

· 血管影像学 ·

冠状动脉 CT 血管成像和运动平板试验对冠心病患者的诊断比较

于方方, 吕滨, 孙明利, 高扬, 侯志辉, 曹慧丽, 韩磊, 陈阳, 方丕华, 杨跃进, 蒋世良

【摘要】 目的:评价冠状动脉 CT 血管成像(CCTA)和运动平板试验(TET)对冠心病的诊断价值。**方法:**以常规冠状动脉造影(CAG)为诊断冠心病(冠脉狭窄 $\geq 50\%$)的“金标准”,对同期先后行 TET、CCTA 和 CAG 3 种检查的 75 例疑似冠心病患者进行回顾性分析,将其 TET 和 CCTA 的结果与 CAG 进行比较。**结果:**TET 和 CCTA 诊断冠心病的敏感度分别为 45.2%和 90.5%,特异度为 69.7%和 93.9%,阳性预测值为 65.5%和 95.0%,阴性预测值为 50.0%和 88.6%,准确率为 56.0%和 92.0%, $P < 0.01$ 。在冠状动脉血管水平 CCTA 对右冠状动脉、左主干、前降支、回旋支狭窄诊断的准确率分别为 86.7%、100.0%、88.0%和 76.0%。冠心病患者中 TET 诊断阳性率与病变血管支数呈正相关($r = 0.440$, $P = 0.004$);冠心病患者 TET 诊断结果阳性与阴性仅与血管狭窄程度 $\geq 75\%$ 狭窄的节段数目有统计学差异($P = 0.016$)。**结论:**CCTA 诊断冠心病较 TET 有更高的诊断准确性和较低的诊断假阳性和假阴性,对有症状的疑诊冠心病患者 CCTA 的诊断具有更重要作用。

【关键词】 冠状动脉疾病; 冠状动脉 CT 血管成像; 运动试验; 冠状血管造影术

【中图分类号】 R543.3; R814.42 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2012)06-0625-04

Comparison of coronary computed tomography angiography and treadmill exercise test in patients with suspected coronary artery disease YU Fang-fang, LV Bin, SUN Ming-li, et al. Department of Radiology, Fuwai Hospital & Cardiovascular Institute, Chinese Academy of Medical Sciences, Peking Union Medical College, Beijing 100037, P. R. China

【Abstract】 Objective: To evaluate and compare the diagnostic efficacy of coronary computed tomography angiography (CCTA) versus treadmill exercise test (TET) for diagnosing coronary artery disease (CAD). **Methods:** The results of coronary angiography (CAG) were set as the “gold standard” for diagnosing CAD ($\geq 50\%$ luminal stenosis). All 75 patients with suspected CAD who underwent CAG, CCTA and TET were retrospectively analyzed. The findings of TET and CCTA were compared with that of CAG. **Results:** The sensitivity, specificity, positive predictive value, negative predictive value and accuracy of TET and CCTA in diagnosis of CAD were 45.2% and 90.5%, 69.7% and 93.9%, 65.5% and 95.0%, 50.0% and 88.6%, 56.0% and 92.0%, respectively ($P < 0.01$). In vessel level, the diagnostic accuracy of CCTA for evaluating the right coronary artery, left main artery, left anterior descending artery, left circumflex artery were 86.7%, 100.0%, 88.0% and 76.0%, respectively. The results of TET in the patients with CAD were positively related to the number of the diseased vessels ($r = 0.440$, $P = 0.004$). The numbers of involved vessels with $\geq 75\%$ stenosis were found having significant difference in positive and negative groups of TET ($P = 0.016$). **Conclusion:** The diagnostic accuracy of CCTA for diagnosing CAD had significantly higher accuracy and lower false positive and negative diagnosis in comparison with treadmill exercise test. CCTA plays important role in symptomatic patients who were suspected for CAD.

【Key words】 Coronary disease; Coronary artery computed tomography angiography; Exercise test; Coronary angiography

冠心病(coronary artery disease, CAD)是指在冠状动脉粥样硬化的基础上引起冠状动脉管腔狭窄或阻塞所致心肌缺血缺氧或坏死。冠状动脉造影可直接显示冠状动脉狭窄情况,是诊断“金标准”,但该检查因有创而无法广泛应用;临床上冠状动脉 CT 血管成像(CCTA)是能够直接显示冠状动脉解剖和狭窄的无创检查方法,诊断冠心病具有较高准确性^[1-2];运动平板试验(treadmill exercise test, TET)也是诊断疑冠心病

常用无创方法之一,其通过人为增加心肌氧耗量,诱发狭窄的冠状动脉相对或绝对的供血不足来诊断冠心病^[3]。本研究对 75 例疑诊冠心病的连续患者进行回顾性分析,旨在对反映心肌供血功能的 TET 与直接反映冠状动脉狭窄程度的 CCTA 诊断进行“一对一”比较,进一步探讨两种检查方法对冠心病诊断的特点及比较其诊断的准确性。

材料与方法

1. 一般资料

搜集本院因胸痛或胸部不适症状入院,初步疑诊为冠心病的连续患者,所有患者的验前概率都 $> 5\%$ ^[4]。

作者单位: 100037 北京,协和医学院/中国医学科学院/阜外心血管病医院放射科

作者简介: 于方方(1986-),女,山东荣成人,博士研究生,主要从事心血管病影像诊断工作。

通讯作者: 吕滨, E-mail: cjr.lvbin@vip.163.com

基金项目: 国家十一五科技支撑计划课题资助(2007BAI05B02)

该组患者为入院后同期(1 个月内)先后做过平板运动试验、CCTA 和冠状动脉造影(coronary artery angiography, CAG)3 种检查,共 81 例。其中排除运动平板试验未完成或未达到试验要求的患者 6 例,最后确定本研究的样本量为 75 例。其中男 51 例;平均年龄 53.4 ± 8.9 岁(35~73 岁);体重指数为 $(26.0 \pm 3.3) \text{ kg/m}^2$ ($16.3 \sim 33.9 \text{ kg/m}^2$)。该组高血压患者 40 例(53.3%),高血脂患者 37 例(49.3%),糖尿病患者 10 例(13.3%),有早发心血管病家族史患者 21 例(28.0%),有吸烟史患者 34 例(45.3%),有胸痛症状患者 34 例(45.3%)。

2. 检查方法

TET 检查按照标准 Bruce 方案^[5]进行次极量运动负荷试验,诊断结果由心脏功能检测中心有经验医师进行盲法独立诊断。CCTA 扫描采用双源 CT(Siemens 公司,型号为 Somatom Definition)进行 CCTA 扫描,检查前监测心率,控制心率 90 次/分以下。扫描时患者仰卧位,胸前 4 导联监测心电图。扫描范围为气管分叉下 1 cm 至膈面。管电压 100 kV 或 120 kV,管电流 420~500 mA,FOV 为 20.0~25.0 cm,扫描层厚 0.75 mm,螺距为 0.2~0.5,通过 20G 套管针从上肢浅静脉注射对比剂。采用三时相对比剂注射方案,对比剂自动跟踪触发技术,跟踪平面设定在左冠状动脉开口层面,兴趣区定在主动脉根部,触发阈值为 100 HU,达到阈值后延迟 6s 自动触发扫描,采用回顾性心电门控序列扫描技术将患者的原始数据分别在最佳收缩期和舒张期重建图像。用 Circulation 和 Inspace 软件进行图像后处理。

CCTA 与 CAG 对冠状动脉狭窄的判断采用目测直径法,以纽约心脏病学会(NYHA)冠状动脉 16 个节段分段法^[6]进行狭窄程度的评价。狭窄程度分级为①无狭窄;②狭窄<50%;③50%≤狭窄<75%;④75%≤狭窄≤99%;⑤100%狭窄。对于直径<1.5 mm 的节段 CTA 不予评价。所有结果由有经验的 CT 医师和造影医师利用盲法评价冠状动脉狭窄程度。以 CAG 冠状动脉狭窄≥50%为参照标准,被检查者至少一个冠状动脉节段管腔狭窄≥50%则诊断为冠心病。

3. 统计学分析

统计学应用 SPSS 12.0 软件,对 CCTA 与 TET 对冠心病的诊断通过计算敏感度、特异度、阳性预测值、阴性预测值等进行比较,各计数资料组别间的差异利用

Pearson χ^2 检验;双变量之间相关性行 Spearman 相关性检验, $P<0.05$ 表示差异有统计学意义。

结 果

本研究连续受试者中 TET 的完成率为 93%,CCTA 的完成率为 100%。本组 75 例完成了 3 种检查的患者(图 1),经 CAG 确定为冠心病患者为 42 例(56.0%),经 TET 诊断为冠心病患者为 29 例(38.7%),经 CCTA 诊断为冠心病患者为 40 例(53.3%)。

造影诊断为冠心病,右冠状动脉第一转折以远、第二转折中度狭窄>50%;冠状动脉远段重度狭窄>80%。

以 CAG 结果为诊断冠心病参考标准,75 例受检者 CCTA 与 TET 诊断结果如表 1。

表 1 TET 与 CCTA 对受检者的诊断结果比较

诊断效能	TET	CCTA	χ^2 值	P 值
敏感度	45.2(19/42)	90.5(38/42)	19.704	<0.01
特异度	69.7(23/33)	93.9(31/33)	6.519	0.011
阳性预测值	65.5(19/29)	95.0(38/40)	10.172	0.001
阴性预测值	50.0(23/46)	88.6(31/35)	13.307	<0.01
符合率	56.0(42/75)	92.0(69/75)	25.260	<0.01

以 CAG 诊断冠状动脉狭窄>50%为标准,CCTA 对右冠状动脉(right coronary artery, RCA)、左主干(left main coronary artery, LM)、前降支(left anterior descending artery, LAD)、回旋支(left circumflex artery, LCX)等分支血管的诊断结果见表 2。

对于经 CAG 确诊为冠心病的 42 例患者,其中单支冠状动脉病变(不包括左主干病变)的冠心病患者有 14 例,TET 结果阳性的患者仅有 2 例,其余 12 例冠心病患者 TET 结果均为阴性;有 26 例多支冠状动脉病变患者,其中 TET 结果阳性的患者为 15 例,11 例多支冠状动脉病变的患者 TET 为阴性。对 TET 结果与冠状动脉病变支数进行 Spearman 相关性检验,两



图 1 CCTA、CAG 表现,男,53 岁,有吸烟,高血压病史,间歇胸痛 4d 入院。a) 右冠状动脉 CTA 三维重建(曲面重组);狭窄部分 3 处管壁斑块(箭);b) 右冠状动脉造影示在第一转折处及第二转折及以远,右冠状动脉管腔狭窄,其中第二转折以远狭窄>75%(箭)。

表 2 CCTA 对 75 例检查者各支冠脉诊断情况比较

血管	RCA	LM	LAD	LCX	χ^2 值	P 值
敏感度	70.0(14/20)	100.0(2/2)	87.1(27/31)	30.4(7/23)	19.161	<0.01
特异度	92.7(51/55)	100.0(73/73)	88.6(39/44)	96.1(50/52)	8.954	0.013
阳性预测值	77.7(14/18)	100.0(2/2)	84.4(27/32)	77.8(7/9)	0.959	0.818
阴性预测值	89.5(51/57)	100.0(73/73)	90.7(39/43)	75.8(50/66)	23.084	<0.01
准确度	86.7(65/75)	100.0(75/75)	88.0(66/75)	76.0(57/75)	20.070	<0.01

组之间的相关系数为 0.440, $P=0.004$, 表明冠心病患者 TET 结果是否阳性与血管狭窄的支数有轻度相关性。

按照美国心脏协会(AHA)的冠状动脉 16 节段来分析, 对于 42 位冠心病患者血管病变节段狭窄程度与 TET 阴阳性结果的关系如表 3。冠心病患者的 TET 的不同结果在狭窄程度 $\geq 75\%$ 节段数中有明显差别。

表 3 患者 TET 结果阴性(假阴性)或阳性与病变狭窄程度的比较

狭窄节段	TET 阳性	TET 阴性	χ^2 值	P 值
狭窄 $\geq 75\%$	26	15	5.823	0.016
$50\% \leq$ 狭窄 $< 75\%$	31	32	0.442	0.506
狭窄 $\geq 50\%$	57	47	4.548	0.033

讨 论

1. TET 对诊断冠心病的准确性

研究报道冠心病的验前概率越低, 其诊断冠心病的准确性越低, 一般用于临床上有胸痛症状, 具有中、高验前概率的患者。但又因很多冠心病验前概率较高的老人运动耐量下降无法达到目标心率或因平时服药的影响, TET 在对老年患者的诊断效果存在争议^[5]。

TET 结果易受多种因素影响, 引起假阳性常见的原因有过度换气或植物神经功能紊乱^[6]; 高血压等致左室肥厚, 小动脉硬化导致心肌供血不足等。女性因有较多的二尖瓣脱垂和 X 综合征, 微血管功能的差异, 以及激素水平的差异而出现假阳性^[7]; 但本研究女性检查者假阳性所占比例与男性检查者并无差别, 不排除与选择偏倚有关。而 TET 出现阴性结果原因^[5]有冠状动脉斑块硬化相对不明显, 心脏代偿的功能不受影响; 试验前服用药物影响; 运动负荷不足或心电图导联数量太少, ST 段下降标准过于严格等。

本研究中 TET 对冠心病的诊断结果, 尤其是敏感性与阴性预测值, 相对于国内发表的结果偏低^[8], 可能因本组为回顾性研究, 存在病例选择偏倚或因本院 TET 诊断标准偏高造成。研究中冠心病患者 TET 假阳性 11 例(男 7 例), 而 CCTA 的诊断全部为阴性, 与 CAG 的诊断一致。TET 假阴性 23 例(男 16 例), CCTA 诊断 20 例为阳性与 CAG 诊断一致, 其中 1 例为中度狭窄的单支病变, CCTA 对狭窄度评价为 $< 50\%$; 1 例为回旋支狭窄管腔对比剂显影淡, 诊断为回旋支发育细小; 另外 1 例为病变部位钙化伪影影响, 狭窄度诊断受限。

研究中冠心病患者 TET 的不同结果与血管病变支数多少及狭窄节段多少和狭窄程度有关。研究表明^[9]血管造影管腔狭窄 50% 定为阈值仿佛并不妥当, 因为有些冠状动脉中度狭窄的患者并未出现冠状动脉血流储备的减少, 冠状动脉解剖与功能上的分界点并不总是一致, 而冠状动脉血流储备分数^[10]的测定可能是以后解决这一问题的更好选择。

2. CCTA 对于诊断冠心病的准确性

目前 CCTA 广泛用于疑似有冠心病患者的诊断, 国内外发表了很多文献报道 CCTA 对冠心病诊断水平的评价^[1,11]。本研究中 CCTA 诊断结果与以往的研究相似^[2]。因 CCTA 较高的阴性预测值, 排除患冠心病的准确性较高, 专家共识与指南都认为 CCTA 检查应用于负荷试验意义不明或无法进行活动的低中危的患者^[12]。

冠状动脉 CTA 不仅可以对冠状动脉狭窄及部位进行评价, 还可了解管壁斑块的形态及性质(钙化斑块或非钙化斑块), 对冠心病患者的治疗尤其对冠状动脉介入治疗具有指导价值, 这是其他非侵入性检查无法取代的优势。

但 CCTA 诊断的准确性受到技术设备与图像质量好坏的制约, 同时受到患者心率、心律、呼吸运动、冠状动脉钙化情况和诊断者水平的影响。本研究中 CCTA 诊断假阳性 2 例, 假阴性 4 例, 2 例假阳性的原因为冠状动脉钙化影响的管腔狭窄评估过重。图像运动伪影的影响、图像空间分辨力不足、近段狭窄性病变影响是对各支血管的诊断有差异的主要原因^[13]。同时 CTA 扫描的辐射剂量尤其受到国外研究者及专家的关注, 回顾性心电门控进行 CCTA 扫描, 一次辐射量约为 10~15 mSv; 随着 CT 设备上低剂量技术和扫描程序最佳化的改进, CCTA 检查的辐射剂量已有明显下降, 可至 3~6 mSv 左右, 现利用前瞻性心电门控扫描, 相比回顾性心电门控辐射剂量可减少约 70%^[14]。

总之, 对这两种诊断方法, TET 在冠心病患者的诊断与血管病变支数与狭窄节段的程度有关, 且易受外界多种因素影响, 造成较高的假阳性和假阴性诊断。CCTA 对于有症状的疑似冠心病患者的诊断准确度比 TET 更高, 有助于临床上及时诊治冠心病患者, 避免误诊与漏诊。随着 CTA 技术的进步、放射剂量的

降低,冠状动脉 CT 血管造影在诊断疑似冠心病患者中的作用将会得到更广泛应用。

参考文献:

- [1] W. Bob Meijboom, Carlos AG. van Mieghem, et al. 64-slice computed tomography coronary angiography in patients with high, intermediate, or low pretest probability of significant coronary artery disease[J]. J Am Coll Cardiol, 2007, 50(15): 1469-1475.
- [2] Budoff MJ, Dowe D, Jollis JG, et al. Diagnostic performance of 64-multidetector row coronary computed tomographic angiography for evaluation of coronary artery stenosis in individuals without known coronary artery disease: results from the prospective multicenter ACCURACY (assessment by coronary computed tomographic angiography of individuals undergoing invasive coronary angiography) trial[J]. J Am Coll Cardiol, 2008, 52(21): 1724-1732.
- [3] Morise AP, Diamond GA. Comparison of the sensitivity and specificity of exercise electrocardiography in biased and unbiased populations of men and women[J]. Am Heart J, 1995, 130(4): 741-747.
- [4] Diamond GA, Forrester JS. Analysis of probability as an aid in the clinical diagnosis of coronary-artery disease[J]. N Engl J Med, 1979, 300(24): 1350-1358.
- [5] Gibbons RJ, Balady GJ, Bricker JT, et al. ACC/AHA 2002 guideline update for exercise testing: summary article, A report of the American college of cardiology/ American heart association task force on practice guidelines (committee to update the 1997 exercise testing guidelines)[J]. J Am Coll Cardiol, 2002, 40(8): 1531-1540.
- [6] Austen WG, Edwards JE, Frye RL, et al. A reporting system on patients evaluated for coronary artery disease. Report of the ad hoc committee for grading of coronary artery disease. council on cardiovascular surgery[J]. Circulation, 1975, 51(1): 5-40.
- [7] Barolsky SM, Gilbert CA, Faruqui A, et al. Differences in electrocardiographic response to exercise of women and men: a non-Bayesian factor[J]. Circulation, 1979, 60(5): 1021-1027.
- [8] 孙丽卿, 张怀勤, 洪万东, 等. 国人平板运动试验诊断冠心病价值的 Meta 分析[J]. 心电图杂志, 2008, 27(3): 198-201.
- [9] Erica Maffei, Sara Seitun, Chiara Martini, et al. CT coronary angiography and exercise ECG in a population with chest pain and low-to-intermediate pre-test likelihood of coronary artery disease[J]. Heart, 2010, 96(24): 1973-1979.
- [10] B De Bruyne, J Sarma, et al. Fractional flow reserve: a review[J]. Heart, 2008, 94(7): 949-959.
- [11] Michèle Hamon, Giuseppe GL. Diagnostic performance of multislice spiral computed tomography of coronary arteries as compared with conventional invasive coronary angiography: a meta-analysis[J]. J Am Coll Cardiol, 2006, 48(9): 1896-1910.
- [12] Maffei E, Palumbo A, Martini C, et al. Stress-ECG vs CT coronary angiography for the diagnosis of coronary artery disease: a "real-world" experience[J]. Radiol Med, 2010, 115(3): 354-367.
- [13] 吕滨, 庄囡, 戴汝平, 等. 电子束 CT 冠状动脉钙化积分和血管造影诊断冠心病的价值[J]. 中华放射学杂志, 2004, 38(12): 1305-1310.
- [14] 吕滨, 刘玉清, 沈云. CT 心脏成像的技术进展[J]. 中华放射学杂志, 2007, 41(10): 1011-1013.

(收稿日期: 2011-08-03 修回日期: 2011-11-15)

《中国医学创新》杂志 2012 年征订函

《中国医学创新》杂志是中华人民共和国卫生部主管,《中国医学创新》杂志社编辑出版的国家一类医学科技综合性学术期刊。本刊已被万方数据数字化期刊群、中国核心期刊(遴选)数据库全文收录。现为旬刊,国际标准刊号 ISSN 1674-4985 国内统一刊号 CN11-5784/R 邮发代号 82-189。每期定价 15.00 元,全年 540 元(包邮资),全国邮局发行。

主要栏目:论著、临床研究、基础研究、卫生管理、护理园地、影像与检验、经验交流、学术讲座、医药之窗、医学综合、个案报道等栏目。根据全国继续医学教育委员会的《继续医学教育学分授予与管理办法》学分授予标准,在本刊发表的论文可获得国家级继续教育学分。

本刊每月 5 日、15 日、25 日出版,全年 36 期,对省级以上科研基金项目论文予以优先发表。《中国医学创新》杂志常年接受读者订阅,预订者可直接向本刊通联部办理邮购订阅业务,或直接在当地邮局订阅。本刊通联部同时接受破月订阅和补缺。欢迎各医学院校、医药厂家、医学工作者订阅和刊登广告。

地址:100054 北京市丰台区菜户营 58 号财富西环 15A05 室《中国医学创新》通联部

电话:010-63357546 传真:010-51112832

网址:www.zgyxcx.com 邮箱:zgyxcx01@163.com