

·综述·

心肺运动试验应用于冠心病康复领域的研究进展*

朱慧楠¹ 霍勇¹ 张岩¹

心肺运动试验(cardiopulmonary exercise testing, CPET)是指在运动状态下,对受试者的心肺功能进行联合测定和综合评估。运动中气体代谢指标的测定使其在提供心肺功能信息方面优于常规运动试验。分级运动试验可定量测定心脏的功能状态,并可发现限制运动能力的潜在因素。

CPET始于20世纪50年代,1973年Wasserman等报道了气体变化参数,早期报道多侧重于肺部疾病时运动心肺功能的特点,1982年Weber等报道了CPET应用于慢性心力衰竭患者测定的经验,1990年Wasserman等提出了应用运动气体代谢指标建立康复方案及其在康复进程中监测作用的重要性。近二十余年来,CPET与计算机的紧密结合使其测定技术有了飞跃的发展。在欧美,CPET应用于心肺疾病功能评定的报道逐年增多,心脏康复也深入到心血管疾病的各个领域,成为临床治疗的一个重要方面。国内CPET应用较晚,心脏康复也还在起步阶段。以往的运动试验评估侧重于心电图的变化,较少涉及代谢和其他方面的指标,CPET能够更精确、全面地评价冠心病患者的心肺功能,更可靠地提供运动康复的指导,在冠心病运动康复领域有重要意义。CPET总体是安全的,运动导致患者死亡率为2/10万—5/10万^[1]。冠心病康复运动的适应证包括急性心肌梗死(无并发症或并发症已得到控制)、经皮冠状动脉介入治疗(percutaneous transluminal coronary intervention, PCI)术后、稳定型心绞痛和冠状动脉搭桥(coronary artery bypass grafting, CABG)术后,本文就冠心病康复及应用心肺运动试验评估冠心病康复领域的研究进展做一综述。

1 在急性心肌梗死康复中的应用

运动康复是急性心肌梗死(acute myocardial infarction, AMI)治疗的重要组成部分。早年的AMI患者曾被要求卧床6—8周,半个世纪以来AMI后早期活动的益处被逐渐认识,早期运动康复能避免长期卧床的不利影响,改善患者的身心状态,提高运动能力,延缓冠心病的发展进程,减少冠脉事件的复发。1963年WHO成立了心血管病康复专家委员会,肯定了AMI康复疗法到70年代,AMI早期运动在英、美等国掀起了研究热潮^[2],1973年Wenger等首先发表了以运动疗法为基础的AMI康复程序疗法,1991年美国心肺康复学会发表了《心脏康复程序指南》;2004年美国《心脏康复和二级预防程序指南》第4版更新出版。国内1991年中国康复医学会心血管病专业委员会成立,目前《中国心肌梗死康复程序参考方案》试行稿第4版已出版。近二十年来,AMI患者的早期康复治疗在许多欧美国家推广普及,我国AMI患者的运动康复治疗仍处于起步阶段。

国内应用CPET评估AMI运动康复的研究少见。有研究报道早期运动康复治疗使AMI患者生活自理能力增强,平均住院日、平均住院花费均降低,两年内AMI再发率降低^[3-4];

康复训练后胆固醇水平降低,主观用力感觉(ratings of perceived exertion, RPE)等指标均有改善,有氧运动能力增强^[5]。国外荟萃分析显示,对AMI患者进行健康教育、心理支持及运动训练的综合康复治疗,可以使总病死率降低20%—25%^[6-7]。Goto等^[8]的研究中观察了13685名AMI患者,21.0%患者进行了运动康复治疗,认为对于无严重AMI并发症的患者,出院前在监护下进行运动功能评定是必要的,早期的运动康复训练是安全的。而Fujiwara等^[9]观察了家庭非监视步行训练对急性心肌梗死恢复期患者的影响,根据RPE分级制定运动处方,于出院前、出院后1个月及1年行CPET,结果显示运动康复训练后患者AT水平和peak VO₂均增加。

心率恢复(heart rate recovery, HRR)定义为运动后1min心率下降, HRR反映迷走神经功能,是冠心病死亡率的强有力的预测因素。Giallauria等^[10]的研究中入选AMI后老年人268例,结果显示运动康复后VO_{2peak}增加, CO₂通气当量斜度(VE/VC O₂ slope)增加, HRR增加, 康复组VO_{2peak}和VE/VC O_{2slope}变化与HRR改善相关(分别为 $r=-0.865$, $r=-0.594$, $P<0.01$)。Giallauria^[11]等研究了长期运动康复训练对急性心肌梗死后HRR的影响,患者经过3个月的运动训练后分为两组,康复组患者按家庭运动康复程序继续训练,结果康复组VO_{2peak}和HRR继续增加,而对照组VO_{2peak}和HRR较梗死后3个月水平下降,认为长期进行康复训练对维持和改善心血管功能和HRR是有益的。Carunchio等^[12]的研究中入选无并发症的AMI患者,康复组进行为期8周的康复锻炼后,AT、VO_{2peak}较对照组增加,心率变异性变化显著,认为康复训练能增加运动耐量和副交感神经功能,改善AMI患者的交感及副交感平衡。

近年来认为AMI后血浆脑钠肽(brain natriuretic peptide, BNP)或N末端脑钠肽前体(NT pro-BNP)水平与左室重构过程密切相关,持续高水平预示左室重构的进展^[13-14]。有研究提出NT pro-BNP作为左室重塑的生物学标记参数与CPET一同应用于AMI后运动的评估。Giallauria^[15]等的研究测定了AMI患者基线和康复训练3个月后的NT-pro-BNP水平及CPET参数,结果运动组NT-pro-BNP水平下降,VO_{2peak}、最大运动负荷功率(Power_{max})增加, Power_{max}/VO_{2peak}增加, NT-pro-BNP水平与VO_{2peak}呈负相关,对照组NT-pro-BNP水平、运动参数没有显著变化。国内姜鳌峰等^[16]也观察了运动对无并发症AMI患者血清NT-pro-BNP水平的影响,认为运动可改善AMI患者心脏收缩功能,限制左室的异常重构。左室重构改善的机制可能与运动使室壁张力下降,增加

* 基金项目:“十一五”国家科技支撑计划资助项目(2006BAI01A02)

1 北京大学第一医院心内科,北京西城区西什库大街,100034

作者简介:朱慧楠,女,副主任医师,在职硕士研究生(现在北京老年医院心内科工作)

收稿日期:2008-08-07

冠状动脉血流和侧支循环的建立,改善外周及心肌灌注,促进坏死周围存活细胞的功能恢复,减少运动时诱导心肌缺血发生有关^[17]。Ikeda 等^[18]报道运动后血浆 N 末端利钠肽(NT-ANP)水平是制定 AMI 心脏康复运动处方的有用参数。

2 在经皮冠状动脉介入治疗后康复中的应用

基于国内、外尚无经皮冠状动脉介入治疗(PCI)后规范化康复程序,中国康复医学会心血管病专业委员会制定了中国经皮冠脉介入治疗的康复程序^[19],该程序包括急诊 PCI 后一周的康复程序,择期 PCI 后康复程序和 PCI 后二级康复预防程序。

有研究显示^[20],康复运动能使患者一氧化氮(NO)生成增加,内皮素(ET-1)生成减少,在一定程度上减少 PCI 术后再次狭窄的发生,常规治疗组和康复治疗组术前、术后即刻冠脉造影冠脉狭窄程度相似,通过有氧运动,康复治疗组近端冠脉增粗、横切面积加大,术后剩余管腔狭窄程度减少^[21],再狭窄发生率下降^[22-23]。康复运动使术后血管内皮功能明显改善,并使术后心理生理状况得到改善^[24],对患者进行包括康复运动、饮食指导、戒烟戒酒、压力管理、心理疏导在内的综合康复指导,可以改善血脂异常,延缓冠心病的进展^[25-27]。

CPET 是冠心病 PCI 术后心肺功能评价的一种有效的方法。有研究显示^[28-29]PTCA 术后患者 VO_{2peak} 、AT、氧脉搏(O_2 pulse)、氧脉搏斜度(O_2 pulse slope)均较术前增加。冠脉血运重建能改善患者的心肺功能及运动能力^[30-31]。Adachi 等^[32]报道了 PCI 术后 4 个月经冠脉造影证实无再狭窄的患者中, VO_2 时间常数较术前显著缩短, VO_{2peak} 显著增加;而在发生再狭窄的患者中这些参数没有得到改善。Lan 等^[33]选择 PCI 术后患者在无氧阈水平进行运动康复训练,在无再狭窄的患者中 VO_{2peak} 、 O_2 peak pulse、最大负荷功率(peak work rate)显著改善,且在术后 6 周时即可见效。国内 CPET 应用于评价 PCI 术后运动康复的报道少见,陈刚等^[34]对 15 例患者 PCI 术前后和康复训练后进行运动心肺功能评定,结果显示 PCI 术后患者的运动时间和最大运动负荷量明显提高,运动中的最大心率和心率增值显著提高,运动诱发的心电图 ST 段压低显著改善,最大代谢当量(Mets)、每分通气量(VE)和最大氧耗量(VO_{2max})显著提高,康复运动训练 8—12 周后患者的运动时间显著延长,Mets、VE 和 VO_{2max} 进一步显著提高。张宝慧等^[35]报道了应用 CPET 评价 15 例 PTCA 术后患者的运动康复,认为 CPET 是评定冠心病患者 PCI 术后有氧、无氧能力的客观指标,也是评估运动耐力和生存质量的敏感指标。

3 在冠状动脉旁路移植术后康复中的应用

冠状动脉旁路移植术(CABG)后的康复程序、运动处方与 AMI 后的康复疗法相似,康复的效果更好,因为 CABG 术后冠状动脉血流已经得到改善。康复的分期也和 AMI 后康复疗法一样,分为住院心脏康复、过渡性心脏康复和门诊心脏康复。郭兰等^[36]的研究显示,CABG 后康复组较对照组下床活动时间、出院时间明显缩短,肺炎及并发症明显减少,心理情况明显稳定,复工率明显增加。Engblom 等^[37]报告 CABG 术后患者参加基于运动和咨询的康复程序,随访 5 年体力活动能力

好于对照组,感觉自我健康及生存质量优良的患者人多于对照组,在术后 3 年时回归工作的人数多于医疗组。CPET 在 CABG 后康复中应用的报道较少。Omiya K 等^[38]报道 CABG 术后患者 CPET 的心率变化和运动负荷功率变化明显低于年龄匹配的对照组。Tsai 等^[39]对 CABG 术后患者进行强度为 CPET 最大心率的 60%—85%,每周 3 次的康复训练,3 月后康复组静息心率较对照组显著降低,最大运动量运动后 1min 心率恢复较对照组显著增加。

4 在特殊冠心病人群康复中的应用

老年冠心病患者可能从运动训练中获益更为明显。Lavie 等^[40]比较了康复运动对中年和老年冠心病患者的影响,入选 125 例中年(<55 岁)和 57 例老年(>70 岁)冠心病患者,分析其 II 阶段心脏康复运动前后的运动心肺试验变量指标及生存质量问卷调查,结果显示,在基线水平上老年患者预计有氧运动能力较中年组低 27%,最大氧耗量(VO_2)较中年组低 19%,无氧阈水平较中年组低 10%($P<0.05$),总功能积分较中年组低 11%,而总生存质量积分低 5%。与运动心肺试验精确的测量值比较,预测方程高估了两组患者的有氧运动能力(康复运动训练之前中年组高估 23%,老年组高估 12%;之后中年组高估 51%,老年组高估 31%),在老年患者中高估程度更为显著。康复运动训练之后,老年组运动指标改善更为显著,预计有氧运动能力提高 32%,peak VO_2 增加 13%,无氧阈提高 11%,总功能积分增加 27%,而总生存质量积分增加 20%($P<0.0001$);尽管中年组在一些方面较老年组改善明显,预计有氧运动能力增加 44%, VO_2 peak 增加 18%,无氧阈增加 17%,但老年组在功能积分(增加 27%)和总生存质量积分(增加 20%)改善上与中年组比较差异有显著性(功能积分增加 27%vs20%, $P=0.02$;总生存质量积分增加 20%)。

2 型糖尿病合并冠心病患者从心脏康复中获益少于不合并糖尿病的冠心病患者,Verges B 等^[41]入选急性冠脉事件患者行运动康复训练,结果显示合并糖尿病患者最大运动负荷(peak workload)、peak VO_2 、AT 的改善均低于不合并糖尿病患者;单因素、多因素分析均显示,在糖尿病患者组空腹血糖水平与 VO_{2peak} 改变呈显著负相关。Kasahara 等^[42]研究了在急性心肌梗死合并糖尿病的患者运动对心率的影响,患者 AMI 后 1 个月行 CPET 检查,糖尿病组 HR 变化、 VO_{2peak} 变化、心率变化与血浆儿茶酚胺变化对数比值、高频率 HR 变化均明显低于非糖尿病组,并与 VO_{2peak} 呈正相关。认为 HR 对运动反应不良是 AMI 合并糖尿病患者运动能力减退的主要原因,交感神经和副交感神经机能障碍均为 HR 对运动反应不良的原因。

抑郁合并冠心病患者受到关注。Swardfager^[43]研究入选的 366 例冠心病康复患者中,轻度抑郁占 22.3%、明显抑郁占 10.4%、6.3% 的患者服用抗抑郁药;与抑郁积分的相关预测因素为低 VO_{2peak} 、低年龄、女性、低最大舒张压、心绞痛和服用抗抑郁药。

参考文献

- [1] American Thoracic Society, American College of Chest Physicians.ATS/ACCP Statement on cardiopulmonary exercise testing [J].Am J Respir Crit Care Med,2003,167:211—277.

- [2] 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.
- [3] 王晓亚,赵纯,金文.康复运动有助于心肌梗死患者的恢复[J].心血管康复医学杂志,2007, 16(3): 205—207.
- [4] 曲红立,王翠霞,季芳茹.急性心肌梗死患者早期康复运动的疗效及对预后影响[J].心血管康复医学杂志,2006,15(2):107—109.
- [5] 刘洵,Brodie DA,Bundred PE.12周运动康复程序对急性期后心肌梗死患者身体机能的影响[J].中国康复医学杂志,2005,20(2):108.
- [6] O'Connor G T, Buring J E,Yusuf S,et al. An over view of randomized trials of rehabilitation with exercise after myocardial infarction[J].Circulation,1989,80:234—244.
- [7] Hedback B,Perk J,Wodlin P.Long term reduction of cardiac mortality after myocardial infarction: 10 year results of a comprehensive rehabilitation programme [J].Eur Heart J,1993,14: 831—835.
- [8] Goto Y,Sumida H,Ueshima K,et al.Safety and implementation of exercise testing and training after coronary stenting in patients with acute myocardial infarction [J]. Circulation J, 2002, 66: 930—936.
- [9] Fujiwara M, Asakuma S, Iwasaki T. Long-term effects of non-supervised home exercise therapy on quality of life in patients with myocardial infarction[J]. J Cardiol, 2000,36:213—219.
- [10] Giallauria F, Lucci R, Pietrosante M, et al. Exercise-based cardiac rehabilitation improves heart rate recovery in elderly patients after acute myocardial infarction[J]. J Gerontol A Biol Sci Med Sci, 2006,61:713—717.
- [11] Giallauria F, De Lorenzo A, Pileci F, et al. Long-term effects of cardiac rehabilitation on end-exercise heart rate recovery after myocardial infarction [J]. Eur J Cardiovasc Prev Rehabil, 2006,13:544—550.
- [12] Carunchio A, Fera MS, Bordi L, et al. The effect of cardiovascular rehabilitation on the variability of the RR cycle after a first uncomplicated acute myocardial infarct [J]. Ital Heart J Suppl, 2000,1:241—249.
- [13] Shuichi T,Satoru S,Takeshi B,et al.Predictors of left ventricular remodeling in patients with acute myocardial infarction participating in cardiac rehabilitation [J]. Circulation J, 2004, 68: 214—219.
- [14] Crilly JG, Farrer M. Left ventricular remodeling and brain natriuretic peptide after first myocardial infarction [J]. Heart, 2001, 86: 638—642.
- [15] Giallauria F, De Lorenzo A, Pileci F, et al. Reduction of N terminal-pro-brain (B-type) natriuretic peptide levels with exercise-based cardiac rehabilitation in patients with left ventricular dysfunction after myocardial infarction [J]. Eur J Cardiovasc Prev Rehabil, 2006,13:625—632.
- [16] 江鳌峰,张福春,高伟.运动康复对急性心肌梗死患者左室重构和功能的影响[J].中华内科杂志,2006,45: 904—906.
- [17] Giannuzzi P, Temporelli PL, Corra U,et al. Attenuation of unfavorable remodeling by exercise training in post infarction patients with left ventricular dysfunction:results of the Exercise in Left Ventricular Dysfunction (ELVD) trial [J]. Circulation, 1997, 96: 1790—1797.
- [18] Ikeda N, Yasu T, Nishikimi T, et al. N-terminal pro-atrial natriuretic peptide and exercise prescription in patients with myocardial infarction[J]. Regul Pept, 2007, 141: 154—158.
- [19] 刘江生,戴若竹,程运桂,等.中国经皮冠状动脉介入治疗的康复程序[J].心血管康复医学杂志, 2006, 15(5): 419—423.
- [20] 郭兰,李河,孙家珍,等.冠心病患者血管内皮细胞损伤的研究[J].心血管康复医学杂志,2003,12(2):99—101.
- [21] Belardinelli R, Paolini I, Cianci G, et al. Exercise training intervention after coronary angioplasty :the ETICA trial[J].J Am Coll Cardiol,2001,37(7):1891—1900.
- [22] 黎明江,江洪,刘昌慧,等.康复运动疗法对冠脉成形术后侧枝循环及再狭窄的影响[J].中国康复医学杂志,2002,17(2):90—92.
- [23] Wallner S, Watzinger N, Lindschinger M, et al. Effects of intensified lifestyle modification on the need for further revascularization after coronary angioplasty[J].Eur J Clin Invest, 1999,29(5):372—379.
- [24] 郭兰,李河,孙家珍,等.运动心脏康复治疗对冠心病冠脉重建术后患者血管内皮功能的影响 [J]. 中国康复医学杂志, 2002,17(1):29—31.
- [25] Sculer G, Hambrecht R, Schlierf G, et al. Regular physical exercise and low-fat diet effects on progression of coronary artery disease[J].Circulation,1992,86(1):1—11.
- [26] 周勇,李旭平.运动疗法对冠心病 PTCA 术后患者疗效的影响[J].心血管康复医学杂志,2006,15(1):7—8.
- [27] 黄观锋,洪华山,陈良龙.心脏康复治疗对冠心病 PTCA 术后患者血脂的影响[J].心血管康复医学杂志,2005,14(4):305—306.
- [28] Klainman E, Fink G, Lebzelter J, et al. Assessment of functional results after percutaneous transluminal coronary angioplasty by cardiopulmonary exercise test [J]. Cardiology, 1998,89:257—262.
- [29] Inbar O, Yamin C, Bar-On I, et al. Effects of percutaneous transluminal coronary angioplasty on cardiopulmonary responses during exercise [J]. J Sports Med Phys Fitness, 2008,48:235—245.
- [30] Ajisaka R, Watanabe S, Yamanouchi T, et al. Effect of percutaneous transluminal coronary angioplasty on exercise ventilation in patients with coronary artery disease and normal left ventricular function[J]. Am Heart J, 1996,132:48—53.
- [31] Lan C,Chen SY,Hsu CJ,et al. Improvement of cardiorespiratory function after percutaneous transluminal coronary angioplasty or coronary artery bypass grafting[J]. Am J Phys Med Rehabil, 2002,81:336—841.
- [32] Adachi H, Koike A, Niwa A, et al. Percutaneous transluminal coronary angioplasty improves oxygen uptake kinetics during the onset of exercise in patients with coronary artery disease [J]. Chest, 2000,118:329—335.
- [33] Lan C, Chen SY, Chiu SF, et al. Poor functional recovery may indicate restenosis in patients after coronary angioplasty [J]. Arch Phys Med Rehabil, 2003,84:1023—1027.
- [34] 陈刚,李京平,孙福成,等.冠心病患者 PTCA 或支架术后的康复运动训练[J].中国康复医学杂志, 1998, 13(4):148—151.
- [35] 张宝慧,刘英,王晓红.运动心肺功能在冠心病 PTCA 术后康复评定中的应用 [J]. 中国康复医学杂志, 1996, 11(5):196—199.
- [36] 郭兰,余同珍,叶彩英,等.冠状动脉搭桥术后早期康复疗效观察[J].心血管康复医学杂志,1997,6(7):11—12.
- [37] Engblom E, Korpilahti K, Hämäläinen H,et al.Quality of life and return to work 5 years after coronary artery bypass surgery.Long-term results of cardiac rehabilitation [J]. J Cardiopulm Rehabil,1997,17(1):29—36.
- [38] Omiya K, Itoh H, Osada N, et al. Impaired heart rate response during incremental exercise in patients with acute myocardial infarction and after coronary artery bypass grafting: evaluation of coefficients with Karvonen's formula [J]. Jpn Circ J, 2000,64:851—855.
- [39] Tsai SW,Lin YW, Wu SK. The effect of cardiac rehabilitation on recovery of heart rate over one minute after exercise in patients with coronary artery bypass graft surgery [J]. Clin Rehabil, 2005,19:843—849.
- [40] Lavie CJ, Milani RV. Disparate effects of improving aerobic exercise capacity and quality of life after cardiac rehabilitation in young and elderly coronary patients [J]. J Cardiopulm Rehabil, 2000,20:235—240.
- [41] Verges B, Patois-Verges B, Cohen M, et al. Effects of cardiac rehabilitation on exercise capacity in Type 2 diabetic patients with coronary artery disease [J]. Diabet Med, 2004,21:889—895.
- [42] Kasahara Y, Izawa K, Omiya K, et al. Influence of autonomic nervous dysfunction characterizing effect of diabetes mellitus on heart rate response and exercise capacity in patients undergoing cardiac rehabilitation for acute myocardial infarction[J]. Circulation J, 2006,70:1017—1025.
- [43] Swardfager W, Herrmann N, Dowlati Y, et al. Relationship between cardiopulmonary fitness and depressive symptoms in cardiac rehabilitation patients with coronary artery disease[J]. J Rehabil Med, 2008,40:213—218.