

冠状动脉钙化积分的研究进展

毛青 综述 包颜明, 杨亚英 审核

【中图分类号】R814.42; R543.3 【文献标识码】A 【文章编号】1000-0313(2005)10-0933-03

冠状动脉钙化是冠状动脉粥样硬化发展至一定阶段的产物,电子束 CT(electron beam computed tomography, EBCT)和多层螺旋 CT(multi-slice spiral computed tomography, MSCT)是目前定性、定量研究冠状动脉钙化的最佳无创方式并逐渐成为临床评估冠心病的参考标准之一。冠状动脉钙化积分的研究成为近年临床和影像学研究的热点。本文就冠状动脉钙化的病理机制、冠状动脉钙化与血管狭窄的关系、EBCT 和 MSCT 研究冠状动脉钙化积分的现状作一综述。

冠状动脉钙化与狭窄的关系

1. 冠状动脉钙化与病理对照

大量研究证实冠状动脉钙化积分与冠状动脉狭窄程度相关。Maunter 等^[1]将 50 只尸心冠状动脉进行 EBCT 检查及病理对照,结果显示冠状动脉诊断狭窄的敏感性和特异性均高,冠状动脉钙化与病理所见的冠状动脉钙化面积高度相关。

2. 冠状动脉钙化与冠状动脉造影对照

Agaston 等^[2]首次报道 EBCT 与冠状动脉造影的大系列(548 例,30~60 岁)对照,结果表明冠心病组冠状动脉钙化发生率显著高于非冠状动脉钙化组($P<0.001$)。

有作者置疑冠状动脉钙化预测冠状动脉狭窄有较高的敏感性与特异性。冠状动脉钙化的存在并非完全等同于冠状动脉狭窄,因为冠状动脉粥样硬化的发生和发展过程中常伴随血管重构的发生,从而使血管腔截面积(外弹力纤维内面积)随着斑块的增长面积扩大。对于相同钙化程度或斑块面积的粥样硬化病变,其钙化程度却存在广泛变异。病理学认为冠状动脉钙化与粥样硬化是两个各自独立且相对联系的病理过程。钙化斑块往往比非钙化斑块的体积更大,所致的血管代偿性扩张也更为明显,但是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差^[3]。

EBCT 和 MSCT 冠状动脉钙化积分的临床应用及现状

1. 冠状动脉钙化的检测方法和评估标准

冠状动脉钙化检测方法主要有 EBCT、MSCT、超声心动图、冠状动脉造影等,临床以 EBCT 和 MSCT 应用较多。

EBCT 具有快速(亚秒级)扫描功能,减低了心脏运动产生的伪影,并能一次屏气完成冠状动脉主要分支的扫描(50~100 ms),易检出钙化并能够对其精确测量。扫描参数:一次屏气自心底至心尖扫描,层厚 3 mm、连续 20~30 层、扫描时间 100 ms。EBCT 能够反应病变的范围,范围越广累及的血管支

数越多,钙化积分也越高;另外,EBCT 是一种无创性检查,做为普查或筛查的手段,对冠状动脉钙化的敏感性和特异性均较高。然而缺陷在于价格昂贵,适应证单一,限制了其应有的发展前景^[4]。

常规 CT 具有较高的密度分辨力,是钙化检出的有效手段,但其扫描速度慢、搏动伪影明显且无法与心动周期结合,所以很难对冠状动脉钙化进行定量分析。

目前 MSCT 的开发应用、亚秒级及心电触发扫描、体积扫描技术提高,使冠状动脉钙化积分的临床应用得到更广泛地推广。采用心电(前瞻性或回顾性)门控自心底至心尖一次屏气扫描,层厚 2.75 mm、连续 40~50 层、扫描时间 800 ms、Z 轴范围 120~150 mm。扫描后在工作站进行图像重组。

前瞻性心电门控扫描过程中,MSCT 根据心率自动调整螺距和球管旋转速度,舒张期图像被选择做为研究对象,钙化沿着血管走向分布。钙化面积、体积、血管分布决定积分。对于 EBCT 整合优化心电门控。200 例患者研究发现 104 例采用优化的心电门控(冠状动脉运动幅度最小时触发扫描),96 人行传统(80%R-R 间期触发)扫描,认为优化的心电门控触发 EBCT 扫描图像可以明显降低由于扫描间变化产生的伪影,优化的心电门控可以提高冠状动脉钙化积分的可重复性^[5]。

2. 冠状动脉钙化积分的方法及意义

1990 年 Agaston 首次报道冠状动脉钙化的积分方法并为大多数人所接受。钙化积分条件为:CT 值 >130 HU,钙化面积 $>1\text{ mm}^2$;钙化积分=钙化面积 $\times$ 钙化灶峰值记分。记分规定:130~199 HU 为 1 分,200~299 HU 为 2 分,300~399 HU 为 3 分, ≥ 400 HU 为 4 分,将各支血管钙化灶记分之和得出该血管的钙化总积分。然而,冠状动脉钙化积分需要与其它相关因素结合,对具体患者进行具体分析,发现钙化即表明粥样硬化的存在,但并不意味肯定有 $\geq 50\%$ 狭窄血管存在。年龄大于 50 岁,如果钙化积分为零或很小(<10)则冠心病的发生率很低,可加强临床监测和定期随访,积分为 11~400 提示冠状动脉狭窄可能,积分 >400 意味着有冠状动脉狭窄的存在,需要重视;老年患者由于长期代偿性血管重建、管腔扩张,虽然有钙化出现、积分很高,冠状动脉造影却不提示狭窄的发生;反之,如果年轻人已有临床表现则钙化积分就不重要,因为冠状动脉痉挛、血管破裂也可以引起血小板聚集、不完全梗阻使病变骤然加剧。

在 Agaston 积分的基础上,Callister^[6]提出新的积分法即容积分度加权因子和面积的乘积,该法重复性较 Agaston 积分法高,测量值变异小(15%)。

冠状动脉造影评定钙化积分的方法:造影中凡见管壁欠规则或固定狭窄部位均认为存在粥样硬化斑块,斑块部位占每支

作者单位:650032 昆明,昆明医学院第一附属医院 CT 室

作者简介:毛青(1978—),男,河南人,硕士,主要从事磁共振影像研究工作。

血管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,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见显影血管的斑块按其它动脉的平均分计算^[7]。

EBCT 和 MSCT 在研究冠状动脉钙化积分的意义及进展

1. EBCT 的冠状动脉钙化积分应用及进展

Agaston 用 EBCT 检测冠状动脉钙化以来,使钙化斑块可视化并定量分析,因而能在早期反应粥样硬化斑块的存在及可能的进展趋势,在冠心病的预防、诊断、治疗效果评价及预后判定等方面发挥作用。

对无症状患者冠心病的危险评价:随着社会人口老化,生活方式、饮食结构的改变,冠心病已成为人群重要的死亡原因,包块急性心肌梗塞、冠心病猝死及各类冠心病死亡。EBCT 对无症状冠心病患者危险性评价基于冠心病危险因素而言。10377 例和 30908 例无冠心病症状患者危险因素行 EBCT 并随访,认为冠状动脉钙化积分与钙化斑块的负荷有关系,吸烟、高血压、糖尿病、高脂血症等患者得到较高的冠状动脉钙化积分^[4,8]。一组 102 例年龄 <60 岁的中青年无冠心病症状患者 EBCT 研究分析认为冠状动脉钙化积分对这个年龄阶段的冠心病的危险评价更有意义^[9]。

重要的是 EBCT 对传统冠心病多变量危险评估模型的净增量还未完全建立,上述资料样本量小,年龄、性别变异大,随访时间有限。因此,EBCT 对无冠心病的危险评价还应丰富各项指标、满足统计学意义以便尽早发现冠状动脉病变,及时控制危险因素及病情的发展。

对临床怀疑冠心病患者的识别:钙化是诊断冠心病的一个较好的指标,对多支冠状动脉病变和年轻人群有较高的诊断特异性。周溯等^[10]认为冠状动脉钙化积分预测冠心病的敏感性和特异性与年龄、性别有关,40 岁以下的敏感性低,特异性高达 100%,60 岁以上敏感性高,但特异性低,如果未见钙化,无冠心病的可能性为 95%。

对冠心病消退或进展的评估:冠心病消退或进展的评估与冠状动脉的狭窄程度、钙化积分的改善有明确关系,积极的临床治疗后可以发现冠状动脉斑块负荷的动态变化。大量研究^[11,12]证实 EBCT 可以对照临床对如高脂血症引起的冠心病治疗后斑块负荷减少、稳定性增加,这与冠状动脉造影对照冠状动脉病变消退的研究结论一致。因此 EBCT 动态跟踪检测可以对临床冠心病治疗情况提供有利的佐证。

2. MSCT 冠状动脉钙化积分应用及进展

MSCT 具有快速的扫描时间、敏感的空间及密度分辨力、低廉的检测费用,非常适合作为冠状动脉钙化的普查方式。

MSCT 扫描参数的研究:Callister^[13]对 33 例有明显冠心病症状的患者分别采用两种扫描剂量(48 mAs,18 例、80 mAs,15 例和 150 mAs),整合前瞻性心电门控扫描,计算体积分和钙化积分对比分析,82% 患者在两种剂量下均得到钙化积分,15% 都没有得出钙化图像,只有 3% 得到钙化积分。40 mAs 对

MSCT 检出冠状动脉钙化已经足够,而且采用体积钙化积分算法可以大大减低 MSCT 由于扫描间变化的误差。

体模研究发现^[14],当剂量从 20 mAs 到 160 mAs 逐渐增高时,图像噪声明显降低($P<0.001$)。Agaston 积分、体积分和团块积分的误差与剂量不相关,钙化的定性及剂量无明显相关,相同条件下,团块积分比体积分更准确,变异程度小。

Hong^[15]利用体模研究 1.5 mm、3 mm、6 mm 层厚图像的质量对比,结果证明薄层扫描对小钙化斑块敏感性高,1.5 mm 和 3 mm 层厚之间差异无显著性意义($P<0.05$),6 mm 层厚图像钙化斑块敏感性低于 3 mm 层厚图像($P<0.001$)。

心率在不同钙化积分量化方式于扫描间变化的影响,50 例冠心病患者整合前瞻性门控 MSCT 扫描发现心率 <70 次/分图像质量高,同时团块积分法比体积分法重复性高且扫描间变异程度低($P<0.01$)^[16]。

MSCT 冠状动脉钙化积分方式:MSCT 冠状动脉钙化积分方式基本沿用 Agaston 积分法,有学者对斑块的分类及穿透值进一步研究提出粥样斑块可分为 3 类。软斑块 <50 HU,纤维斑块 50~120 HU,钙化斑块 >120 HU^[17]。Girshman^[18]认为冠状动脉钙化积分发生变异与冠状动脉钙化量化的准确性和可重复性密切相关。Hong 设计从 80~230 HU 的不同体模钙化起始值扫描,认为 CT 值 90~130 HU 钙化灶得到图像的扫描间变化不大,团块积分测量方式更准确,可重复性更高^[19]。

MSCT 整合回顾性心电门控在心动舒张期激发扫描、重叠重建可以得到冠状动脉钙化积分的可重复性和减少部分容积误差。

MSCT 与 EBCT 的对比:36 例冠心病患者进行 MSCT 与 EBCT 冠状动脉钙化积分研究,发现两者相关性为 0.97%~0.98%^[20]。99 例临床怀疑冠心病男性患者分别行 EBCT(40 例,层厚 3 mm,一次屏气下 35 $\pm$ 5s 完成)和 MSCT(59 例,层厚 2.5 mm,一次屏气下 25 $\pm$ 5s 完成),结果用体积分法分析,在两种方式下检测钙化灶的数量和密度无差异,冠状动脉钙化的定量和定性研究结果相同,变异改变可以通过螺旋方式改善^[21]。

展望

冠状动脉钙化积分应用临床冠心病的诊断,将带给冠心病研究新亮点,扫描设备的发展更新和软件技术的提高也必定起到推动的作用。笔者认为对于各种冠状动脉钙化的检测标准和计算标准目前均以西方人体质为主,亚洲人种是否适合这些指标并不明确;此外冠状动脉钙化积分对于精确反应冠状动脉狭窄程度方面价值有限,进一步开展冠状动脉血管二维多平面成像处理或三维重组对评估管腔大小的空间有待探索。

参考文献:

- [1] Mautner GC, Mautner SL, Froehlich J, et al. Coronary Artery Calcification: Assessment with Electron Beam CT and Histomorphometric Correlation[J]. Radiology, 1994, 192(3): 619-623.
- [2] Agatston AS, Janowitz WR, Hildner FJ, et al. Quantification of Coronary Artery Calcium Using Ultrafast Computed Tomography

- [J]. J Am Coll Cardiol, 1990, 15(4): 827-832.
- [3] Clarkson TB, Prichard RW, Morgan TM, et al. Remodeling of Coronary Arteries in Human and Nonhuman Primates[J]. JAMA, 1994, 271(2): 289-294.
- [4] Shaw LJ, Raggi P, Schisterman E, et al. Prognostic Value of Cardiac Risk Factor Artery Calcium Screening for All-Cause Mortality[J]. Radiology, 2003, 228(3): 826-833.
- [5] Lu B, Zhuang N, Mao SS, et al. EKG-Triggered CT Data Acquisition to Reduce Variability in Coronary Artery Calcium Score[J]. Radiology, 2002, 224(3): 838-844.
- [6] Callister TQ, Cooil B, Raya SP, et al. Coronary Artery Disease: Improved Reproducibility of Calcium Scoring with an Electron-Beam CT Volumetric Method[J]. Radiology, 1998, 208(3): 807-814.
- [7] Sullivan DR, Marwick TH, Freedman B. A New Method of Scoring Angiograms to Reflect Extent of Coronary Atherosclerosis and Improve Correlation with Major Risk Factors[J]. Am Heart J, 1990, 119(6): 1262-1267.
- [8] Hoff JA, Daviglus ML, Chomka EV, et al. Conventional Coronary Artery Disease Risk Factors and Coronary Artery Calcium Detected by Electron Beam Tomography in 30908 Healthy Individuals[J]. Ann Epidemiol, 2003, 13(3): 163-169.
- [9] Pohle K, Ropers D, Maffert R, et al. Coronary Calcifications in Young Patients with First, Unheralded Myocardial Infarction: a Risk Factor Matched Analysis by Electron Beam Tomography[J]. Heart, 2003, 89(6): 625-628.
- [10] 周渊, 戴汝平. 电子束 X 线计算机断层摄影扫描机检测冠状动脉钙化的临床进展[J]. 中国动脉硬化杂志, 2003, 11(2): 180-182.
- [11] Horiguchi J, Nakanishi T, Tamura A, et al. Coronary Artery Calcium Scoring Using of Multicardiac Computed Tomography[J]. J Comput Assist Tomogr, 2002, 26(6): 880-885.
- [12] Budoff MJ. Electron Beam Computed Tomography: Calcification and Lipid Lowering Intervention[J]. Z Kardiol, 2000, 89(suppl 2): 130-134.
- [13] Callister TQ, Raggi P, Cooil B, et al. Effect of HMG CoA Reductase Inhibitors on Coronary Diseased as Assessed by Electron Beam Computed Tomography[J]. N Engl J Med, 1998, 339(27): 1972-1978.
- [14] Takahashi N, Bae KT. Quantification of Coronary Artery Calcium with Multi-Detector Row CT: Assessing Interscan Variability with Different Tube Currents Pilot Study[J]. Radiology, 2003, 228(1): 101-106.
- [15] Hong C, Bae KT, Pilgram TK, et al. Coronary Artery Calcium Measurement with Multi-Detector Row CT: in Vitro Assessment of Effect of Radiation dose[J]. Radiology, 2002, 225(3): 901-906.
- [16] Hong C, Bae KT, Pilgram TK, et al. Coronary Artery Calcium Quantification at Multi-Detector Row CT: Influence of Heart Rate and Measurement Methods on Interacquisition Variability Initial Experience[J]. Radiology, 2003, 228(1): 95-100.
- [17] Schoreder S, Kopp AF. Noninvasive Detection and Evaluation of Atherosclerotic Coronary Plaques with Multislice Computed Tomography[J]. J Am Coll Cardiol, 2001, 37(22): 1430-1435.
- [18] Girshman J, Wolff SD. Techniques for Quantifying Coronary Artery Calcification[J]. Semin Ultrasound CT MR, 2003, 24(1): 33-38.
- [19] Hong C, Bae KT, Pilgram TK. Coronary Artery Calcium: Accuracy and Reproducibility of Measurements with Multi-Detector Row CT-Assessment of Effects of Different Thresholds and Quantification Methods[J]. Radiology, 2003, 227(3): 795-801.
- [20] Lewis W, Bruce B, Jone C, et al. Coronary Artery Calcification: Pathophysiology, Epidemiology, Imaging Methods, and Clinical Implications[J]. Circulation, 1996, 94(20): 1175-1192.
- [21] Yoon HC, Emerick AM, Hill JA, et al. Calcium Begets Calcium: Progression of Coronary Artery Calcification in Asymptomatic Subjects[J]. Radiology, 2002, 224(1): 236-241.

(收稿日期: 2004-03-23 修回日期: 2004-06-28)

《中国中西医结合影像学杂志》征订启事

该杂志是由中国科学技术协会主管, 中国中西医结合学会和山东中医药大学附属医院主办的全国性中西医结合影像学学术期刊, 于 2003 年创刊, 季刊(2006 年将改为双月刊), 中国标准刊号: CN 11-4894/R, ISSN 1672-0512。

本刊以中西医结合影像学临床与实验研究为主要内容, 重视影像学研究的新进展、新理论及新技术。以普及和提高相结合, 促进中西医结合影像学的发展。本刊读者对象为广大医学影像工作者(主要包括 X 线、CT、MR、DSA、US 等)和中医、西医临床医师, 以及从事影像学及核医学研究人员。

本刊国内外公开发行人, 国外代号: Q1760; 邮发代号: 24-200。满足广大作者和读者的需要, 2006 年改为双月刊, 大 16 开, 80 页码, 全部 105g 铜版纸印刷, 定价 10 元, 全年 60 元。本刊可通过邮局征订, 也可直接汇款至杂志编辑部。

地址: 250011 山东省济南市文化西路 42 号 《中国中西医结合影像学杂志》编辑部

电话: (0531) 82950414-6689 传真: (0531) 82666651

Email: ljb@sbzydfy.com master@yxhzzx.com.cn