

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2018.26.016  
文章编号: 1005-8982 (2018) 26-0088-04

## CPET 评价冠状动脉粥样硬化性 心脏病患者的临床意义

王岚<sup>1</sup>, 郭丹杰<sup>2</sup>, 牛亚芊芊<sup>1</sup>, 杨欣<sup>1</sup>, 韩春颖<sup>1</sup>

(北京大学人民医院 1. 心血管内科, 2. 科研处, 北京 100044)

**摘要: 目的** 探讨冠状动脉粥样硬化性心脏病(以下简称冠心病)对患者静息态及运动后的心脏功能的影响, 心肺运动试验(CPET)对冠心病患者的评价意义。**方法** 将 243 例行 CPET 患者分为冠心病组及对照组, 比较分析患者的一般资料、超声心动图、CPET 资料及合并疾病、冠心病病史和病变情况。**结果** 两组患者左室射血分数(LVEF)比较无差异( $P > 0.05$ ), 冠心病组峰值摄氧量低于对照组( $P < 0.05$ ), 冠心病组峰值摄氧量占预计值的百分比低于对照组( $P < 0.05$ )。**结论** 冠心病对患者运动后心脏储备功能的损伤早于对静息态 LVEF 的影响, 建议对冠心病患者行 CPET 并对运动后心脏储备功能进行评价。

**关键词:** 冠状动脉粥样硬化性心脏病; 射血分数; 心肺运动试验

**中图分类号:** R541.4

**文献标识码:** A

## Significance of cardiopulmonary exercise test in evaluation of patients with coronary heart disease

Lan Wang<sup>1</sup>, Dan-jie Guo<sup>2</sup>, Ya-qian-qian Niu<sup>1</sup>, Xin Yang<sup>1</sup>, Chun-ying Han<sup>1</sup>

(1. Department of Cardiology, 2. Research Department, Peking University People's Hospital, Beijing 100044, China)

**Abstract: Objective** To explore the effect of coronary heart disease (CHD) on cardiac function of patients in resting state and after exercises and evaluate the significance of cardiopulmonary exercise test (CPET) in patients with CHD. **Methods** In this study 243 patients who underwent CPET were studied and divided into two groups according to coronary angiogram, i.e. a CHD group ( $n = 174$ ) and a control group ( $n = 69$ ). Clinical manifestations, combined diseases, CHD situations, ultrasonic cardiogram and CPET data of the patients were collected and analyzed. **Results** The left ventricular ejection fraction (LVEF) had no significant difference between the CHD group and the control group ( $P > 0.05$ ). The peak oxygen consumption ( $VO_{2peak}$ ) in the CHD group was lower than that in the control group ( $P < 0.05$ ). The  $VO_{2peak}\%$  in the CHD group was declined and significant lower than that in the control group ( $P < 0.05$ ). The differences still existed after controlling the confounding effects of age, gender, smoking, hypertension, diabetes mellitus via covariance analysis. **Conclusions** The damage of CHD to cardiac reserve function after exercise is earlier than that to LVEF in resting condition. CPET should be performed to evaluate the cardiac reserve function in the patients with coronary heart disease.

**Keywords:** coronary heart disease; ejection fraction; cardiopulmonary exercise test

我国心血管疾病患者高达 2.9 亿, 且冠状动脉粥样硬化性心脏病(以下简称冠心病)患者死亡率仍呈

上升趋势<sup>[1]</sup>。冠心病仍是国民健康的首要威胁, 而患病后的心脏功能状态是决定患者生活质量及预后的重

收稿日期: 2018-01-17

[通信作者] 郭丹杰, E-mail: heartdanjie@medmail.com.cn; Tel: 13701351782

要因素。当前, 不仅可以利用超声心动图测量的左室射血分数 (left ventricular ejection fraction, LVEF) 来评估患者静息态下的心脏收缩功能状态, 随着心肺运动试验 (cardiopulmonary exercise testing, CPET) 的诞生和普及, 还可以评估患者运动后的心脏功能储备状态。目前冠心病对患者的静息态心脏功能及运动后的心脏储备功能的影响是否一致还有待进一步研究, 本文就 CEPT 对冠心病患者的评价意义进行探索。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选取 2014 年 1 月 -2016 年 8 月于北京大学人民医院行 CPET 患者 400 例, 删除重要资料不全的患者 (包括 CPET 前后 3 个月内冠状动脉造影资料及 CPET 1 周内超声心动图资料不全) 157 例, 最终入选患者 243 例。其中, 男性 176 例, 女性 67 例; 平均年龄 ( $55 \pm 11$ ) 岁。根据冠状动脉造影结果将患者分为冠心病组 174 例和对照组 69 例。冠心病组主要的冠状动脉 (前降支、回旋支及右冠) 或重要分支 (对角支、钝缘支及后降支) 存在任意一处或多处  $\geq 50\%$  的狭窄; 对照组冠状动脉造影未见任何主要冠状动脉或其重要分支存在  $\geq 50\%$  的狭窄。冠心病组患者中陈旧性心肌梗死患者 92 例 (52.9%); 已接受血运重建治疗的患者 143 例 (82.2%); 中位病变支数为 2 支 (1 ~ 3 支), 左主干病变 22 例 (12.6%), 前降支病变 149 例 (85.6%), 回旋支病变 103 例 (59.2%), 右冠病变 93 例 (53.4%)。

### 1.2 方法

**1.2.1 静息态心功能评估** 采用美国 GE 公司 Vivid 7 超声心动仪进行检测, 探头频率 4.0 MHz, 通过测量的 LVEF 反映静息态心脏收缩功能。于胸骨旁左室长轴切面 M 型超声下测量 LVEF 及左室舒张末内径 (left ventricular end-diastolic dimension, LVEDd), 若存在节段性室壁运动异常, 则进一步于心尖四腔切面在心室舒张末期进行心内膜描记, 以 Simpson 法计算的 LVEF 值为准。

**1.2.2 运动状态下心脏储备功能评估** 采用意大利 COSMED 公司的 QUARK PFT 4 ERGO 心肺运动仪及美国 GE 公司的平板运动仪进行试验, 通过 CPET 评估患者运动耐量。试验前根据 QUARK PFT 4 ERGO 心肺运动仪说明书进行气体定标和校准。采用 Bruce 分级平板运动方案, 每级 3 min。患者在 CPET 前不停用心血管药物 (包括  $\beta$  阻滞剂)。运动中严密监

测患者症状、血压、心电图及气体代谢变化。根据 2003 年《ATS/ACCF 心肺运动试验指南》, 出现下列情况之一即终止试验: ①胸痛、呼吸困难、面色苍白、乏力、头晕、下肢疼痛及站立不稳; ②心电图提示心肌缺血; ③二度或三度房室传导阻滞; ④收缩压下降  $>20$  mmHg; ⑤收缩压  $>250$  mmHg, 舒张压  $>120$  mmHg; ⑥自觉用力程度分级达 Borg 19 ~ 20 级<sup>[2]</sup>。主要 CPET 参数包括: 无氧阈及峰值时代谢当量、无氧阈时摄氧量、峰值摄氧量 (peak oxygen consumption,  $VO_{2peak}$ )、峰值摄氧量占预计值的百分比 (percent-predicted peak  $VO_2$ ,  $VO_{2peak\%}$ ) 及二氧化碳通气当量 (ventilatory equivalent of carbon dioxide,  $VE/VCO_2$ )。

### 1.3 统计学方法

数据分析采用 SPSS 21.0 统计学软件, 正态分布的计量资料以均数  $\pm$  标准差 ( $\bar{x} \pm s$ ) 表示, 比较用  $t$  检验, 非正态分布的计量资料以中位数和四分位间距  $M (P_{25}, P_{75})$  表示, 比较采用 Mann-Whitney  $U$  检验; 计数资料以率 (%) 表示, 比较用  $\chi^2$  检验, 协方差分析控制其他变量后探讨冠心病对 CPET 参数的影响,  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 两组患者临床资料比较

两组患者男性比例、年龄、吸烟比例、合并高血压及糖尿病比较, 差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。见表 1。

### 2.2 两组患者静息态心功能比较

冠心病组和对照组患者 LVEF 分别为 ( $62.3 \pm 11.3$ )% 和 ( $65.2 \pm 12.2$ )%, 两组比较, 差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。冠心病组和对照组患者 LVEDd 分别为 ( $5.1 \pm 0.6$ ) cm 和 ( $4.8 \pm 0.9$ ) cm, 两组比较, 差异有统计学意义 ( $t = -2.290, P = 0.023$ )。

### 2.3 两组患者运动状态下心脏储备功能比较

两组患者的 Bruce 分级、无氧阈时代谢当量、峰值代谢当量、无氧阈时摄氧量、 $VO_{2peak}$  及  $VO_{2peak\%}$  比较, 差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。见表 2。

笔者以峰值摄氧量为因变量, 以年龄、性别、吸烟、高血压及糖尿病为协变量, 以分组为自变量, 应用协方差分析控制其他因素的混杂影响后, 结果显示, 冠心病与其他因素无交互作用 ( $P = 0.709$ ), 冠心病是峰值摄氧量独立的影响因素 ( $P = 0.000$ )。

表 1 两组患者临床资料比较

组别	男性比例 /%	年龄 / (岁, $\bar{x} \pm s$ )	体重指数 / ( $\text{kg}/\text{m}^2$ , $\bar{x} \pm s$ )	吸烟 /%	合并疾病 /%			
					高血压	糖尿病	心力衰竭	肺部疾病
冠心病组 ( $n=174$ )	84.5	$56 \pm 10$	$25.3 \pm 2.9$	49.1	65.5	35.6	17.2	7.2
对照组 ( $n=69$ )	42.0	$51 \pm 12$	$25.0 \pm 4.1$	19.4	30.4	10.1	7.2	5.7
$\chi^2/t$ 值	44.591	-3.799	-0.826	17.363	24.628	15.785	3.234	0.192
$P$ 值	0.000	0.000	0.410	0.000	0.000	0.000	0.072	0.072

表 2 两组患者运动状态下心脏储备功能比较

组别	Bruce 分级 / 级, 无氧阈时代谢当量 / M (P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> ) [Mets, M (P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> ) ]	峰值代谢当量 / [Mets, M (P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> ) ]	VE/VCO <sub>2</sub> / ( $\bar{x} \pm s$ )	无氧阈时摄氧量 / [ml/ ( $\text{kg} \cdot \text{min}$ ), $\bar{x} \pm s$ ]	VO <sub>2peak</sub> / [ml / ( $\text{kg} \cdot \text{min}$ ), $\bar{x} \pm s$ ]	VO <sub>2peak</sub> % / [%, M (P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> ) ]	
	冠心病组 ( $n=174$ )	3 (2, 3)	4.7 (4.0, 5.1)	6.3 (5.5, 7.5)	$33.4 \pm 4.9$	$16.2 \pm 3.6$	$22.4 \pm 4.6$
对照组 ( $n=69$ )	4 (3, 4)	5.0 (4.4, 5.5)	7.4 (6.5, 8.6)	$33.7 \pm 5.6$	$17.6 \pm 3.3$	$25.7 \pm 4.7$	95 (82, 110)
$\chi^2/t/Z$ 值	-5.501	-2.729	-4.608	0.420	2.705	5.012	-5.567
$P$ 值	0.000	0.006	0.000	0.675	0.007	0.000	0.000

### 3 讨论

冠状动脉病变导致的心肌缺血最终会对心脏功能产生不良影响,国内数据显示,冠心病已成为目前我国心力衰竭的首要病因<sup>[3]</sup>。冠心病特别是心肌梗死可能导致不同程度的左室重构及LVEF下降<sup>[4-5]</sup>,而LVEF则是评估冠心病预后的重要因子,我国冠心病康复与二级预防专家共识已明确建议应用LVEF对冠心病患者进行危险分层<sup>[6]</sup>。虽然LVEF简便易得,但静息态下超声心动图测得的LVEF仅反映患者安静状态下的心功能,而不能反映运动后的心脏储备能力。有研究显示,心功能NYHA II级与NYHA III、IV级的患者LVEF并无差异,提示LVEF往往不能敏感及时的反映患者临床心功能状态<sup>[7]</sup>。因此冠心病患者不同状态下心脏功能状态均需分别评估与研究。

本文结果显示两组患者LVEDd比较有差异,提示冠心病患者已出现一定程度的左室重构,但两组患者LVEF比较无差异。心肌梗死是冠心病左室重构的主要原因,而血运重建治疗则可挽救或一定程度上阻止冠心病患者心功能的恶化<sup>[4, 8-9]</sup>。

笔者评估比较了两组患者的CPET参数,结果显示冠心病组患者运动试验Bruce分级低于对照组,且无氧阈及峰值时的代谢当量及摄氧量均低于对照组。我国《冠心病康复与二级预防中国专家共识》中的冠心病危险分层定义代谢当量储备 $>7\text{Mets}$ 为低

危, $<7\text{Mets}$ 为中危或高危<sup>[6]</sup>。VO<sub>2peak</sub>及VO<sub>2peak</sub>%亦是反映患者运动后心功能及活动耐量的良好指标。VO<sub>2peak</sub>可反映人体在运动时的最大耗氧能力,故VO<sub>2peak</sub>可良好反映患者的运动耐力<sup>[2]</sup>。2016年EACPR/AHA联合颁布的CPET指南已明确指出,VO<sub>2peak</sub>可以作为心功能分级的评价指标,并指导预后<sup>[10]</sup>。同时,对于冠心病患者(无论是心肌梗死后,CABG术后或是缺血性心肌病)VO<sub>2peak</sub>均是判断其危险分层并预测远期预后的重要指标<sup>[11]</sup>。而VO<sub>2peak</sub>%既是心肌缺血的危险分级,又是评价心功能的预后指标<sup>[11-13]</sup>。目前指南定义VO<sub>2peak</sub>低于预计值的84%时为VO<sub>2peak</sub>降低<sup>[14]</sup>。本文结果显示冠心病组运动后的心脏储备功能低于对照组,提示在静息态LVEF正常的情况下,冠心病患者的运动后心脏功能已经有所下降,冠心病对患者运动心脏功能的损伤早于对静息态心功能的影响。

综上所述,本文评估了冠心病患者静息态及运动态的心脏功能,结果显示冠心病患者在静息态LVEF尚未受到影响的情况下已经出现了运动后的心脏储备功能的降低,冠心病对患者运动后心脏储备功能的损伤早于对静息态LVEF的影响。单用LVEF无法及时敏感地评估患者的心脏功能,建议早期对冠心病患者完善CPET以评估其运动耐量,并给予积极的干预治疗。

## 参 考 文 献:

- [1] 中国心血管病报告编写组. 中国心血管报告 2014 概要 [J]. 中国循环杂志, 2015, 30(7): 617-622.
- [2] American Thoracic Society, American College of Chest Physicians. ATS/ACCP statement on cardiopulmonary exercise testing[J]. Am J Respir Care Med, 2003, 167(2): 211-277.
- [3] 裴志勇, 赵玉生, 李佳月, 等. 慢性心力衰竭住院患者病因学及近期预后的 15 年变迁 [J]. 中华心血管病杂志, 2011, 39(5): 434-439.
- [4] 郭雪薇, 王雪里红, 马玉山, 等. 影响冠心病左室重塑及心功能的多种因素 [J]. 中华心血管病杂志, 2004, 32(11): 992-995.
- [5] RICHARDS A M, NICHOLLS M G, TROUGHTON R W, et al. Antecedent hypertension and heart failure after myocardial infarction[J]. J Am Coll Cardiol, 2002, 39(7): 1182-1188.
- [6] 中华医学会心血管病学分会, 中国康复医学会心血管病专业委员会, 中国老年学学会心脑血管病专业委员会. 冠心病康复与二级预防中国专家共识 [J]. 中华全科医师杂志, 2014, 13(5): 340-348.
- [7] 卢志南, 孙兴国, 胡盛寿, 等. 应用峰值摄氧量、N 末端 B 型利钠肽原和超声心动图评估慢性心力衰竭患者心功能的比较 [J]. 中华心血管病杂志, 2015, 43(3): 206-211.
- [8] DAUBERT M A, MASSARO J, LIAO L, et al. High-risk percutaneous coronary intervention is associated with reverse left ventricular remodeling and improved outcomes in patients with coronary artery disease and reduced ejection fraction[J]. Am Heart J, 2015, 170(3): 550-558.
- [9] 田杰, 卢建刚, 曾秋蓉, 等. 冠状动脉支架植入术对老年冠心病患者心肌纤维化和左心功能的影响 [J]. 中华老年医学杂志, 2015, 34(1): 23-26.
- [10] GUAZZI M, ARENCA R, HALLE M, et al. 2016 Focused Update: Clinical Recommendations for Cardiopulmonary Exercise Testing Data Assessment in Specific Patient Populations[J]. Circulation, 2016, 133(24): e694-e711.
- [11] KAVANAGH T, MERTENS D J, HAMM L F, et al. Prediction of long-term prognosis in 12169 men referred for cardiac rehabilitation[J]. Circulation, 2002, 106(6): 666-671.
- [12] GUAZZI M, ADAMS V, CONRAADS V, et al. EACPR/AHA Scientific Statement. Clinical recommendations for cardiopulmonary exercise testing data assessment in specific patient populations[J]. Circulation, 2012, 126(18): 2261-2274.
- [13] OSMAN A F, MEHRA M R, LAVIE C J, et al. The incremental prognostic importance of body fat adjusted peak oxygen consumption in chronic heart failure[J]. J Am Coll Cardiol, 2000, 36(7): 2126-2131.
- [14] 中国康复医学会心血管病专业委员会, 中国老年学学会心脑血管病专业委员会. 慢性稳定性心力衰竭运动康复中国专家共识 [J]. 中华心血管病杂志, 2014, 42(9): 714-720.

(李科 编辑)