

· 老年人心肺运动试验与心肺疾病专栏 ·

老年冠心病患者心肺运动试验特点

罗 勤¹, 柳志红^{1*}, 马秀平¹, 姚 民², 赵智慧¹

(中国医学科学院北京协和医学院阜外医院心内科, 国家心血管病中心心血管病国家重点实验室: ¹肺血管病中心; ²冠心病中心, 北京 100037)

【摘要】目的 了解老年冠心病患者心肺运动试验(CPET)特点。**方法** 选择2010年10月至2014年10月在阜外医院心内科住院行冠状动脉造影, 并进行CPET的老年患者, 除外急性心肌梗死、左心室射血分数(LVEF) < 55%、恶性心律失常, 合并肺部疾病、肺血管疾病、神经肌肉疾病或贫血等, 根据冠状动脉造影检查结果分为两组, 冠心病组33例和非冠心病组17例, 比较其CPET参数。**结果** 共入选患者47例, 平均年龄(62.6 ± 4.3)岁, 男性32例, 女性15例。两组患者年龄、性别、体质指数、吸烟史、高血压及糖尿病病史无明显差异, 超声心动图左心室舒张末内径(LVEDD)及LVEF无明显差异。CPET结果显示, 冠心病组峰值氧耗量(peak VO₂)和峰值VO₂占预计值的百分比(peak VO₂%)分别为(1158.4 ± 286.4) ml/min和(60.5 ± 13.4)%, 非冠心病组分别为(1382.2 ± 337.9) ml/min和(83.6 ± 14.5)%, 冠心病组较非冠心病组明显降低, $P < 0.05$ 。冠心病组峰值氧脉搏(peak VO₂/HR)明显低于非冠心病组, 分别为(10.7 ± 1.6)和(9.5 ± 1.5) ml/(min · beat), $P = 0.038$ 。冠心病组氧耗量与功率比值斜率(VO₂/WR slope)明显低于非冠心病组, 分别为(7.8 ± 0.9)和(6.5 ± 1.5) ml/(min · W), 但无氧代谢阈值(AT)及通气效率等无明显差异。**结论** 老年冠心病患者运动耐量较非冠心病患者明显降低, 可能与冠心病患者运动时心肌缺血左心室功能不全导致心排量降低有关。

【关键词】 冠心病; 心肺运动试验; 老年人

【中图分类号】 R541.4

【文献标识码】 A

【DOI】 10.11915/j.issn.1671-5403.2015.03.043

Features of cardiopulmonary exercise testing in elderly patients with coronary arterial disease

LUO Qin¹, LIU Zhi-Hong^{1*}, MA Xiu-Ping¹, YAO Min², ZHAO Zhi-Hui¹

(¹Center for Pulmonary Vascular Diseases, ²Center for Coronary Arterial Diseases, Fuwai Hospital, National Center for Cardiovascular Diseases, Chinese Academy of Medical Sciences and Peking Union Medical College, Beijing 100037, China)

【Abstract】Objective To investigate the features of cardiopulmonary exercise testing (CPET) in elderly patients with coronary arterial disease (CAD). **Methods** A prospective study was carried out on the elderly patients who hospitalized and underwent coronary angiography and CPET in our center from October 2010 to October 2014. Those patients with acute myocardial infarction, pulmonary disease, left ventricular ejection fraction less than 55% or anaemia were excluded. The obtained 47 patients were divided into CAD ($n = 33$) and non-CAD groups ($n = 17$) according to the results of coronary angiography. Valuables of CPET were compared between the 2 groups of patients. **Results** The cohort was at an age of (62.6 ± 4.3) years, and included 33 males and 15 females. There was no significant difference in gender, age, body mass index, and histories of cigarettes, hypertension and diabetes. No obvious difference was either seen in left ventricular end diastolic diameter (LVEDD) or left ventricular ejection fraction. CPET results showed that peak VO₂ and percentage of it to expected value were lower in CAD group than in non-CAD group [(1158.4 ± 286.4) vs (1382.2 ± 337.9) ml/min], (60.5 ± 13.4)% vs (83.6 ± 14.5)%, $P < 0.05$]. Peak VO₂/HR was also lower in the former than in the latter group [(9.5 ± 1.5) vs (10.7 ± 1.6) ml/(min · beat), $P = 0.038$]. Compared with non-CAD group, VO₂/WR slope was decreased in CAD group [(7.8 ± 0.9) vs (6.5 ± 1.5) ml/(min · W)]. However, there was no difference in anaerobic threshold (AT) or ventilatory equivalent ratio of oxygen and carbon dioxide (VE/VCO₂) between the 2 groups. **Conclusion** Exercise tolerance is decreased in the elderly CAD patients than those without CAD, which may be associated with lower cardiac output for left ventricular dysfunction due to myocardial ischemia.

【Key words】 coronary arterial disease; cardiopulmonary exercise testing; aged

Corresponding author: LIU Zhi-Hong, E-mail: liuzhihong@fuwai.com

心肺运动试验 (cardiopulmonary exercise testing, CPET) 是指通过心肺循环系统、造血系统、肌肉骨骼系统以及患者的精神心理状态在运动中的总反应, 得出相关血流动力学及氧代谢动力学的参数值, 从而对患者的心肺循环系统的功能以及患者的运动耐受能力进行准确的判断。冠心病患者常表现为运动耐力降低或轻中度运动时疲乏, 可由CPET进行客观评估。研究显示, 冠心病患者中CPET测定的峰值氧耗量 (peak oxygen consumption, peak VO_2) 每增加1ml/(kg·min), 心血管病死亡率降低10%^[1-3], 可见评价冠心病患者运动耐力尤为重要。本研究回顾性地分析了我院冠状动脉造影确诊的老年冠心病患者CPET特点。

1 对象与方法

1.1 研究对象

入选2010年10月至2014年10月入住阜外医院心内科19病区并进行冠状动脉造影和CPET的老年患者。根据冠状动脉造影检查结果分为两组, 即冠心病组和非冠心病组。除外急性心肌梗死、LVEF < 55%、恶性心律失常, 合并肺部疾病、肺血管疾病、神经肌肉疾病或贫血等患者。

1.2 方法

超声心动图: Philips IE33彩色多普勒超声诊断系统, 测量左心房舒张末内径 (left atrial end-diastolic dimension, LAEDD)、左心室舒张末内径 (left ventricular end-diastolic dimension, LVEDD) 及左心室射血分数 (left ventricular ejection fraction, LVEF)。

心肺运动试验: 采用心肺运动试验仪 (COSMED公司, 意大利) 进行静息肺功能测试, 用踏车进行最大 (症状限制性) 递增运动试验。患者在医师的监督下进行症状限制的功率递增式直立踏车运动试验, 气体交换采用逐次呼吸测量系统。在静息3min、无负荷运动3min、功率持续递增 (斜坡式) 至最大运动及停止运动后3min时分别测定, 运动试验功率递增部分在8~10min内结束。在安全的前提下, 鼓励患者尽可能坚持运动。如患者出现不适自认为必须停止时, 则及时终止试验。如果患者收缩压或平均血压下降 > 10mmHg、出现明显的心律失常、ST段压低 $\geq 3\text{mm}$ 或患者不能维持踏车速度 > 40转/min应终止运动。功率递增幅度根据患者日常运动量、运动强度和心肺功能状况决定。选择的功率递增方案有10、15、20、25、30W/min; 气体交换采用逐次呼吸测量系统。

冠状动脉造影: 应用INOVA血管造影机, 由心内科冠状动脉介入专业医师操作, 选择性多体位照射行左、右冠状动脉造影, 用电影记录资料评估右冠、左主干、左前降支、左回旋支及其大分支狭窄程度。冠心病诊断标准: 至少1支主要冠状动脉或其分支内径 > 50%狭窄。

1.3 统计学处理

采用SPSS13.0统计学软件对数据进行分析。连续性变量采用 $\bar{x} \pm s$ 表示; 两组间均数的比较采用独立样本 t 检验; 两组间计数资料比较采用 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

共入选患者47例, 年龄 (62.6 ± 4.3) 岁, 男性32例, 女性15例。冠心病组与非冠心病组两组患者基线资料如表1所示, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。

两组患者CPET参数如表2所示, 非冠心病组与冠心病组患者所采用运动试验递增方案相似 [(17.6 ± 4.5) vs (18.5 ± 3.7) W, $P = 0.535$], 两组患者最大功率也无明显差异 [(105.2 ± 31.2) vs (110.3 ± 26.7) W, $P = 0.635$]。冠心病组peak VO_2 、peak $\text{VO}_2\%$ 及峰值氧脉搏 (peak oxygen consumption/heart rate, peak VO_2/HR) 均明显降低; 非冠心病组中11例因为双下肢疲乏停止运动 (78.5%), 3例因胸痛或气短停止运动 (21.5%), 而冠心病组中15例因胸痛或气短 (45.5%)、16例因双下肢疲乏 (48.5%)、2例因口干 (6%) 停止运动。冠心病组患者6例为振荡呼吸, 非冠心病组未见明显呼吸模式异常。

3 讨论

本研究显示冠心病患者peak VO_2 、peak VO_2/HR 及氧耗量与功率比值斜率 (oxygen consumption/work rate slope, $\text{VO}_2/\text{WR slope}$) 较非冠心病患者明显降低。Peak VO_2 反映心输出量和心脏储备功能; 氧脉搏 (VO_2/HR) 是指每一次心搏时摄取氧或氧进入肺血管的量。在排除了肺部疾患、贫血、运动障碍和应用 β 受体阻滞剂等因素后, 上述这些指标的变化主要与心肌组织和 (或) 血管功能受损有关。为了达到最大运动, 采取逐渐增加斜坡式运动的方案, 随着功率增加心排血量相应增加, 心排血量的增加主要通过增加心搏出量和心率。正常生理条件下, 心血管适应性改变导致 VO_2/HR 逐渐增加, VO_2/WR 增加呈线性关系, $\text{VO}_2/\text{WR slope}$ 大约为10ml/(min·W), 并且心率与 VO_2 也呈线性增加至峰值。如果冠状动脉狭窄, 心肌供血减少, 不

表1 冠心病组和非冠心病组基线资料
Table 1 The demographic data of all subjects

Item	Non-CAD group (n = 14)	CAD group (n = 33)	P value
Age(years, $\bar{x} \pm s$)	60.9 $\pm$ 2.5	63.2 $\pm$ 4.7	0.092
Male/Female(n/n)	9/5	23/10	0.484
BMI(kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	25.3 $\pm$ 3.5	25.3 $\pm$ 3.2	0.691
Smoking[n(%)]	6 (42.86)	12 (36.36)	0.747
Hypertension[n(%)]	9 (64.29)	23 (69.70)	0.071
Diabetes[n(%)]	8 (57.14)	15 (45.45)	0.481
β -Blocker[n(%)]	12 (85.71)	29 (87.88)	0.587
CCB[n(%)]	7 (50.0)	17 (51.51)	0.588
LVEDD(mm, $\bar{x} \pm s$)	45.9 $\pm$ 4.1	46.2 $\pm$ 4.3	0.836
LVEF(%, $\bar{x} \pm s$)	63.2 $\pm$ 5.8	64.0 $\pm$ 4.9	0.691

CAD: coronary arterial disease; BMI: body mass index; CCB: calcium channel blocker; LVEDD: left ventricular end-diastolic diameter; LVEF: left ventricular ejection factor

表2 冠心病组和非冠心病组心肺运动试验CPET参数
Table 2 Results of cardiopulmonary exercise testing of patients with or without coronary arterial disease ($\bar{x} \pm s$)

Item	Non-CAD group(n = 14)	CAD group(n = 33)	P value
VO ₂ @AT(ml/min)	955.3 $\pm$ 201.3	930.4 $\pm$ 254.9	0.73
VO ₂ /kg@AT[ml/(min · kg)]	14.3 $\pm$ 3.2	12.9 $\pm$ 3.3	0.21
Peak VO ₂ (ml/min)	1382.2 $\pm$ 337.9	1158.4 $\pm$ 286.4	0.048
Peak VO ₂ /kg[ml/(min · kg)]	20.9 $\pm$ 4.6	16.5 $\pm$ 4.3	0.004
Peak VO ₂ %	83.6 $\pm$ 14.5	60.5 $\pm$ 13.4	0.000
Peak VO ₂ /HR[ml/(min · beat)]	10.7 $\pm$ 1.6	9.5 $\pm$ 1.5	0.038
PetCO ₂ @AT(mmHg)	38.7 $\pm$ 3.2	38.8 $\pm$ 7.2	0.959
PetCO ₂ @peak(mmHg)	39.1 $\pm$ 3.8	40.1 $\pm$ 5.0	0.504
PetO ₂ @AT(mmHg)	103.7 $\pm$ 3.9	104.7 $\pm$ 4.4	0.467
PetO ₂ @peak(mmHg)	109.4 $\pm$ 3.6	110.7 $\pm$ 6.1	0.494
VE/VCO ₂ @AT	29.9 $\pm$ 2.4	29.9 $\pm$ 4.1	0.397
VE/VCO ₂ @peak	29.7 $\pm$ 2.9	29.9 $\pm$ 4.1	0.219
VE/VCO ₂ slope	28.0 $\pm$ 2.9	27.3 $\pm$ 4.2	0.524
VO ₂ /WR slope[ml/(min · W)]	7.8 $\pm$ 0.9	6.5 $\pm$ 1.5	0.006

CAD: coronary arterial disease; VO₂: oxygen consumption; AT: anaerobic threshold; peak VO₂: peak oxygen consumption; HR: heart rate; PetCO₂: end-tidal partial pressure of carbon dioxide; PetO₂: end-tidal partial pressure of oxygen; VE: minute ventilation volume; VCO₂: carbon dioxide production; WR: work rate. 1mmHg=0.133kPa

能维持随着运动增加所需的心肌供氧, 心肌节段性缺血、低氧出现收缩异常或心肌收缩不协调, 将导致左室功能不全, VO₂/HR和VO₂/WR降低。

当超过局部缺血功率阈值时心搏出量降低, 相对VO₂, 心率增加过快, 进行补偿。与不能维持的心排出量相平行, VO₂/WR出现平台, VO₂/HR降低或不能逐渐增加。Klaninman等^[4]研究了58例行CPET和心肌核素扫描患者, 发现peak VO₂/HR在症状性心肌缺血患者存在明显差异。随后, 相似的研究^[5]报道了46例冠心病患者运动心肌核素扫描, 分析VO₂/HR对运动的反应, 发现左心室对运动的反应和VO₂/HR反应呈高度相关。另有研究显示, 心绞痛发生在达到无氧代谢阈值(anaerobic threshold, AT)之前, 以及静息状态下超声心动图即有左心室功能异常的冠心病患者VO₂/HR降低更明显。本研究发现, 尽管超声心动图显示两组患者LVEF差异无统计

学意义, 舒张功能也未见明显差异, 但peak VO₂及VO₂/HR明显降低, 反映冠心病患者运动过程中出现了左心室功能不全。此外, 既往研究^[6,7]显示, 运动振荡呼吸是心力衰竭患者的一种特殊呼吸类型, 在LVEF降低和LVEF保留的心力衰竭患者中类似, 本研究中冠心病组患者LVEF均正常, 其中有6例为振荡呼吸, 而非冠心病组未见该种呼吸类型, 因此, 也提示冠心病患者运动过程中存在LVEF保留的左心室功能不全。

总之, 冠心病患者运动耐量下降, 可能与冠心病患者心肌缺血所致左心室功能不全有关。CPET对于冠心病患者的诊断、疗效评估及指导治疗具有重要意义。

【参考文献】

- [1] Kavanagh T, Mertens DJ, Hamm LF, et al. Peak oxygen

- intake and cardiac mortality in women referred for cardiac rehabilitation[J]. J Am Coll Cardiol, 2003, 42(12): 2139-2143.
- [2] Laukkanen JA, Kurl S, Salonen R, *et al.* The predictive value of cardiorespiratory fitness for cardiovascular events in men with various risk profiles: a prospective population-based cohort study[J]. Eur Heart J, 2004, 25(16): 1428-1437.
- [3] Vanhees L, Fagard R, Thijs L, *et al.* Prognostic significance of peak exercise capacity in patients with coronary artery disease[J]. J Am Coll Cardiol, 1994, 23: 358-363.
- [4] Klainman E, Kusniec J, Stern G, *et al.* Contribution of cardiopulmonary indices in the assessment of patients with silent and symptomatic ischemia during exercise testing[J]. Int J Cardiol, 1996, 53(3): 257-263.
- [5] Klainman E, Fink G, Lebzelter J, *et al.* The relationship between left ventricular function assessed by multigated radionuclide test and cardiopulmonary exercise in patients with ischemic heart disease[J]. Chest, 2002, 121(3): 841-845.
- [6] Guazzi M, Myers J, Peberdy MA, *et al.* Exercise oscillatory breathing in diastolic heart failure: prevalence and prognostic insights[J]. Eur Heart J, 2008, 29(22): 2751-2759.
- [7] Matsuki R, Kisaka T, Ozono R, *et al.* Characteristics of patients with severe heart failure exhibiting exercise oscillatory ventilation[J]. Clin Exp Hypertens, 2013, 35(4): 267-262.
- (编辑: 刘子琪)

· 消 息 ·

欢迎订阅《中华老年心脑血管病杂志》

《中华老年心脑血管病杂志》是由解放军总医院主管、主办的医学专业学术期刊。1999年12月创刊, 2000年纳入国家科技统计源期刊。2004年4月被确定为中国医药卫生核心期刊, 同年10月获全军期刊优秀学术质量奖。主要报道老年心脏疾病、脑部疾病、血管系统疾病的临床诊断及治疗等相关内容, 包括临床研究、基础研究、影像学、遗传学、流行病学、临床生化检验与药物、手术和介入治疗以及有关预防、康复等。主要栏目有指南与共识、专家论坛、述评、临床研究、基础研究、循证医学荟萃、继续教育园地、综述、病例报告、短篇报道、经验交流、读者·作者·编者等, 是一本具有可读性和指导性的杂志。本刊为月刊, 大16开本, 96页, 铜版纸印刷, 每期订价15.00元, 全年180.00元。邮发代号: 2-379, 国内统一刊号: CN 11-4468/R, 国际标准刊号: ISSN 1009-0126。欲订本刊的单位及读者请到各地邮局办理订购手续或直接汇款至本刊编辑部。

地址: 100853 北京市复兴路28号《中华老年心脑血管病杂志》编辑部

电话: 010-66936463

E-mail: zhlnxnxg@sina.com.cn

网址: <http://www.zhlnxnxg.com.cn>