惜未测血气及乳酸证实。

6MWT 方法简单,价格低廉,不需极量运动试验所需的实验室和仪器,可用于年老体弱步行困难者。更重要的是,大多数充血性心力衰竭的患者不能达到正常人在峰值运动时的耗氧量平台。因此,相对于极量运动试验来说,6MWT 为次极量,无氧阈以下,较安全的运动负荷试验,能更准确地反映患者日常活动状态的病理生理状况。 PVO_2 是评价心功能的重要指标。本文证实 PVO_2 与步行距离有很好的相关性,对于心肺功能较差难以完成极量运动试验的患者,可选用 6MWT 评估心肺功能、评价治疗效果和预后。

在步行试验中,步行速度、鼓励性语言和所选走廊长度等不同因素会影响步行试验的步行距离^[8]。因此,6min 步行试验有待严格标准化以提高其准确性和可重复性。

参考文献

- [1] Quittan M, Wiesinger GF, Crevenna R, et al. Cross-cultural adaptation of the Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire for German-speaking patients [J]. J Rehabil Med, 2001, 33:182—186.
- [2] Cahalin LP, Mathier MA, Semigran MJ, et al. The six-minute walk test predicts peak oxygen uptake and survival in patients with advanced heart failure [J]. Chest, 1996, 110:325—331.
- [3] 惠海鹏,许顶立,刘煜,等. 6min 步行试验在充血性心力衰竭患者中的应用价值[J]. 现代康复, 2001, 5:36—37.
- [4] Cooper KH. A means of assessing maximal oxygen intake [J]. JAMA, 1968, 203:135—138.
- [5] Lipkin D P. The role of exercise testing in chronic heart failure [J]. Br Heart J, 1987, 58:559
- [6] Morales F J, Martinez A, Mendez M, et al. A shuttle walk test for assessment of functional capacity in chronic heart failure [J]. Am Heart J, 1999, 138(2 Pt 1):291—298.
- [7] 姜虹,戴闰柱. 心力衰竭患者心功能的评定——6min 步行试验与运动峰耗氧量对比研究 [J]. 临床心血管病杂志, 1995, 11(5): 270—272.
- [8] Lawrence C, Paul P, Stella P, et al. The relationship of the 6-min walk test to maximal oxygen consumption in transplant candidates with end-stage lung disease[J]. Chest, 1995, 108(2): 453—458
- [9] AST 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, 2003, 167(9): 1287
- [10] Wasserman K, Hansen JE, Sue DY, et al. Principles of exercise test and interpretation [M]. 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams, 1999. 143—164.

2007 年门诊实用疼痛注射及神经阻滞技术培训班通知

由中华医学会继续教育部和首都医科大学宣武医院疼痛科主办的“2007 门诊实用疼痛注射及神经阻滞技术新进展高级培训班”将于 2007 年 10 月 18 日—23 日在北京举办。邀请著名疼痛学专家严相默、宋文阁、倪家骧等专家讲授疼痛的门诊注射及神经阻滞技术。学习班既重视基本操作技能的培训,也注重该领域内技术新进展的介绍。学员可获得国家级继续教育学分 10 分。地址:北京市宣武区长椿街 45 号首都医科大学宣武医院疼痛诊疗科;联系人:杨惠婕;邮编 100053;传真(010)63175890;电话 13911907383, (010)83198161;E-mail: yanghuijie@vip.sina.com