

# 电子束 CT 冠状动脉钙化与影像学斑块负荷的量化关系

罗初凡, 杜志民, 胡承恒, 李向民, 李 怡, 梅卫义, 曾武涛, 马 虹

(中山大学附属第一医院心内科, 广东省广州市 510080)

[主题词] 冠状动脉疾病; 钙质沉着症; 体层摄影术, X线; 冠状动脉造影

[摘要] 探讨经电子束 CT 检测的冠状动脉钙化积分与影像学斑块负荷的量化关系。320 例临床疑诊为冠心病而行选择性冠状动脉造影的患者行电子束 CT 检查, 并计算冠状动脉钙化积分, 分析钙化积分与冠状动脉粥样斑块负荷之间的关系。结果发现, 全组冠状动脉钙化积分为 0~3 346, 中位数 45, 钙化积分的自然对数转换值平均为  $3.64 \pm 2.18$ 。钙化积分的自然对数转换值与狭窄程度呈轻度正相关( $r = 0.385, P < 0.001$ ), 与斑块负荷总分呈高度正相关( $r = 0.768, P < 0.001$ )。结果提示, 电子束 CT 检测的冠状动脉钙化积分与斑块负荷之间有良好的相关性, 而与狭窄程度的相关性较差。

[中图分类号] R541.4

[文献标识码] A

## The Quantitative Correlation between Coronary Calcium Score Detected by Electron Beam Computed Tomography and Angiographically Atherosclerotic Plaque Burden

LUO Chu-Fan, DU Zhi-Min, HU Cheng-Heng, LI Xiang-Min, LI Yi, MEI Wei-Yi, ZEN Wu-Tao, and MA Hong

(Department of Cardiology, The First Affiliated Hospital of Zhongshan University, Guangzhou 510080, China)

[MeSH] Coronary Artery Disease; Calcinoses; Tomography, X-ray; Coronary Angiography

[ABSTRACT] **Aim** To investigate the quantitative correlation between coronary calcium score (CS) determined by electron beam computed tomography (EBCT) and angiographically atherosclerotic plaque burden. **Methods** In 320 patients who were clinically suspected to have coronary artery disease and had undergone coronary angiography, EBCT was performed for calculating calcium score. The relation of calcium score to atherosclerotic plaque burden was quantitatively analyzed. **Results** The calcium score ranged from 0 to 3 346, with a median of 45. The mean natural logarithm transformation of calcium score [ $\ln(CS + 1)$ ] was  $3.64 \pm 2.18$ .  $\ln(CS + 1)$  was poorly related to stenosis severity ( $r = 0.385, P < 0.001$ ) and well related to the total score of plaque burden ( $r = 0.768, P < 0.001$ ). **Conclusion** Calcium score determined by electron beam computed tomography correlates intimately with plaque burden but poorly with stenosis severity.

冠状动脉钙化是粥样硬化的特征性改变。电子束 CT (electron beam computed tomography, EBCT) 检测冠状动脉钙化诊断冠心病的准确性不高且受年龄和性别的影响<sup>[1,2]</sup>, 钙化积分 (calcium score, CS) 与冠状动脉狭窄程度的相关性较差<sup>[1-5]</sup>, 粥样斑块负荷与狭窄程度并不一定平行<sup>[6-8]</sup>。钙化积分与斑块负荷的关系尚不清楚。本文根据冠状动脉造影图像计算斑块负荷, 以探讨钙化积分与影像学斑块负荷的量化关系。

## 1 对象与方法

### 1.1 研究对象

[收稿日期] 2001-12-03 [修回日期] 2002-05-28

[基金项目] 广东省科委科技攻关基金(9827803)资助和广东省卫生厅科研基金(A2000172)资助。

[作者简介] 罗初凡, 男, 湖南新化人, 1966 年 10 月出生, 硕士, 主治医师, 主要从事介入心脏病学研究。杜志民, 男, 广东普宁人, 1960 年 8 月出生, 1991 年获法国心血管专科医师证书, 主任医师, 硕士研究生导师, 主要从事冠心病与介入心脏病学临床研究。

1999 年 1 月至 2000 年 12 月在我院心导管室行选择性冠状动脉造影, 同期(冠脉造影前后一周内)进行电子束 CT 冠状动脉钙化检测患者 320 例, 其中男性 236 例, 女性 84 例, 平均年龄  $58.3 \pm 9.6$  岁。排除以下情况: ①甲状腺亢进或减退; ②慢性肾功能不全; ③可能合并钙磷代谢紊乱或转移性钙化的恶性肿瘤或其它疾病; ④曾行冠状动脉搭桥术或经皮腔内冠状动脉成形术。

### 1.2 电子束 CT 检查

冠状动脉图像采集采用 Imatron G-150 型 EBCT 扫描机, 按标准操作程序进行检查。采用心电门控 R 波触发单层序列扫描方式, 根据心脏大小从主动脉根部至心尖部共扫描 20~30 层, 层厚 3 mm, 扫描时间 100 ms, 扫描时嘱患者屏住呼吸, 全过程约 20~30 s。

按 Agaston 等<sup>[1]</sup>方法计算 CS。冠状动脉钙化灶定义为 CT 峰值  $\geq 130$  HU、面积  $\geq 1.0 \text{ mm}^2$  的病灶。CS 由钙化面积乘以 CT 峰值系数(130~199 HU 为

1, 200~299 HU 为 2, 300~399 HU 为 3,  $\geq 400$  HU 为 4) 确定。对获得的图像逐层观察, 圈出符合上述条件的病灶, 由计算机自动得出钙化面积和积分, 由各个冠状动脉钙化灶积分之和得出每支血管的 CS 及该患者的总 CS。

### 1.3 选择性冠状动脉造影

按 Judkins 法依次行右冠状动脉和左冠状动脉造影, 常规多体位投照。仪器应用 Phillips C-4000 双向球管心血管摄影机, 配有数字成像系统、冠状动脉定量分析软件。根据多个投照体位中显示狭窄最严重的造影图像计算每个冠状动脉病变部位的最大腔径狭窄百分比, 管壁光滑、未见明确病变者为无狭窄, 凡见任何管壁欠规则的部位都计为 1% 以上的狭窄。每例患者的狭窄程度按造影图像中狭窄最严重的部位计算。

按 Sullivan 等<sup>[6]</sup>方法进行斑块负荷记分。冠状动脉造影图像中凡见管壁欠规则或固定狭窄的部位均认为存在粥样硬化斑块。斑块部位占每支血管的长度百分比乘以该支血管的权重系数: 左主干 5, 左前降支 20, 主要对角支 10, 第一间隔支 5, 左回旋支 20, 钝缘支加后侧支 10, 右冠状动脉 20, 右后降支 10; 如侧壁的主要血管为大钝缘支或中间支, 而后侧支缺如时, 则该钝缘支或中间支为 20, 回旋支为 10; 当某支血管完全闭塞且其远端不能通过侧支血流充分显影时, 则未显影血管的斑块比例按其它动脉的平均分计算<sup>[6,7]</sup>。将每支动脉及其分支的记分相加, 得该患者的斑块负荷总分, 代表患者的冠状动脉中为粥样斑块覆盖的面积百分比。

### 1.4 统计学处理

计量资料以均数  $\pm$  标准差表示。因 CS 呈明显偏态分布, 采用 CS 加 1 的自然对数转换值  $[\ln(CS+1)]$  分析。两组变量之间的相关性采用直线相关分析。

## 2 结果

### 2.1 冠状动脉钙化检测结果

EBCT 检测的钙化积分从 0 到 3 346 分不等, 中位数 45,  $\ln(CS+1)$  平均为  $3.64 \pm 2.18$ 。

### 2.2 冠状动脉造影结果

冠状动脉造影显示, 狭窄程度为 0%~100% 不等, 中位数 85%, 平均  $(71 \pm 32)\%$ 。斑块负荷总分为 0%~100%, 中位数 46%, 平均  $(47 \pm 26)\%$ 。

### 2.3 钙化积分与狭窄程度及斑块负荷的相关性

由图 1 和 2 (Figure 1 and 2) 可见,  $\ln(CS+1)$  与

狭窄程度呈轻度正相关 ( $r = 0.385$ ,  $P < 0.001$ );  $\ln(CS+1)$  与斑块负荷总分呈高度正相关 ( $r = 0.768$ ,  $P < 0.001$ )。

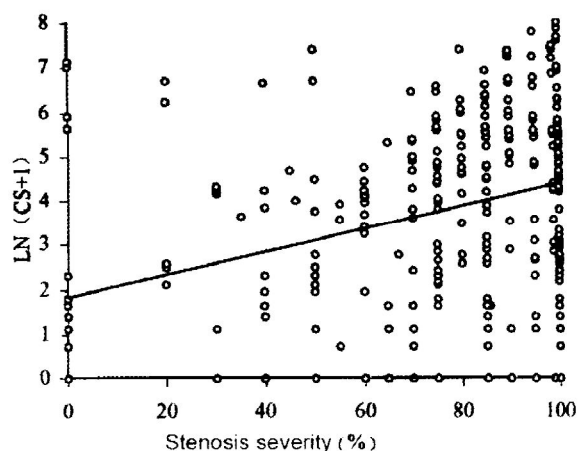


图 1. 钙化积分转换值  $\ln(CS+1)$  与狭窄程度的关系。

Figure 1. The relation between transformation of calcium score  $[\ln(CS+1)]$  and stenosis severity.

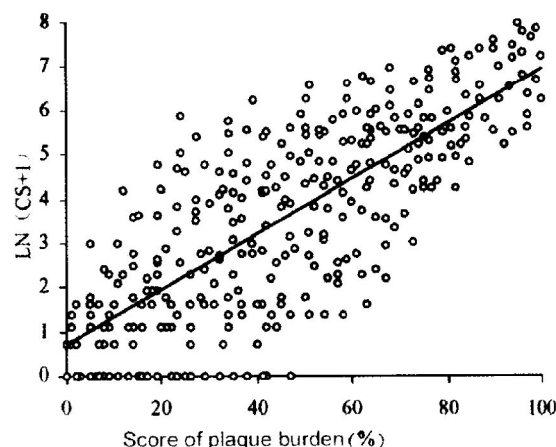


图 2. 钙化积分转换值  $\ln(CS+1)$  与斑块负荷的关系。

Figure 2. The relation between transformation of calcium score  $[\ln(CS+1)]$  and atherosclerotic plaque burden.

## 3 讨论

研究显示, 冠状动脉钙化与血管壁的粥样硬化密切相关<sup>[1~5]</sup>, 但其在动脉粥样硬化发病机制中的作用目前尚有争议。钙化积分与冠状动脉狭窄程度的相关性较差<sup>[1~5]</sup>, 对同样狭窄程度的粥样硬化病变, 其钙化程度存在广泛的差异<sup>[4,5]</sup>。本文研究结果与之相似, 显示钙化积分与冠状动脉狭窄程度仅呈弱相关。

Rumberger 等<sup>[9]</sup>对尸体心脏的组织病理学研究表明, 冠状动脉钙化程度与粥样硬化斑块面积 (或斑块负荷) 有良好的相关性。但在活体上进行 EBCT

检测冠状动脉钙化与冠状动脉造影检测斑块负荷的关系目前不得而知。冠状动脉造影图像对斑块负荷的定量有一定难度,本文采用 Sullivan 等<sup>[6,7]</sup>方法进行斑块负荷记分,这种记分方法能较为准确地反映粥样斑块的总负荷,与年龄、脂蛋白等冠心病危险因素具有良好的相关性,并与冠心病患者的预后有关<sup>[7]</sup>。本研究结果发现,EBCT 检测的钙化积分与影像学检测的斑块负荷之间具有高度正相关性,并与组织病理学研究结果相符<sup>[9]</sup>。

冠状动脉粥样硬化的发生和发展过程中常伴随着血管重构的发生,从而使血管腔横截面积(外弹力膜内面积)随着斑块的增长而扩大<sup>[6~8]</sup>。Clarkson 等<sup>[8]</sup>研究显示,钙化斑块往往较非钙化斑块的体积更大,所导致的血管代偿性扩张也更为明显。因此,钙化程度随斑块负荷的增加而增加,但因病变段冠状动脉的血管重构和代偿性扩张,病变狭窄程度却与斑块负荷的增加并不平行,导致钙化程度与狭窄程度的相关性较差。冠心病患者的预后主要决定于粥样斑块的稳定性<sup>[10]</sup>,也可能与冠状动脉系统的斑块总负荷有关<sup>[7]</sup>,影像学狭窄程度对患者预后的影响可能并不十分明显<sup>[12]</sup>,相反,斑块破裂和急性心肌梗死更可能发生于轻至中度狭窄的病变部位<sup>[10~12]</sup>。总之,病理学研究<sup>[9]</sup>和本研究结果都表明,电子束 CT 检测的冠状动脉钙化积分能较为准确地反映患者的粥样斑块负荷。因急性与慢性冠状动脉综合征患者可能存在不同的冠状动脉钙化模式<sup>[10,11]</sup>,钙化积分与斑块负荷的关系在不同临床综

合征患者之间是否存在差异、钙化积分与斑块负荷的比值对冠心病患者的预后有何影响,这些都有待进一步研究。

#### [参考文献]

- [1] Agaston AS, Janowitz WR, Hildner FJ, et al. Quantification of coronary artery calcium using ultrafast computed tomography. *J Am Coll Cardiol*, 1990, **15** (4): 827-832
  - [2] 胡承恒,杜志民,罗初凡,等. 年龄与性别在冠状动脉钙化程度和冠心病诊断价值中的影响. *中华心血管病杂志*, 2001, **29** (11): 668-671
  - [3] 杜志民,罗初凡,胡承恒,等. 电子束 CT 检测冠状动脉钙化对诊断老年冠心病的价值. *中华老年心脑血管病杂志*, 2002, **4** (1): 27-29
  - [4] Runberger JA, Schwartz RS, Simons DB, et al. Relation of coronary calcium determined by electron beam computed tomography and lumen narrowing determined by autopsy. *Am J Cardiol*, 1994, **73**: 1 169-173
  - [5] 张少雄,戴汝平,吕滨,等. 超高速 CT 检查冠状动脉钙化及其与冠状动脉造影的对照研究. *中华放射学杂志*, 1997, **31** (5): 388-391
  - [6] Sullivan DR, Marwick TH, Freedman B. A new method of scoring coronary angiograms to reflect extent of coronary atherosclerosis and improve correlation with major risk factors. *Am Heart J*, 1990, **119** (6): 1 262-267
  - [7] Kanaparti PK, Brown DL. Relation between coronary atherosclerotic plaque burden and cardiac enzyme elevation following percutaneous coronary intervention. *Am J Cardiol*, 2000, **86** (6): 619-622
  - [8] Clarkson TB, Prichard RW, Morgan TM, et al. Remodeling of coronary arteries in human and nonhuman primates. *JAMA*, 1994, **271** (2): 289-294
  - [9] Runberger JA, Simons DB, Fitzpatrick LA, et al. Coronary artery calcium area by electron-beam computed tomography and coronary atherosclerotic plaque area. A histopathologic correlative study. *Circulation*, 1995, **92** (8): 2 157-162
  - [10] 杜志民,罗初凡,胡承恒,等. 稳定型与不稳定型心绞痛患者电子束 CT 冠状动脉钙化检测的比较. *中山医科大学学报*, 2001, **22** (2): 136-140
  - [11] 冯君,杜志民,罗初凡,等. 急性心肌梗死与稳定性心绞痛患者电子束 CT 冠状动脉钙化的比较研究. *中华心血管病杂志*, 2002, **30** (3): 145-148
  - [12] Little WC, Constantinescu M, Applegate RJ, et al. Can coronary angiography predict the site of a subsequent myocardial infarction in patients with mild-to-moderate coronary artery disease? *Circulation*, 1988, **78** (5): 1 157-166
- (此文编辑 文玉珊)

•读者•作者•编者•

## 《中国动脉硬化杂志》

欢迎投稿! 欢迎订阅! 欢迎引用! 欢迎刊登广告!

《中国动脉硬化杂志》为生物医学专业高级学术性期刊,设有多个栏目,主要刊登原始研究论文、经验总结和文献综述等。现为双月刊,单月 30 日出版,A4 开本,内芯 96 页,全铜版纸印刷。每期定价 11.00 元,全年 66.00 元。由湖南省报刊发行局发行,全国各级各地邮局均可订阅。中国动脉硬化杂志编辑部热忱欢迎海内外同仁和社会各届朋友向《中国动脉硬化杂志》投稿,到当地邮局订阅,邮发代号(医药卫生类) 42-165。若错过邮局征订日期,可直接写信和邮汇订购费到编辑部补办订购手续。编辑部地址:湖南省衡阳市南华大学内,中国动脉硬化杂志编辑部,邮政编码:421001;联系电话:0734-8281289;E-mail: dmzzbjb@163.net。个人向编辑部订阅,给予 10 元优惠。

《中国动脉硬化杂志》热情欢迎并采取下述措施激励广大同仁引用发表在本刊上的文章:凡在中国科学技术论文统计源期刊和中国科学引文数据库来源期刊上发表的文章中引用了本刊的文章者,凭当期刊封面、目次页和文章的复印件可获赠第二年全年刊物一份。

主编杨永宗和专职副主编胡必利率编辑部全体办刊人员向长期关心、爱护和支持《中国动脉硬化杂志》的海内外同仁和社会各界朋友致以衷心的感谢! 祝愿您健康长寿,万事如意!