

平板运动试验恢复期 ST 段压低对冠心病 诊断价值及相关因素分析

阿力木江·阿不来提, 陈洋, 赵璇, 热娜古丽·艾尼, 宋泽军, 徐海蓉, 胡永强, 陈杉杉
(武警新疆总队医院心内科, 新疆乌鲁木齐市 830091)

[关键词] 运动试验; ST段; 冠心病

[摘要] 目的 评价平板运动试验中恢复期ST段压低的意义。方法 选择2008年7月至2012年12月在我院住院同时接受平板运动试验和选择性冠状动脉造影检查患者,共168例,分成3组:平板运动试验运动中ST段压低组(简称运动中组, $n=90$),男性54例,女性36例,年龄35~80岁;平板运动试验恢复期ST段压低组(简称恢复期组, $n=61$),男性26例,女性35例,年龄45~74岁;平板运动试验结果阴性组(简称平板阴性组, $n=17$),男性11例,女性6例,年龄35~80岁。再根据冠状动脉造影结果将患者分别列入冠状动脉造影阴性组、冠状动脉轻度狭窄组和冠状动脉明显狭窄组。比较各组患者的基本资料、合并症,平板运动试验结果与冠状动脉造影结果之间的联系以及超声心动图资料。结果 运动中组患者年龄偏大,同时糖尿病较多,高密度脂蛋白胆固醇水平低于恢复期组和平板阴性组,而肌酐和胱抑素C水平高于其他两组,差别具有统计学意义($P<0.05$)。运动中组冠状动脉明显狭窄的比例高于恢复期组和平板阴性组,恢复期组冠状动脉轻度狭窄比例高于运动中组($P<0.01$)。运动中组冠状动脉1支、2支、3支或左主干病变出现概率均高于恢复期组。平板阴性组左心室舒张末期容积小于其他两组,差别具有统计学意义($P<0.05$)。结论 运动中ST段压低对诊断冠心病的价值较恢复期ST段压低高。平板运动试验中恢复期出现ST段压低的患者在诊断冠心病时应结合危险因素综合考虑。

[中图分类号] R540.4

[文献标识码] A

Diagnostic Value of ST Segment Depression Limited to the Recovery Phase of Treadmill Exercise Test for Coronary Artery Disease and Analysis of Related Factors

ABULAITI A-Li-Mu-Jiang, CHEN Yang, ZHAO Xuan, AINI Re-Na-Gu-Li, SONG Ze-Jun, XU Hai-Rong, HU Yong-Qiang, and CHEN Shan-Shan

(Cardiovascular Department, Armed Police Corps Hospital of Xinjiang, Urumqi, Xinjiang 830091, China)

[KEY WORDS] Exercise Test; ST Segment; Coronary Artery Disease

[ABSTRACT] **Aim** To evaluate the diagnostic value of ST segment depression limited to the recovery phase of exercise stress testing for coronary artery disease. **Methods** 168 patients from July 2008 to December 2012 were selected for the study. They received both exercise stress testing and selective coronary angiography. According to the results of exercise test, patients were allocated into exercise-phase ST depression group (exercise group, $n=90$), 54 male and 36 female, age between 35~80, recovery-phase ST depression group (recovery group, $n=61$), 26 male and 35 female, age between 45~74, and negative exercise test group (negative test group, $n=17$), 11 male and 6 female, age between 35~80. Based on results of coronary angiography, they were categorized into marked stenosis group, slightly stenosis group and angiographical normal group. Clinical characteristics of three groups, relations between stress test and coronary angiography, and echocardiographic parameters were compared. **Results** The patients in exercise-phase ST depression group were older and there were more diabetes in this group. The high density lipoprotein cholesterol (HDLC) level was lower, and the creatine and cystatin C levels were higher than other two groups ($P<0.05$). There were more exercise-phase ST depression in marked stenosis group than other two groups ($P<0.05$). Recovery phase ST depression group showed higher percentage of slight stenosis compared with exercise-phase group ($P<0.01$). Exercise-phase ST depres

[收稿日期] 2013-11-04

[作者简介] 阿力木江·阿不来提, 博士, 副主任医师, 研究方向为心血管病临床诊治, E-mail 为 almjtj@gmail.com。陈洋, 学士, 主治医师, 研究方向为心血管病临床诊治。赵璇, 学士, 主治医师, 研究方向为心血管病临床诊治。

sion was more sensitive to find out one, two or three vessels lesions than recovery phase ST depression. Echocardiographic left ventricular end diastolic volume was lower than other two groups ($P < 0.05$). **Conclusions** Patients with recovery-phase ST depression had less coronary risk factors and more slight stenosis in coronary arteries. Diagnosis of coronary artery disease in recovery-phase ST depression patients should be individualized and considered based on risk factors assessment.

虽然新的诊断方法不断涌现,但平板运动试验仍然是目前筛选冠心病应用最广泛的诊断方法之一。平板运动试验阳性不仅提示冠心病,而且还可以预测未来冠状动脉事件发生。运动中 ST 段压低被认为是运动试验阳性的标准,但有关运动终止后恢复期 ST 段压低的意义方面的报道较少。我们回顾并分析了平板运动试验恢复期 ST 段压低患者的特点,为临床提供参考。

1 资料与方法

1.1 研究对象与分组

选择 2008 年 7 月至 2012 年 12 月在我院住院、临床拟诊为冠心病并行平板运动试验和选择性冠状动脉造影患者 168 例,将其分为平板运动试验运动中 ST 段压低组(简称运动中组, $n = 90$)、平板运动试验恢复期 ST 段压低组(简称恢复期组, $n = 61$)、平板运动试验结果阴性组(简称平板阴性组, $n = 17$)。运动中组男性 54 例,女性 36 例,年龄 35 ~ 80 岁;恢复期组男性 26 例,女性 35 例,年龄 45 ~ 74 岁;平板阴性组男性 11 例,女性 6 例,年龄 35 ~ 80 岁。所有患者再根据冠状动脉造影结果,分别列入冠状动脉造影阴性组(简称造影阴性组)、冠状动脉轻度狭窄组(简称轻度狭窄组)、冠状动脉明显狭窄组(简称明显狭窄组)。所有患者均已排除近期急性和亚急性心肌梗死、心脏瓣膜疾病、先天性心脏病、左心室肥厚、左束支传导阻滞、预激综合征等影响 ST-T 观察的因素。冠状动脉造影均在平板运动试验后 1 ~ 2 周内进行。

1.2 平板运动试验

使用陕西蓝港公司系列 425 平板运动试验机,记录 12 导联心电图。采用改良的 Bruce 方案,运动前 3 天停用 β 受体阻滞剂、钙拮抗剂、硝酸酯类及洋地黄类药物,所有试验均在餐前或餐后 2 h 进行。运动前首先记录 12 导联心电图、血压、心率,运动中每 2 min、运动终止即刻及运动后每 2 min 同步监测 12 导联心电图、血压、心率,并记录症状。运动终点:①达到或超过最大目标心率($220 - \text{年龄}$) $\times 85\%$;②出现典型心绞痛;③出现严重心律失常;④

心率在 1 min 内减少 20 次,收缩压下降 20 mmHg 以上;⑤心电图出现阳性结果;⑥体力不支不能坚持运动。运动阳性标准:①运动中或运动后出现典型心绞痛症状;②与运动前相比,运动中或运动后心电图 ST 段水平型或下斜型(J 点后 80 ms)压低 ≥ 0.1 mV,持续时间 ≥ 2 min;③运动中或运动后出现心电图 ST 段抬高 > 0.1 mV。没有出现以上情况者列入阴性组。

1.3 选择性冠状动脉造影

采用荷兰 Philip 公司生产的血管造影机,从桡动脉途径用 Judkins 导管选择多体位行左、右冠状动脉造影。冠状动脉狭窄程度以狭窄处血管直径减少的百分数表示: $< 50\%$ 或显示正常者为阴性,50% ~ 74% 为轻度狭窄,75% ~ 100% 为明显狭窄。

1.4 统计学处理

应用 SPSS 11.0 统计软件,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,计量资料间比较采用方差分析和 t 检验;计数资料以频数表示,资料间比较采用 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 患者基本资料

运动中组患者年龄偏大,同时糖尿病患者较多,高密度脂蛋白胆固醇(high density lipoprotein cholesterol, HDLC)水平低于恢复期组和平板阴性组,而肌酐和胱抑素 C(cystatin C, Cys C)水平高于其他两组,差别有统计学意义($P < 0.05$);其他指标各组间差别不明显(表 1)。

2.2 不同平板运动试验结果与冠状动脉狭窄程度的比较

平板阴性组和恢复期组冠状动脉造影阴性率高于运动中组($P < 0.05$)。恢复期组冠状动脉轻度狭窄比例高于运动中组($P < 0.01$)。运动中组冠状动脉明显狭窄的比例高于恢复期组和平板阴性组,差别达到统计学意义($P < 0.01$)(表 2)。

2.3 不同平板运动试验结果与冠状动脉狭窄支数的比较

运动中组冠状动脉狭窄 1 支、2 支、3 支或左主干检出率均高于恢复期组(表 3)。

表 1. 患者基本资料

Table 1. Baseline characteristics of patients

项 目	运动中组(<i>n</i> = 90)	恢复期组(<i>n</i> = 61)	平板阴性组(<i>n</i> = 17)
年龄(岁)	62.59 ± 10.36 ^a	59.43 ± 9.64	52.59 ± 11.49
男/女(例)	54/36	26/35	11/6
吸烟(例)	15	5	1
高血压(例)	47	24	5
糖尿病(例)	20 ^{ab}	5	0
脑卒中(例)	11	2	0
血糖(mmol/L)	5.96 ± 1.60	5.92 ± 1.10	6.14 ± 0.74
LDLC(mmol/L)	3.02 ± 0.82	2.76 ± 1.07	2.10 ± 0.80
HDLC(mmol/L)	1.35 ± 0.44 ^{ab}	1.70 ± 0.56	2.34 ± 1.18
肌酐(μmol/L)	96.03 ± 16.27 ^{ab}	80.88 ± 25.42	66.84 ± 35.23
胱抑素 C(mg/L)	1.81 ± 0.23 ^{ab}	1.20 ± 0.34	0.67 ± 0.15

LDLC:低密度脂蛋白胆固醇(low density lipoprotein cholesterol)。a 为 $P < 0.05$,与平板阴性组比较;b 为 $P < 0.05$,与恢复期组比较。

表 2. 不同平板运动试验结果与冠状动脉狭窄程度的比较(例)

Table 2. Comparison of coronary angiography of different stress test groups (cases)

冠状动脉造影结果	运动中组(<i>n</i> = 90)	恢复期组(<i>n</i> = 61)	平板阴性组(<i>n</i> = 17)	χ^2	<i>P</i> 值
造影阴性组(<i>n</i> = 43)	15(34.88%) ^{ac}	21(48.84%)	7(16.28%)	8.433	0.015
轻度狭窄组(<i>n</i> = 67)	28(41.79%) ^d	32(47.76%)	7(10.45%)	6.924	0.031
明显狭窄组(<i>n</i> = 58)	47(81.03%) ^{be}	8(13.80%)	3(5.17%)	26.982	0.001

a 为 $P < 0.05$,b 为 $P < 0.01$,与平板阴性组比较;c 为 $P < 0.05$,d 为 $P < 0.01$,e 为 $P < 0.001$,与恢复期组比较。

表 3. 不同平板运动试验结果与冠状动脉狭窄支数的比较(例)

Table 3. Comparison of stress test results and number of coronary artery lesions (cases)

冠状动脉狭窄支数	运动中组(<i>n</i> = 90)	恢复期组(<i>n</i> = 61)	平板阴性组(<i>n</i> = 17)	χ^2	<i>P</i> 值
1 支(<i>n</i> = 26)	20(76.92%) ^a	4(15.38%)	2(7.69%)	7.019	0.03
2 支(<i>n</i> = 11)	10(90.91%) ^a	1(9.09%)	0(0.00%)	6.656	0.04
3 支或左主干(<i>n</i> = 19)	17(89.47%) ^b	2(10.53%)	0(0.00%)	11.244	0.01

a 为 $P < 0.05$,b 为 $P < 0.01$,与恢复期组比较。

2.4 不同平板运动试验结果与超声指标的比较

运动中组、恢复期组左心室舒张末期内径大于

平板阴性组,差别有统计学意义($P < 0.05$);其余指标间差别不明显(表 4)。

表 4. 不同平板运动试验结果与超声指标的比较

Table 4. Comparison of echocardiographic data of different stress test groups

超声指标	运动中组(<i>n</i> = 90)	恢复期组(<i>n</i> = 61)	平板阴性组(<i>n</i> = 17)
左心房内径(mm)	32.24 ± 4.91	30.55 ± 5.87	34.20 ± 3.68
右心房内径(mm)	35.86 ± 5.11	37.64 ± 5.07	38.40 ± 5.70
左心室舒张期末内径(mm)	47.57 ± 7.27 ^a	47.30 ± 3.26 ^a	38.91 ± 9.48
左心室收缩期末内径(mm)	30.71 ± 9.38	31.00 ± 11.71	29.90 ± 2.89
射血分数	64.33% ± 12.63%	64.73% ± 6.92%	66.60% ± 4.28%

a 为 $P < 0.05$,与平板阴性组比较。

3 讨论

平板运动试验应用于临床近 40 年,对筛选冠心病具有独特优势。运动中 ST 段压低是诊断平板运动试验阳性的主要条件,虽然运动恢复期 ST 段压低同样设定为阳性条件之一,但由于发生率较低,对其认识仍然较肤浅,存在争议。我们复习、总结我院近 4 年的平板运动试验不同时期 ST 段压低患者的资料并进行分析,探索平板运动试验恢复期 ST 段压低的意义。

平板运动试验中 ST 段压低有 5 种情况:①运动中 ST 段压低,运动终止后 2 min 内恢复;②运动中 ST 段压低,运动终止后 2 min 内不能恢复;③运动前 ST 段压低,运动中及恢复期无变化;④运动中无 ST 段压低,运动终止后恢复期 ST 段压低;⑤运动中 ST 段压低,运动终止后压低程度加重。最后两种形式的 ST 段改变属于恢复期 ST 段改变范畴。

我们的资料显示,恢复期组患者较运动中组患者更年轻,无性别差异。运动中组糖尿病患者比例较高, HDLC 水平较低,而肌酐和胱抑素 C 水平较高。提示运动中组患者年龄较大,糖尿病、肾功能不全等冠心病危险因素比较集中,符合这些人群冠心病高发特点。

通过冠状动脉造影发现,运动中组患者冠状动脉明显狭窄比例高于恢复期组和平板阴性组。同时,无论是冠状动脉 1 支病变还是 2 支、3 支甚至左主干病变,运动中组患者比例均高于恢复期组,提示运动中 ST 段压低有更高的灵敏度,与既往报道一致^[1]。结合患者临床资料分析,考虑是运动中组患者冠心病危险因素多,冠状动脉造影结果阳性率高且狭窄程度也严重。

HDLC 是血液中密度最高、颗粒最小的一种脂蛋白,是人体内调节血脂、维持血脂正常代谢的重要物质。血清高密度脂蛋白胆固醇被认为是抗动脉硬化的脂蛋白,是冠状动脉的保护因子, HDLC 在血液中含量的高低与冠心病的发病率呈反比关系。其水平与动脉管腔狭窄程度、冠心病发病率呈显著负相关^[2]。 HDLC 水平每降低 10 mg/L,心血管疾病风险增加 2%~3%; HDLC 水平每增加 10 mg/L,冠心病死亡风险降低 6%,且独立于 LDLC 水平^[3,4]。 HDLC 低于 0.95 mmol/L 的人,冠心病发病危险性是 HDLC 大于 1.68 mmol/L 的人的 8 倍^[5]。冠状动脉造影阴性组患者 HDLC 水平高也证实了 HDLC 的保护作用。

研究表明肾功能不全是冠心病的独立危险因素之一^[6,7]。慢性肾功能不全往往与高龄、高血压、糖尿病等冠心病危险因素伴发,也与炎症反应加剧、内皮功能异常、同型半胱氨酸血症、凝血因子激活等冠状动脉粥样硬化的共同机制有关。 Cys C 是一种半胱氨酸蛋白酶抑制剂,是半胱氨酸蛋白质超家族的成员之一,产生率恒定,其血清浓度与肾小球滤过率(glomerular filtration rate, GFR)密切相关,是一种反映 GFR 变化的内源性标志物。目前认为 Cys C 与冠心病显著相关,为冠心病的独立危险因素^[8,9],我们的研究也证实了这个观点。

比较各组心脏超声资料,运动中组、恢复期组患者左心室舒张末期内径高于平板阴性组。冠心病引发的长期心肌供血不足,心肌纤维发生营养障碍和萎缩,心肌细胞发生坏死和凋亡,导致心肌纤维化和扩张。运动中组、恢复期组冠心病患者比例高于平板阴性组,即与左心室舒张末期内径扩大有关。左心室舒张末期内径虽然不能直接反映左心功能,但左心腔的扩大与左心功能有关,是反映左心室重构的指标之一,需要认真对待。

有关恢复期 ST 段压低的原因各家意见不一。 Rywik 等^[10]认为运动后儿茶酚胺浓度的改变与恢复期 ST 段改变有关。运动时儿茶酚胺浓度升高通过增加心肌收缩力来增加心肌耗氧量,发生心肌缺血。运动终止后舒张压的下降引起心肌灌注压力和冠状动脉内压力下降,影响心内膜下供血,进而引发心肌缺血。周纪宁等^[11]也发现,运动后 ST 段压低多见于无病变或 1 支血管病变;他们认为,运动停止后峰值血压迅速下降导致冠状动脉灌注压一过性降低,这种降低对 1 支冠状动脉病变的心脏影响更加明显。冠状动脉多支病变患者因为存在严重的广泛的病变和冠状动脉灌注不良,在运动早期就出现心脏缺血的变化, ST 段偏离基线,运动停止以后,心脏血氧供需平衡得到改善, ST 段逐渐回复到基线位置。由于早期缺血导致运动明显受限制,在运动前后血压和心率波动不如前者明显,所以较少发生血压迅速回落导致的缺血加重。 Gullestad 等^[12]则提出运动后 ST 段改变可能与神经肽 Y 有关,神经肽 Y 是重要的缩血管物质之一,与去甲肾上腺素共同储存于周围交感神经系统中,运动和缺血时含量增加;但由于释放和清除速率较慢,起作用可能延至运动终止后一段时间,表现为运动终止后 ST 段压低。

虽然有研究支持恢复期 ST 段压低与运动中 ST 段压低具有同等的预后预测价值^[13,14],但恢复期 ST 段压低是否可以明确诊断冠心病以及其敏感性和

特异性方面均存在争议。我们认为恢复期 ST 段压低的意义应个性化对待,对危险因素较多的患者应高度重视,进一步检查明确诊断,而对危险因素较少的患者也不应草木皆兵,避免过度检查。

[参考文献]

- [1] 孙冰,何建桂,梁崎,等. 探讨运动试验中单纯恢复期 ST 段压低的意义[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2002, 24(12): 712-714.
- [2] 李善廷,王剑利,马宇杰. 基线血脂水平与心脏性猝死的相关性研究[J]. 中国医师杂志, 2011, 13(5): 701-704.
- [3] Chapman MJ, Assmann G, Fruchart JC, et al. Raising high-density lipoprotein cholesterol with reduction of cardiovascular risk; the role of nicotinic acid--a position paper developed by the European Consensus Panel on HDLC[J]. *Curr Med Res Opin*, 2004, 20(8): 1 253-268.
- [4] Gordon DJ, Rifkind BM. High-density lipoprotein--the clinical implications of recent studies[J]. *N Engl J Med*, 1989, 321(19): 1 311-316.
- [5] Sharrett AR, Ballantyne CM, Coady SA, et al. Atherosclerosis Risk in Communities Study Group. Coronary heart disease prediction from lipoprotein cholesterol levels, triglycerides, lipoprotein(a), apolipoproteins A-I and B, and HDL density subfractions: the Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) Study [J]. *Circulation*, 2001, 104(10): 1 108-113.
- [6] Manjunath G, Tighiouart H, Ibrahim H, et al. Level of kidney function as a risk factor for atherosclerotic cardiovascular outcomes in the community[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2003, 41(1): 47-55.
- [7] Sarnak MJ, Levey AS, Schoolwerth AC, et al. Kidney disease as a risk factor for development of cardiovascular disease: A statement from the American Heart Association Councils on kidney in cardiovascular disease, high blood pressure research, clinical cardiology, and epidemiology and prevention [J]. *Circulation*, 2003, 108(17): 2 154-169.
- [8] Ogawa Y, Goto T, Tamasawa N. Serum cystatin C in diabetic patients: Not only an indicator for renal dysfunction in patients with overt nephropathy but also a predictor for cardiovascular events in patients without nephropathy[J]. *Diabetes Res Clin Pract*, 2008, 79(2): 357-361.
- [9] 陈晨,吴海云,陈杰,等. 胱抑素 C 对冠心病的诊断价值及其影响因素[J]. 中国循证心血管医学杂志, 2013, 5(2): 145-147.
- [10] Rywik TM, Zink RC, Gittings NS, et al. Independent prognostic significance of ischemic ST-segment response limited to recovery from treadmill exercise in asymptomatic subjects[J]. *Circulation*, 1998, 97(21): 2 117-122.
- [11] 周纪宁,左进,杨波,等. 平板运动试验 ST 段变化时相与冠状动脉病变的关系[J]. 中国心脏起搏与心电生理杂志, 2008, 22(4): 371-371.
- [12] Gullestad L, Jorgensen B, Bjuro T, et al. Post exercise ischemia is associated with increased neuropeptide Y in patients with coronary artery disease [J]. *Circulation*, 2000, 102(9): 987-993.
- [13] Lanza GA, Mustilli M, Sestito A, et al. Diagnostic and prognostic value of ST segment depression limited to the recovery phase of exercise stress test[J]. *Heart*, 2004, 90(12): 1 417-421.
- [14] Soto JR, Watson DD, Beller GA. Incidence and significance of ischemic ST-segment depression occurring solely during recovery after exercise testing[J]. *Am J Cardiol*, 2001, 88(6): 670-672.

(此文编辑 曾学清)