文章编号:1000-5404(2006)01-0003-03

论著

# e-Speed 电子束 CT 对冠状动脉粥样硬化心脏病的诊断价值

邹利光,文 利,孙清荣,王文献,梁开运,雷福章,李龙辉 (第三军医大学新桥医院放射科,重庆 400037)

**提 要: 目的** 总结 e-Speed 电子束 CT(electron beam computed tomography, EBCT)冠状动脉检查结果,探讨 EBCT 冠状动脉造影的图像质量及其对冠心病的诊断价值。**方法** 疑诊冠心病或健康查体来我院行 e-Speed 电子束 CT 冠状动脉检查病例 115 例,所有受检者均行 EBCT 平扫,92 例行 EBCT 血管造影检查。**结果** 冠状动脉钙化积分,60 岁以前较低,60 岁以后逐渐增高,70 岁以后明显增高。EBCT 冠状动脉造影检查优良图像为 79 例(85.9%),不满意图像为 13 例(14.1%);根据 EBCT 冠状动脉造影结果,85.9% 病例可做出明确诊断,10.9% 病例只能做出大致诊断,3.2% 病例不能做出诊断。**结论** EBCT 对诊断冠状动脉粥样硬化性心脏病有重要价值,EBCT 冠状动脉造影在冠状动脉病变诊断和介入治疗筛选方面可部分取代传统的插管法造影检查。

**关键词**: 冠状动脉;心脏病;电子束 CT;放射诊断
**中图法分类号**: R541.404; R814.42; R816.2 **文献标识码**: A

# Diagnostic value of e-Speed electron beam computed tomography in coronary artery disease

ZOU Li-guang, WEN Li, SUN Qing-rong, WANG Wen-xian, LIANG Kai-yun, LEI Fu-zhang, LI Long-hui (Department of Radiology, Xinqiao Hospital, Third Military Medical University, Chongqing 400037, China)

**Abstract**: **Objective** To summarize the examination results of electron beam computed tomography (EBCT) in coronary artery disease (CAD) and explore its diagnostic value. **Methods** One hundred and fifteen subjects including those suspected CAD and healthy people undertaking physical examination were examined with e-Speed EBCT. All cases were examined by plain scan and 92 cases were further examined by EBCT angiography (EBCTA) of coronary artery. **Results** Coronary artery calcium score was relatively low in the subjects under 60 years old, increased gradually in those over 60 years old and increased obviously in those above 70 years old. Image quality of EBCTA was fine in 79 cases (85.9%) and dissatisfying in 13 cases (14.1%). According to EBCTA, the diagnosis was definite in 85.9% of all subjects and approximate in 10.9%, indefinite in 3.3%. **Conclusion** EBCT is of important diagnostic value in CAD. EBCTA could partially replace conventional cathetering coronary artery angiography in the diagnosis of CAD and the case selection for percutaneous transluminal coronary angioplasty.

**Key words**: coronary artery; heart disease; electron beam computed tomography; diagnostic radiology

电子束 CT (electron beam computed tomography, EBCT),又称超高速 CT (ultrafast computed tomography, UFCT)或电子束断层扫描(electron beam tomography, EBT)。美国 Douglas Boyd 于 1983 年开发并应用于临床。我国自 1995 年引进电子束 CT,1999 年 EBCT 冠状动脉钙化积分和冠状动脉造影这一检查诊断方法通过美国 FDA 认证,使 EBCT 在心血管疾病诊断的应用受到临床广泛重视[1]。我院于 2005 年 4 月引进美国通用电器(GE)公司生产的新一代电子束 CT——e-Speed 电子束 CT,已完成 115 例 EBCT 冠状动脉检查。本研究总结我院 EBCT 冠状动脉检查资料,重点探讨 EBCT 冠状动脉造影的图像质量及其对冠心病的诊断价值。

## 1 材料与方法

### 1.1 病例资料

2005 年 4 - 8 月疑诊冠心病或健康查体来我院行 EBCT 电子束 CT 冠状动脉检查病例 115 例,其中男性 86 例,女性 29 例,年龄 34 ~ 81 岁,平均 57.9 岁。所有受检者均行 CT 平扫,92 例行 EBCT 血管造影检查。接受 EBCT 冠状动脉检查原因:临床确诊为冠心病者 28 例、临床疑诊冠心病 37 例、冠状动脉支架置入术后 4 例、冠状动脉搭桥术后 3 例、无明显临床表现健康检查 43 例。

**基金项目**:GE 公司联合研发基金资助项目(2004E036)
Supported by the Research Foundation of GE Company (2004E036)
**作者简介**:邹利光(1964 - ),男,四川省江油市人,硕士,主任医师,教授,主要从事心血管疾病和呼吸系统疾病放射诊断方面的研究,发表论文 41 篇。电话:(023)68774676,E-mail: zoulg@mail.tmmu.com.cn
**通讯作者**:孙清荣,电话:(023)68774678
**收稿日期**:2005-09-15;**修回日期**:2005-11-12

### 1.2 检查方法

检查设备为 e-Speed 电子束 CT(GE-Imatron, South San Francisco, CA)。患者仰卧于 EBCT 检查床上,常规胸部定位扫描。EBCT 冠状动脉检查扫描包括 3 个序列:EBCT 平扫、血流扫描和血管造影。CT 平扫用于显示冠状动脉钙化并进行自动钙化积分分析,血流扫描用于测定升主动脉根部造影剂循环时间,冠状动脉 EBCT 血管造影(EBCT angiography, EBCTA)用于显示冠状动脉血管形态结构。扫描范围:CT 平扫和血管造影扫描范围相同,为气管隆突下 1 cm 左右至心脏膈面水平,根据心脏为横位或垂位扫描上界可适当上下调整约 5 mm,扫描方式为单层(步进)容积扫描(single slice volume scan, SVS);血流扫描(flow study)扫描部位为升主动脉起始部,单层固定层面扫描。扫描前和扫描中记录患者心率及其变化。

EBCT 冠状动脉造影检查,20 G 静脉留置针穿刺肘静脉,以 3.5 ~ 4 ml/s 流速注入含碘浓度为 350 mg/ml 的造影剂安射力(tyco healthcare)120 ~ 140 ml,根据血流检查测定的循环时间,于注射开始后 15 ~ 18 s 启动扫描。前置性心电门控多时相扫描(multiphase),根据心率快慢,每个心动周期扫描 4 ~ 6 次,完成整个心脏扫描大约需要时间 30 s。

### 1.3 图像后处理

将 EBCT 扫描所得原始图像传送至 AW 4.2 工作站上进行后处理,处理方式有:① EBCT 平扫,目测冠状动脉钙化情况,并利用工作站上冠状动脉钙化自动积分软件(smart score)分别对左冠主干、左前降支、回旋支和右冠状动脉进行钙化积分分析;② EBCT 冠状动脉造影,图像处理方式有容积再现(volume rendering, VR)、最大强度投影(maximum intensity projection, MIP)、多平面重建(multi-planar reconstruction, MPR)和曲面重建(curved planar reconstruction, CPR)、电影模式(cine)。

### 1.4 统计学方法

采用 SPSS 10.0 软件包对计量资料采用 $t$ 检验。

## 2 结果

### 2.1 冠状动脉钙化检出及积分

采用国际通用的冠状动脉钙化 Agatston[2] 积分标准,根据受检者年龄不同分为 4 组,分别为≤49 岁、50 ~ 59 岁、60 ~ 69 岁及≥70 岁,再按性别不同进行分组统计,结果见表 1。

**表 1 冠状动脉钙化 Agatston 积分($\bar{x} \pm s$)**

| 年龄(岁) | 男 | 女 | $t$ | $P$ |
|---|---|---|---|---|
| ≤49 | 5.4 ± 3.7 | 0 | - | - |
| 50 - 59 | 18.9 ± 57.4 | 0.2 ± 0.4 | 1.51 | 0.15 |
| 60 - 69 | 47.6 ± 72.8 | 17.0 ± 24.1 | 0.87 | 0.39 |
| ≥70 | 322.9 ± 333.8 | 340.3 ± 417.7 | 0.71 | 0.55 |

### 2.2 EBCT 冠状动脉造影图像质量

由放射诊断高级职称及中级职称各 1 名对图像质量进行评价。根据多数作者采用的 CT 冠状动脉造影评分标准,以 VR 重建图像为评价主要依据,参考其他图像后处理结果,将 CT 冠状动脉造影图像质量分为 6 个等级[3,4]。6 分:冠状动脉 3 主支、2 级及部分 3 级分支显示良好,血管有立体感,边缘清晰锐利,多角度观察无任何运动伪影;5 分:冠状动脉 3 主支、2 级及部分 3 级分支显示良好,管壁完整,但多角度观察血管边缘有少数轻微错层或心壁出现错层;4 分:1 支冠状动脉主干的小部分轻微模糊,MIP 观察不影响诊断;3 分:某支冠状动脉主干1/2 以上模糊,或错位较明显,多时相 MIP 可以诊断;2 分:某支冠状动脉主干绝大部分模糊不清或明显错位,MIP 也不能诊断;1 分:冠状动脉主干不能识别,MIP 对任何 1 支血管均不能诊断。6、5、4 分图像称为"优良图像",3 分以下图像为"不满意图像"。本组病例行 EBCT 冠状动脉造影检查者 92 例,优良图像为 79 例,占 85.9%,不满意图像为 13 例,占 14.1%,见表 2。

**表 2 EBCT 冠状动脉造影图像质量及扫描前心率对图像的影响**

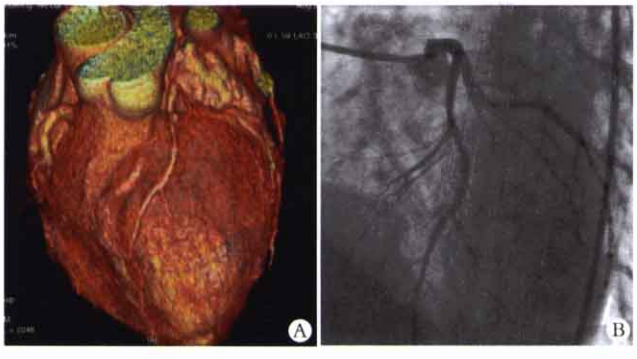
| 心率(次/min) | 图像质量评分 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 6 分 | 5 分 | 4 分 | 3 分 | 2 分 | 1 分 | 合计 |
| 50 - 59 | 0 | 2 | 3 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| 60 - 69 | 0 | 5 | 6 | 1 | 0 | 0 | 12 |
| 70 - 79 | 1 | 13 | 14 | 5 | 0 | 0 | 33 |
| 80 - 89 | 2 | 10 | 13 | 3 | 2 | 0 | 30 |
| 90 - 99 | 0 | 5 | 5 | 1 | 0 | 0 | 11 |
| 100 - 110 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 合计 | 3 | 35 | 41 | 10 | 3 | 0 | 92 |
| % | 3.3 | 38.0 | 44.5 | 10.9 | 3.3 | 0 | 100.0 |

### 2.3 EBCT 冠状动脉造影诊断结果

将冠状动脉分为左主干(left main artery, LMA)、左前降支(left anterior descending artery, LAD)、左旋支(left circumflex, LCX)和右冠状动脉(right coronary artery, RCA)4 主支,各大支分支病变归入该主支,如对角支病变归入前降支,钝缘支归入左旋支。并按照冠状动脉横径狭窄程度的不同分为轻度狭窄(小于 50%)、中度狭窄(50% ~ 74%)、重度狭窄(75% ~ 99%)和完全闭塞(100%)。本组 92 例行 EBCT 冠状动脉造影检查,图像质量评价为"优良图像"79 例,图像质量为 3 分基本能作出诊断者 10 例,共计 89 例诊断结果见表 3、图 1。

**表 3 89 例 EBCT 冠状动脉造影诊断结果**

| 冠状动脉分支 | 无狭窄 | 轻度狭窄 | 中度狭窄 | 重度狭窄 |
|---|---|---|---|---|
| LMA | 85 | 2 | 2 | 0 |
| LAD | 65 | 11 | 9 | 4 |
| LCX | 78 | 4 | 5 | 2 |
| RCA | 76 | 5 | 3 | 5 |




A: 冠状动脉容积再现; B: 导管法数字血管造影

**图 1 左冠状动脉前降支近段中度狭窄**

## 3　讨论

冠心病的病理基础是冠状动脉粥样硬化，而冠状动脉钙化（coronary artery calcium，CAC）是冠状动脉粥样硬化的重要标志，因此，检出冠状动脉钙化对于诊断冠心病具有重要意义。胸部平片、X 线透视、经胸超声、常规 CT 都可以检测出 CAC，EBCT 相对于以上检查手段，由于其扫描速度达到毫秒级，消除了心脏的运动伪影，同时配置有标准化的 CAC 积分计算软件，可以精确地定量分析，是目前检查 CAC 的最佳手段[5,6]。目前沿用 Agatston[2] 的 EBCT 冠状动脉钙化积分方法，将面积 > 1 $mm^2$、CT 值 > 130 Hu 者作为冠状动脉钙化，对于 CT 值 > 130 Hu、面积 < 1 $mm^2$ 者，视为图像噪声，以提高诊断的特异性。为量化诊断，将 CT 值分为 4 级（4 分），称为钙化系数，1 分 CT 值为 130 ~ 199 Hu，2 分为 200 ~ 299 Hu，3 分为 300 ~ 399 Hu，4 分 CT 值在 400 Hu 以上。钙化面积与钙化系数之乘积即为钙化分值。

男女两性的 CAC 阳性率都随年龄而增高，二者在 70 岁以下各年龄组均明显高于女性，但 60 岁以后两性差距逐渐缩小，70 岁以上各组两性间阳性率比较差异无显著性。男性 CAC 程度相对较重，女性在 60 岁以前冠状动脉钙化程度一般较轻，但 60 岁以后 CAC 明显加速。本组 CAC 检查结果与文献报道一致，60 岁以前 CAC 积分较低，60 岁以后 CAC 积分逐渐增高，70 岁以前男性 CAC 高于女性，70 岁以后 CAC 明显增高，男女两性无明显差异。应该指出，CAC 并不是一种与年龄有关的退行性改变，而是冠状动脉粥样硬化发展到一定阶段，钙盐的沉积引起的病理变化。

冠状动脉血管造影的重建和显示方法包括 VR、MIP、CPR、MPR 等，以前 3 种方法最为常用，多种图像后处理方法结合对冠脉病变判断的准确性高于单一方法。对于冠状动脉的显示，整体上近中段显示效果较好，远段显示效果较差；光滑平直的血管显示效果较好，迂曲血管的显示效果较差。左冠状动脉主干、左前降支近中段，左旋支近段和右冠状动脉近中段显示较好，其中左冠状动脉主干、前降支的显示整体上优于回旋支和右冠状动脉[7]，右冠状动脉中远段、对角支、钝缘支显示效果较差。根据多数作者采用的 CT 冠状动脉造影评分标准，以 VR 重建图像为评价主要依据，参考其他图像后处理结果，将 CT 冠状动脉造影图像质量分为 6 个等级。6、5、4 分图像称为“优良图像”，3 分以下图像为“不满意图像”。本组病例行 EBCT 冠状动脉造影检查者 92 例，优良图像为 79 例，占 85.9%，不满意图像为 13 例，占 14.1%。也就是说，85.9% 病例 EBCT 冠状动脉造影可做出诊断，10.9%（图像质量 3 分）病例只能做出大致诊断，3.3%（图像质量 2 分以下 3 例）病例不能做出诊断。

16 层 CT 于 2001 年用于临床以来，有较多 CT 冠状动脉造影的报道[8,9]，患者心率快慢及心律是否整齐对于多层螺旋 CT 冠状动脉造影图像质量影响较大，心率 70 次以上和心律不齐患者检查成功率较低。而接受 CT 冠状动脉造影检查病例常常是冠状动脉病变和老年患者，心率较快，扫描中由于较长时间闭气和注射造影剂的影响，可出现心率增快和心律不齐，这种变化的范围和程度在扫描前难以预测，进一步影响 16 层 CT 冠状动脉造影检查的成功率。本研究表 2 可以看出，患者心率快慢对图像质量无明显影响。EBCT 由于扫描速度快，真正前置心电门控，扫描系统按预选 R-R 间期的间隔% 或 R 波后的 1 组毫秒时间和预选间隔触发扫描，可根据患者心率变化适时调节扫描时间，对于心动过速和心律不齐的患者也可进行无创性冠状动脉成像检查。

**参考文献：**


[1] 周　渊，戴汝平. 第二届全国 EBCT 研讨会会议纪要[J]. 临床放射学杂志，2001，20(10)：808 - 809.

[2] AGATSTON A S，JANOWITZ W R，HILDNER F J，*et al*. Quantification of coronary artery calcium using ultrafast computed tomography [J]. J Am Cardiol，1990，15(4)：827 - 832.

[3] HONG C，BECKER C R，HUBER A，*et al*. ECG-gated reconstructed multi-detector row CT coronary angiography：effect of varying trigger delay on image quality[J]. Radiology，2001，220(3)：712 - 717.

[4] 邝平定，张敏鸣，朱建华，等. 多层螺旋 CT 回顾性心电门控冠状动脉重建的最佳 R-R 时相及其临床应用[J]. 中华放射学杂志，2004，38(2)：178 - 183.

[5] BUDOFF M J，SHINBANE J S，OUDIZ R J，*et al*. Comparison of coronary artery calcium screening image quality between C-150 and e-Speed electron beam scanners [J]. Acad Radiol，2005，12(3)：309 - 312.

[6] HOFF J A，DAVIGLUS M L，CHOMKA E V，*et al*. Conventional coronary artery disease risk factors and coronary artery calcium detected by electron beam tomography in 30，908 healthy individuals[J]. Ann Epidemiol，2003，13(3)：163 - 169.

[7] 戴汝平. 电子束 CT 冠状动脉成像研究及进展[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志，2004，2(2)：57 - 62.

[8] 王照谦，杨志强，朱　皓，等. 16 层 CT 显示冠状动脉狭窄与导管法造影的对照研究[J]. 放射学实践，2005，20(3)：190 - 194.

[9] 周代全，黎　川，丁仕义，等. 16 层螺旋 CT 冠状动脉成像的应用技术探讨[J]. 第三军医大学学报，2005，27(22)：2286 - 2289.


（编辑　栾　嘉）