

# 运动心电图与运动负荷超声造影诊断冠状动脉粥样硬化性心脏病的对比研究

谢 微 席先萍 赵金华 张源祥 王 茹

**摘 要** **目的** 对比分析运动心电图与平板运动负荷超声造影对冠状动脉粥样硬化性心脏病(以下简称冠心病)的诊断价值。**方法** 选取我院收治的劳累后或精神紧张时有胸痛、胸闷、心慌不适等症状,且静息心电图提示正常的 120 例患者为研究对象,均行运动心电图和运动负荷超声造影检查,以冠状动脉血管造影结果为金标准,比较两种检查方法对冠心病的诊断效能。**结果** 运动心电图诊断至少一支冠状动脉主要分支内径狭窄程度 $\geq 50\%$ 且 $< 75\%$ 时,其敏感性、特异性和准确率分别为 58%、83% 和 72%;当狭窄程度 $\geq 75\%$ 时,其敏感性、特异性和准确率分别为 63%、89% 和 79%,较狭窄程度 $\geq 50\%$ 时明显提升,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$ )。运动负荷超声造影诊断至少一支冠状动脉主要分支内径狭窄程度 $\geq 50\%$ 时,其敏感性、特异性和准确率分别为 77%、92% 和 85%;当狭窄程度 $\geq 75\%$ 时,敏感性、特异性和准确率分别为 85%、96% 和 91%,均高于运动心电图,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$ )。**结论** 运动负荷超声造影诊断冠心病较运动心电图具有更好的诊断效能,冠状动脉狭窄程度越高,诊断敏感性和准确率越高。

**关键词** 超声检查;造影剂;平板运动负荷;运动心电图;冠状动脉粥样硬化性心脏病

[中图分类号]R445.1;R541.4

[文献标识码]A

## Comparative study of exercise electrocardiogram and treadmill exercise stress contrast-enhanced echocardiography in the diagnosis of coronary heart disease

XIE Wei, XI Xianping, ZHAO Jinhua, ZHANG Yuanxiang, WANG Ru

Department of Cardiovascular Ultrasound, Dongguan Kanghua Hospital, Guangdong 523000, China

**ABSTRACT** **Objective** To compare the diagnostic value of exercise electrocardiogram (EXECCG) and treadmill exercise stress contrast-enhanced echocardiography for coronary atherosclerotic heart disease (CAD). **Methods** A total of 120 patients with chest pain, chest tightness, palpitation and discomfort after fatigue or mental tension and with normal resting ECG were taken as the research objects. All of them underwent EXECCG and treadmill exercise stress contrast-enhanced echocardiography. The results of CAG were taken as the gold standard, the diagnostic efficacy of above two methods for CAD was compared. **Results** When the narrowness of at least one of the main branches of the coronary artery  $\geq 50\%$ , the sensitivity, specificity and accuracy of CAD diagnosis by EXECCG were 58%, 83% and 72% respectively. When the narrowness was  $\geq 75\%$ , the sensitivity, specificity and accuracy were 63%, 89% and 79%, respectively, which were significantly improved compared with the narrowness  $\geq 50\%$ , the differences were statistically significant (all  $P < 0.05$ ). The sensitivity, specificity and accuracy of CAD diagnosis by treadmill exercise stress contrast-enhanced echocardiography were 77%, 92% and 85%, when the narrowness of at least one of the main branches of the coronary artery  $\geq 50\%$ . When the narrowness  $\geq 75\%$ , the sensitivity, specificity and accuracy were 85%, 96% and 91%, respectively, which were higher than the diagnostic efficiency of EXECCG, and the differences were statistically significant (all  $P < 0.05$ ). **Conclusion** The treadmill exercise stress contrast-enhanced echocardiography in the diagnosis of CAD has better diagnostic efficiency than EXECCG. The higher the degree of coronary artery stenosis, the higher the diagnostic sensitivity and accuracy of the treadmill exercise stress contrast-enhanced echocardiography will be.

**KEY WORDS** Ultrasonography; Contrast agent; Exercise electrocardiography; Treadmill exercise stress contrast-enhanced echocardiography; Coronary artery disease

基金项目:东莞市社会科技发展计划(一般)项目(201950715059668)

作者单位:523000 广东省东莞市,东莞康华医院心血管超声室

通讯作者:王茹,Email:18700827511@163.com

随着我国人口老龄化程度的进展,冠状动脉粥样硬化性心脏病(以下简称冠心病)的发病率逐年上升,及早准确诊断对后续治疗十分关键<sup>[1]</sup>。运动心电图因资源消耗少、成本低及无辐射等优点,是以往冠心病的主要评估方法。平板运动负荷超声造影可以安全、有效地评估冠状动脉疾病,且可以根据心肌缺血的程度观察室壁运动异常和心肌灌注缺损或延迟<sup>[2-3]</sup>。本研究对比分析了运动心电图与对冠心病的诊断价值,旨在为临床医师提供更多的诊断依据。

## 资料与方法

### 一、临床资料

选取 2018 年 1~12 月我院收治的劳累后或精神紧张时有胸痛、胸闷、心慌不适等症状,且静息心电图提示正常的患者 120 例,男 104 例,女 16 例,年龄 23~75 岁,平均(54±11)岁。包括高血压病 32 例,高血脂症 28 例,糖尿病 19 例,吸烟 36 例。120 例患者 CAG 结果显示冠状动脉内径狭窄程度≥50%且<75% 56 例,冠状动脉内径狭窄程度≥75% 64 例;单支病变 72 例,多支病变 48 例。纳入标准:①均行运动心电图、运动负荷超声造影、冠状动脉血管造影(CAG)检查,病历资料完整;②在劳累或精神紧张时常有胸闷、心慌、心前区不适等症状;③超声心动图或基础心率阶段的心肌声学造影检查无室壁运动及心肌灌注异常;④基础心率阶段心电图表现为正常或在 II、III、aVF、V4~V6 导联 ST 段出现水平型延长或轻度下移。排除标准:①肺栓塞、心力衰竭、急性心肌梗死、高风险的不稳定心绞痛、急性心包炎、急性主动脉夹层、严重心律失常及身体残疾而不能安全充分参与者等;②基础心率阶段的心肌声学造影检查表现出明显室壁运动及心肌灌注异常,停止进行运动负荷试验。本研究经我院医学伦理委员会批准,所有受检者均签署知情同意书。

### 二、仪器与方法

1. 运动心电图检查:使用 GE CASE-8000 活动平板仪。参照 Bruce 方案,对受检者进行试验前皮肤准备,试验运动、监护、标准判定及终止指征均按照统一标准<sup>[4]</sup>进行详细记录。检查前准备:检查前 24 h 停用β-阻滞剂、钙拮抗剂和硝酸酯类药物。运动前常规测量 12 导联心电图及血压,按年龄确定目标心率,从 1 阶段开始,每 3 min 递增一个阶段,每级运动结束时记录全导联心电图并测量血压,直至达目标心率或出现其他终止运动试验的指征。停止运动后每分钟记录心率 1 次直至 6 min,同时测量当时的血压情况,比较运动前后心电图变化,判断运动心电图试验结果。终止指征<sup>[4-6]</sup>:①达到目标心率;②出现典型心绞痛或心肌梗死;③心电图 ST 段水平型或下斜型压低≥0.2 mV,上斜型压低>0.3 mV 或抬高>0.2 mV;④出现严重心律失常,包括室性二联律、多源性室性早搏、RonT 室性早搏、室性心动过速、心室颤动;⑤运动中血压升高超过 220/110 mm Hg (1 mm Hg=0.133 kPa)或较前下降≥10 mm Hg,心率不变或降低;⑥极度疲劳、腿痛或呼吸困难;⑦患者要求终止试验。本研究以运动心电图出现心脏各壁 ST 段异常为阳性。

2. 运动负荷超声造影检查:使用 Philips EPIQ 7C 彩色多普

勒超声诊断仪,X5-1 探头,频率 1~3 MHz;配备心肌造影彩色编码参数成像定量分析组件。造影剂使用 SonVue(意大利 Bracco 公司),使用前加入 5.0 ml 生理盐水振荡后形成微泡混悬液,抽取造影剂混悬液 2.5 ml 加入 12.5 ml 生理盐水进一步稀释。首先进入仪器的平板运动负荷模式,分为基础心率阶段和目标心率阶段。目标心率计算公式:(220-年龄)×85%。受检者取仰卧位,注射造影剂待左室心肌显影后开始采集基础心率阶段的心尖四腔心、心尖二腔心、心尖三腔心、胸骨旁长轴、乳头肌短轴 5 个切面的超声动态图像,造影剂初始注射速率 10 ml/min,后根据图像效果增速或减速。第一阶段采集完毕后,患者开始进行平板运动负荷试验,以到达目标心率,负荷状态下行第二阶段目标心率超声检查时,于平板运动实验结束前 10~20 s 开始注射造影剂,由于此时心输出量较高,造影剂注射速率控制在 6~8 ml/min。再嘱受检者迅速左侧卧于检查床上,由超声医师采集运动后图像,待左心腔和心肌内造影剂浓度恒定后,闪烁成像,连续采集上述 5 个切面共 20 个心动周期的动态图像。将采集的图像在负荷模式下进行同屏同步分析室壁节段运动及心肌灌注情况<sup>[5-10]</sup>。本研究采取 17 节段法<sup>[11]</sup>,以 1~4 分评定心肌节段运动:1 分为运动正常,2 分为运动减弱,3 分为运动消失,4 分为矛盾运动;以 1~3 分评价心肌灌注:1 分为灌注正常,2 分为灌注延迟,3 分为灌注缺损。静息状态(基础心率阶段)心肌血流再灌注在 5 个心动周期内出现造影剂显像,负荷状态(目标心率阶段)在 2 个心动周期内出现显像则判断为灌注正常。本研究以心脏各壁心肌灌注和运动异常为阳性。

3. 不良反应:记录检查过程中患者不良反应发生情况。

### 三、统计学处理

应用 SPSS 23.0 统计软件,计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示;计数资料以例或率表示,行配对  $\chi^2$  检验。以 CAG 结果为金标准,应用四格表计算诊断敏感性、特异性和准确率。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 结 果

### 一、运动心电图和运动负荷超声造影检查结果

运动心电图提示 120 例患者中阳性 29 例,阴性 91 例;氧耗量(9.99±3.00)ml/min,静息心率(69.70±11.23)次/min,运动后心率(151.23±21.32)次/min,目标心率百分比(91.94±7.59)%。运动负荷超声造影提示出现可逆性的室壁运动异常 46 例,出现可逆性的心肌灌注异常 38 例。见图 1。

### 二、运动心电图和运动负荷超声造影诊断冠心病的效能比较

当至少一支冠状动脉主要分支内径狭窄程度≥50%且<75%时,运动心电图诊断冠心病的敏感性、特异性和准确率分别为 58%、83% 和 72%;当狭窄程度≥75%时,其敏感性、特异性和准确率为分别 63%、89% 和 79%,诊断效能均明显提升,差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ )。当至少一支冠状动脉主要分支内径狭窄程度≥50%且<75%时,运动负荷超声造影诊断冠心病的敏感性、特异性和准确率为 77%、92% 和 85%;当狭窄程度≥75%

时,敏感性、特异性和准确率为85%、96%和91%,均高于运动心电图诊断效能,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$ )。见表1。

以CAG结果为金标准,冠状动脉狭窄程度 $\geq 50\%$ 且 $<75\%$ 时,运动负荷超声造影检测阳性率明显高于运动心电图(90% vs.

75%)。

### 三、不良反应

本研究中1例患者在负荷试验中出现了心室颤动;3例出现造影剂过敏反应,分别为荨麻疹、喉头水肿、皮肤瘙痒。



A:运动心电图示第4阶段达到目标心率,呈阴性;B:运动负荷超声造影示基础心率时心尖帽心肌运动及灌注正常;C:运动负荷超声造影示目标心率时心尖帽运动减弱,心肌灌注缺损

图1 冠心病患者(75岁,男)运动心电图和运动负荷超声造影图

表1 运动心电图和运动负荷超声造影诊断冠心病的效能比较

部位	运动心电图					运动负荷超声造影					%
	敏感性	特异性	准确率	阳性预测值	阴性预测值	敏感性	特异性	准确率	阳性预测值	阴性预测值	
冠状动脉狭窄程度 $\geq 50\%$ 且 $<75\%$	58	83	72	75	70	77*	92*	85*	90	82	
前壁	60	87	78	71	80	74*	95*	88*	89	87	
间隔壁	55	82	78	37	90	80*	92*	90*	67	96	
侧壁	45	68	64	24	85	77*	73*	74*	40	94	
下壁	41	68	63	23	84	78*	73*	74*	35	94	
冠状动脉狭窄程度 $\geq 75\%$	63 $\Delta$	89 $\Delta$	79 $\Delta$	78	80	85* $\Delta$	96* $\Delta$	91* $\Delta$	78	91	
前壁	75 $\Delta$	91 $\Delta$	88 $\Delta$	67	94	83* $\Delta$	95* $\Delta$	93* $\Delta$	69	96	
间隔壁	80 $\Delta$	90 $\Delta$	89 $\Delta$	42	98	90* $\Delta$	93* $\Delta$	93* $\Delta$	50	99	
侧壁	71 $\Delta$	87 $\Delta$	85 $\Delta$	42	96	86* $\Delta$	89* $\Delta$	88* $\Delta$	46	98	
下壁	64 $\Delta$	85 $\Delta$	83 $\Delta$	36	95	79* $\Delta$	85* $\Delta$	84* $\Delta$	37	97	

与运动心电图比较,\* $P<0.05$ ;与冠状动脉狭窄 $\geq 50\%$ 且 $<75\%$ 比较, $\Delta P<0.05$

## 讨论

冠心病心肌缺血缺氧主要由于心肌耗氧量和心肌氧输送不匹配造成,在冠状动脉狭窄的情况下,心肌的氧气供应在静息时可以得到满足,但在增加运动量时会导致局部缺血<sup>[7-8]</sup>。CAG虽然是诊断冠心病的金标准,但为有创检查,且辐射大、检查费用偏高,不适宜常规筛查。本研究比较了传统的运动心电图和运动负荷超声造影对冠心病的诊断效能,旨在寻找一种安全、有效的检查方法。

本研究结果表明,当至少一支冠状动脉主要分支内径狭窄程度 $\geq 50\%$ 且 $<75\%$ 时,运动心电图诊断冠心病的敏感性为58%,运动负荷超声造影诊断冠心病的敏感性为77%,后者高于前者,与文献<sup>[12]</sup>报道相符;运动负荷超声造影诊断冠心病的特异性和准确率分别为92%和85%,均高于运动心电图(83%和72%)差异均有统计学意义(均 $P<0.05$ )。究其原因,可能是运动心电图ST段改变并不单指心肌缺血,高血压、药物、更年期代谢异常运动后的假阳性也使阳性预测值低于运动负荷超

声造影。运动负荷超声造影能根据灌注缺损心肌和节段运动异常心肌的部位、范围推断阻塞血管的部位<sup>[8-11]</sup>,与心肌缺血的进展层级中心肌灌注异常早于心电图改变相符。研究<sup>[13-15]</sup>认为各室壁运动异常、灌注异常对应预测各冠状动脉病变支有良好的参考性和一致性,本研究结果同样证实,对比CAG,当至少一支冠状动脉主要分支内径狭窄程度 $\geq 75\%$ 时,运动负荷超声造影检出冠心病阳性率同样高于冠状动脉狭窄程度 $\geq 50\%$ 且 $<70\%$ 时的测值,说明狭窄程度越高,运动负荷超声造影的敏感性、特异性、准确率均有不同程度的提高。

虽然近年来运动负荷超声造影作为无创检查的重要手段,在我国临床诊疗中逐渐得到重视。但本研究中仍有1例在负荷试验中出现心室颤动,3例出现造影剂过敏反应(分别为荨麻疹、喉头水肿、皮肤瘙痒)。表明运动负荷超声造影仍有一定的风险,整个试验过程中需密切关注患者生命体征,随时做好急救准备。此外,本研究心肌灌注采用定性评估,定量分析技术尚不完善,重复性较差,有待今后进一步深入研究。

综上所述,运动负荷超声造影诊断冠心病的效能较运动心



电图更好,冠状动脉狭窄程度越高,其诊断敏感性和准确率越高。

参考文献

[1] 王静,沈凤玲,黄咏.心电图平板运动试验和动态心电图在冠心病诊断中的临床比较[J].临床和实验医学杂志,2018,17(27):2339-2342.

[2] 赵莹,王浩.2017EACV临床实践建议解读:心脏超声造影检查[J].中国超声医学杂志,2018,34(5):463-465.

[3] Vaidya GN. Application of exercise ECG stress test in the current high cost modernera healthcare system [J].Indian Heart J, 2017, 69(4):551-555.

[4] 郭继鸿.心电图学[M].北京:人民卫生出版社,2002:1241-1270.

[5] 张运,尹立雪,邓又斌,等.负荷超声心动图规范化操作指南[J].中国医学影像技术,2017,33(4):632-638.

[6] 吴爵非,彭冠华,张建琴,等.左心室和心肌声学造影的仪器与方法学[J].中华医学超声杂志,2019,16(10):727-730.

[7] 蔡志清,刘斌.平板运动试验与超声心动图负荷试验对青年冠心病诊断的价值[J].郑州大学学报(医学版),2018,53(9):679-681.

[8] 梁俊杰,梁转合.运动负荷超声心动图和平板运动试验在稳定性冠状动脉疾病中的联合应用[J].心电图杂志(电子版),2017,

6(2):143-145.

[9] 谢向荣,汪和贵,汪茗,等.皖南地区中青年与老年CAD患者危险因素的研究[J].皖南医学院学报,2018,44(1):15-18.

[10] 左蕾,王静,刘丽文,等.运动负荷超声心动图对肥厚型心肌病患者隐匿性梗阻的预测研究[J].中国超声医学杂志,2018,34(10):884-887.

[11] 张博,潘晓芳,贾晓东,等.运动负荷超声心动图联合运动心电图对严重冠状动脉病变的诊断价值[J].中国超声医学杂志,2019,35(6):499-502.

[12] anoulas VF, Keramida K, Boletti O, et al. Association between fractional flow reserve, instantaneous wave free ratio and dobutamine stress echocardiography in patients with stable coronary artery disease[J].Euro Intervention, 2018, 13(16):1959-1966.

[13] 齐欣.超声心动图检查在冠状动脉疾病中的应用(二)[J].中国心血管杂志,2016,21(1):18-21.

[14] 宋明轩.超声心动图运动负荷试验在CAD早期诊断中的应用价值[J].中国继续医学教育,2016,32(8):54-55.

[15] Minoshima M, Noda A, Kobayashi M, et al. Endo-myocardial radial strain rate imaging during dobutamine stress echocardiography for the evaluation of contractile reserve in patients with dilated cardiomyopathy[J].J Clin Ultrasound, 2016, 44(9):555-560.

(收稿日期:2020-04-21)

• 病例报道 •

# Ultrasonic manifestations of testicular primary carcinoid: a case report 睾丸原发性类癌超声表现 1 例

李兆强 张天义 张 磊

[中图法分类号]R445.1

[文献标识码]B

患者男,24岁,因右侧睾丸肿大伴间断性隐痛1个月就诊。半年前曾行包皮环切术。专科检查:右侧睾丸体积增大,可触及肿物,质硬,无明显触痛,阴囊壁无红肿,双侧腹股沟区未触及肿大淋巴结。超声检查:右侧睾丸体积增大,大小约4.6 cm×2.8 cm×3.2 cm,包膜完整,内见一大小约2.8 cm×2.4 cm×2.6 cm团块状实性不均质回声,形态规则,局部边界欠清晰,内以中等回声为主,可见粗大强回声及小囊状无回声(图1);CDFI于团块内探及丰富血流信号、走行紊乱,呈低阻动脉血流频谱(图2);余未见明显异常。剪切波弹性成像检查:右侧睾丸实性团块平均杨氏模量值53.2 kPa(图3),高于周边正常睾丸组织平均杨氏模量值2.0 kPa(图4)。超声提示:右侧睾丸实性占位性病变(性质待定)。行右侧睾丸根治性切除术,术中见肿块大体标本呈灰白、质韧,未累及附睾组织。免疫组化检查:CK(+),CD56(+),CD30(-),CgA(+),Ki-67(+,<3%),Syn(+),SALL-4(-),

PLAP(-),Vimentin(-)。病理检查:肿瘤细胞呈巢团状或条索状排列,腺腔不规则(图5);病理诊断:右侧睾丸原发性类癌。



图1 睾丸原发性类癌二维超声图

(下转第790页)