

# 双源 CT 对冠状动脉粥样斑块诊断价值的研究进展

刘佳玲 张 蕾

**【摘要】** 随着影像技术的发展,双源 CT 已成为诊断冠心病的重要检查手段,对冠脉粥样斑块的定量及定性分析均有意义,对于支架内再狭窄及闭塞性冠状动脉病变的诊断亦有较高价值。

**【关键词】** 双源 CT;冠状动脉;斑块

doi:10.3969/j.issn.1673-6583.2014.04.009

双源 CT 是近年发展起来的快速、准确诊断冠心病检查方法,在冠心病的诊断及指导治疗上起重要作用。

## 1 双源 CT 对冠脉斑块的定量分析

冠心病患者的症状与冠脉管腔狭窄情况直接相关。临床根据狭窄对冠脉血流的影响,将非显著性狭窄定义为冠状动脉造影显示直径狭窄率 $<50\%$ ,临界狭窄为直径狭窄率 $50\% \sim 75\%$ ,显著狭窄为直径狭窄率 $>75\%$ 。非显著性狭窄及临界狭窄对冠脉血流一般影响不大,临床常表现为“正常”,而一旦出现显著狭窄,急性冠状动脉事件的发生率将会大幅上升<sup>[1-2]</sup>。

双源 CT 可以对冠脉管腔和斑块进行定量分析,包括冠状动脉最小管腔直径(MLD)、冠状动脉最小管腔面积(MLA)、冠状动脉管腔狭窄百分率、斑块负荷等。有研究者以血管内超声(intravascular ultrasound, IVUS)及冠脉造影(coronary angiography, CAG)作为对照,分析双源 CT 对冠脉斑块定量分析的价值,发现这 3 种检查对于狭窄的定量及腔内测量有很好的 consistency<sup>[3]</sup>。

双源 CT 对冠状动脉最小管腔直径(MLD)与最小管腔面积(MLA)的测量结果,与 IVUS 测得的结果有很高的相关性( $r$  分别为 0.78 和 0.9,  $P < 0.001$ );基于 MLD 及 MLA 测定值所得的管腔狭窄率,两者亦有良好的相关性, $r$  分别为 0.69 和 0.73 (bias,  $+9.1\%$ ,  $-5.8\%$ );双源 CT 对 MLD 的定量分析较 IVUS 略有高估趋势<sup>[1,3]</sup>。分析其原因可能

为:(1)钙化斑块的伪影;(2)图像的呈现形式不同,双源 CT 以 3D 形式呈现,而 IVUS 则以 2D 形式呈现;(3)空间分辨率差异,IVUS 为真实横断面成像,且空间分辨率高于双源 CT。MLA 的测量可以减少这类误差的产生,具有更高的临床价值<sup>[3]</sup>。

## 2 双源 CT 对冠脉斑块的定性分析

斑块的定性分析主要包括斑块的成分分析、斑块负荷(体积及钙化)及危险性分层等。

根据不同斑块 CT 值的高低,可将粥样硬化斑块分为钙化斑块和软斑块(也称非钙化斑块),其中软斑块又分为脂质斑块及纤维斑块。脂质斑块容易膨胀、破裂,造成急性冠脉综合征(ACS),被称为“罪犯斑块”。虽然冠脉狭窄程度越重,发生心肌缺血、梗死的可能性越大,但是临床上很大一部分 ACS 发生在非显著性狭窄的患者中<sup>[1,5]</sup>。

ACS 的发生与斑块的性质及分布等相关。与显著狭窄组相比,非显著性、临界狭窄组中软斑块、结节状钙化、偏心斑块及正性重构等不稳定斑块特征更多见<sup>[5]</sup>。有研究者发现,稳定斑块的 CT 值为 $30 \sim 150$  HU,非稳定斑块 CT 值 $<30$  HU,大的、软的、扩大斑块易损,低密度、点状钙化斑块多见于稳定型心绞痛,分散、独立斑块更多见于不稳定型心绞痛及 ST 段抬高型心肌梗死<sup>[6]</sup>。不稳定型心绞痛及 ST 段抬高型心肌梗死的“罪犯斑块”主要是软斑块<sup>[4]</sup>。因此,在关注管腔狭窄率的同时,更应关注斑块本身性质。

易损斑块的主要诊断标准为:(1)斑块内炎症细胞浸润;(2)薄纤维帽及大脂质核心;(3)内皮脱落伴表层血小板聚集;(4)斑块裂隙;(5)严重狭窄<sup>[7]</sup>。双源 CT 作为无创检查在斑块成分分析上具有较高价值,临床上应用最广的是基于平均 CT 值的斑块成分分析<sup>[6,8]</sup>。IVUS 为真实横断面成像,能

基金项目:上海市浦东新区“优秀学科带头人”人才计划(PWRd2012-10);上海市浦东新区科技发展基金(PKJ2011-Y17)

作者单位:200120 上海,同济大学附属东方医院医学影像科

通信作者:张 蕾,Email:zhanglei4302@hotmail.com

够准确提供斑块成分、管腔狭窄情况等信息。根据 IVUS 的图像特征将斑块分为脂质斑块、纤维斑块及钙化斑块,3 者的 CT 值范围分别为  $(45 \pm 14)$ 、 $(90 \pm 20)$ 、 $(530 \pm 135)$  HU,CT 值差异具有显著性<sup>[6]</sup>。基于平均 CT 值的斑块分析方法最大问题是存在很大一部分重叠,不可避免地会因部分容积效应而降低图像质量。因此,这种方法不能准确区分脂质斑块及纤维斑块。

双源 CT 虽然在斑块定量分析上与 IVUS 有较好一致性,但在斑块定性分析上相关性较差, Brodoefel 等<sup>[9]</sup>的研究也支持这一结果。但 Marwan 等<sup>[8]</sup>利用像素直方图分析法对 40 例冠心病患者中的非钙化斑块(软斑块)分类,并与 IVUS 检查结果对比,结果显示,脂质斑块的平均 CT 值明显低于纤维斑块,为  $(67 \pm 31)$  HU 对  $(94 \pm 40)$  HU,  $P = 0.006$ ,但两者平均 CT 值仍存在很大一部分重叠;以 30 HU 为临界值进一步分析,发现鉴别脂质斑块的敏感性 & 特异性显著提高,分别达 95% 及 80%。提示选取合适的阈值,像素直方图分析法可以更好地对罪犯斑块进行鉴别,并对斑块危险性分层。

### 3 双源 CT 对闭塞性冠脉病变的诊断价值

冠状动脉完全闭塞是指冠脉造影显示血管狭窄程度近 100% 的病变,尤其对于慢性完全闭塞性病变(CTO),介入手术成功率明显降低。传统冠脉造影为腔内造影,无法显示闭塞段病变信息,临床手术困难的主要原因也在此。而双源 CT 能形象显示闭塞的冠脉段,即便是在复杂、扭曲的血管,也能显示慢性完全闭塞段的轮廓,且可以分析斑块特点。郑敏文等<sup>[10]</sup>回顾性分析了 52 例经冠脉造影证实为冠脉闭塞病变的患者,研究显示,冠脉 CT 成像可以完整显示闭塞血管的残端形态、闭塞斑块的性质、闭塞段的形态和长度及闭塞两端有无侧枝血管等详细信息,而这些信息正是介入手术方案制定的重要依据。双源 CT 对狭窄段特征的分析及狭窄段斑块的分析对治疗具有重要指导价值。但对桥支血管及闭塞远端侧枝血管的显示不如冠脉造影明确,有钙化时亦显示不清。且双源 CT 在鉴别完全闭塞及高度狭窄时较困难,需结合 CAG<sup>[11]</sup>。

### 4 双源 CT 对冠脉支架内再狭窄的诊断价值

CAG 是诊断支架内再狭窄的金标准,但 CAG 是长轴二维成像,无法显示管腔横截面,对狭窄面积小的斑块不敏感,容易低估管腔狭窄。CAG 是有创、存在一定危险性的检查方法,可重复性差,不能

作为临床随访的常规方法。

双源 CT 安全、无创,可准确显示支架及斑块的影像。袁远等<sup>[12]</sup>研究结果显示,双源 CT 可以显示支架的位置、长度、有无血栓形成和内膜增生等情况,诊断支架内再狭窄与 IVUS 及 CAG 有较好一致性。孔令燕等<sup>[4]</sup>研究显示,双源 CT 对于支架直径  $>0.275$  cm 组的敏感性、特异性、阳性预测值和阴性预测值均高达 100% (与 CAG 对照),对诊断冠状动脉支架内再狭窄具有较高的准确性<sup>[13]</sup>。

支架本身及管腔内再狭窄、斑块遮盖是影响图像质量的重要因素。迭代重建算法(iterative reconstruction)的应用可以减少支架造成的线束硬化伪影,提高信噪比,提高支架内再狭窄诊断的准确性,同时大大降低辐射剂量<sup>[14-18]</sup>。

## 5 展望

近年双源 CT 发展起来的迭代重建算法减少了图像噪声及伪影,明显提高了图像质量及信噪比<sup>[19-21]</sup>,降低了扫描剂量,但对斑块定性及体积测量无明显优越性<sup>[20,22]</sup>。迭代重建算法在支架内再狭窄方面的应用使得图像质量和诊断准确性明显提高,同时降低了辐射剂量。

双源 CT 自动化测量可自动对斑块进行 3D 分割,从心外膜开始对斑块进行定量分析。设定合适的窗宽窗位可最佳显示斑块,自动量化钙化及非钙化斑块,对斑块的定量分析更加快速、简便,对非钙化斑块体积的测量结果与 IVUS 有很高的一致性<sup>[5]</sup>,且明显缩短了耗时。但自动测量可能会将部分心外膜的脂肪划入斑块内,导致轻微高估结果<sup>[22]</sup>。

双源 CT 安全无创、可重复性好,对冠状动脉斑块分析具有很大价值,尤其是迭代重建算法等新技术的应用,使放射剂量明显减低。双源 CT 已成为冠心病患者治疗前、后重要的评估方法之一。

## 参 考 文 献

- [1] Schlett CL, Banerji D, Siegel E, et al. Prognostic value of CT angiography for major adverse cardiac events in patients with acute chest pain from the emergency department: 2-year outcomes of the ROMICAT trial [J]. JACC Cardiovasc Imaging, 2011, 4(5): 481-491.
- [2] Papadopoulou SL, Neeffjes LA, Garcia-Garcia HM, et al. Natural history of coronary atherosclerosis by multislice computed tomography [J]. JACC Cardiovasc Imaging, 2012, 5(3): 28-37.
- [3] Feuchtnner G, Loureiro R, Bezerra H, et al. Quantification of

- coronary stenosis by dual source computed tomography in patients : A comparative study with intravascular ultrasound and invasive angiography[J]. Eur J Radiol, 2012, 81(1): 83-88.
- [4] 孔令燕,刘冬,王怡宁,等.双源 CT 冠状动脉成像评价冠状动脉支架通畅性[J].中国医学科学院学报,2010,32(6): 601-610.
- [5] 任小璐,王杏娟,王雪梅,等.双源 64 层 CT 评价非显著性及临界狭窄病变斑块的研究[J].宁夏医科大学学报,2012,34(5):473-476.
- [6] Yang X, Gai LY, Li P, et al. Diagnostic accuracy of dual-source CT angiography and coronary risk stratification[J]. Vascular Health and Risk Management, 2010, 6: 935-941.
- [7] Naghavi M, Libby P, Falk E, et al. From vulnerable plaque to vulnerable patient: a call for new definitions and risk assessment strategies: Part I[J]. Circulation, 2003, 108(14): 1664-1672.
- [8] Marwan M, Taher MA, El eniawy K, et al. In vivo CT detection of lipid-rich coronary artery atherosclerotic plaques using quantitative histogram analysis: A head to head comparison with IVUS[J]. Atherosclerosis, 2011, 215(1): 110-115.
- [9] Brodoefel H, Burgsahler C, Heuschmid M, et al. Accuracy of dual-source CT in the characterisation of noncalcified plaque: use of a colour-coded analysis compared with virtual histology intravascular ultrasound[J]. Br J Radiol, 2009, 82(982):805-812.
- [10] 郑敏文,赵宏亮,李剑,等.冠状动脉闭塞支的双源 CT 评价[J].中国医学科学院学报,2010,32(6):677-682.
- [11] Li P, Gai LY, Yang X, et al. Computed tomography angiography-guided percutaneous coronary intervention in chronic total occlusion[J]. J Zhejiang Univ Sci B, 2010, 11(8):568-574.
- [12] 袁远,魏梦绮,赵亚超,等.评价双源 CT 对 PCI 术后管腔再狭窄的诊断[J].医械临床,2012,33(6):54-56.
- [13] Zhang XH, Yang L, Wu J, et al. Diagnostic accuracy and its affecting factors of dual-source CT for assessment of coronary stents patency and in-stent restenosis[J]. Chin Med (Engl), 2012, 125(11):1936-1940.
- [14] Ebersberger U, Tricarico F, Schoepf UJ, et al. CT evaluation of coronary artery stents with iterative image reconstruction: improvements in image quality and potential for radiation dose reduction[J]. Eur Radiol, 2013, 23(1):125-132.
- [15] Eisentopf J, Achenbach S, Ulzheimer S, et al. Low-dose dual-source CT angiography with iterative reconstruction for coronary artery stent evaluation [J]. JACC Cardiovasc Imaging, 2013, 6(4):458-465.
- [16] Oda S, Utsunomiya D, Funama Y, et al. Improved coronary in-stent visualization using a combined high-resolution kernel and a hybrid iterative reconstruction technique at 256-slice cardiac CT-Pilot study [J]. Eur J Radiol, 2013, 82(2): 288-295.
- [17] Scheffel H, Stolzmann P, Schlett CL, et al. Coronary artery plaques: cardiac CT with model-based and adaptive-statistical iterative reconstruction technique[J]. Eur J Radiol, 2012, 81(3):363-369.
- [18] Wang R, Schoepf UJ, Wu R, et al. CT coronary angiography: image quality with sinogram-affirmed iterative reconstruction compared with filtered back-projection[J]. Clin Radiol, 2013, 68(3):272-278.
- [19] Moscariello A, Takx RA, Schoepf UJ, et al. Coronary CT angiography: image quality, diagnostic accuracy, and potential for radiation dose reduction using a novel iterative image reconstruction technique-comparison with traditional filtered back projection [J]. Eur Radiol, 2011, 21(10): 2130-2138.
- [20] Fuchs TA, Fieck ter M, Gebhard C, et al. CT coronary angiography: impact of adapted statistical iterative reconstruction (ASIR) on coronary stenosis and plaque composition analysis[J]. Int J Cardiovasc Imaging, 2013, 29(3):719-724.
- [21] Takx RA, Willeminck MJ, Nathoe HM, et al. The effect of iterative reconstruction on quantitative computed tomography assessment of coronary plaque composition [J]. Int J Cardiovasc Imaging, 2014, 30(1):155-163.
- [22] Dey D, Schepis T, Marwan M, et al. Automated three-dimensional quantification of noncalcified coronary plaque from coronary CT angiography: comparison with intravascular US[J]. Radiology, 2010, 257(2):516-522.

(收稿:2014-01-24 修回:2014-05-13)

(本文编辑:丁媛媛)