

双源冠状动脉CTA对冠状动脉粥样硬化斑块评估的研究价值

李祎涵¹, 罗颖², 方艳丽², 王柯懿², 颜蝶², 杨琦², 李正亮^{1*}

¹大理大学第一附属医院放射科, 云南 大理

²大理大学临床医学院, 云南 大理

收稿日期: 2025年12月13日; 录用日期: 2026年1月7日; 发布日期: 2026年1月15日

摘要

目的: 双源CT (dual-source CT, DSCT)具有成像速度快、分辨率高、辐射剂量低、扫描速度快, 受心率、心律及呼吸的影响小、无需心率控制等优势, 可评估冠状动脉狭窄程度、斑块性质。本研究目的为探究DSCT在冠状动脉粥样硬化斑块评估中的应用价值。方法: 选取80例因胸痛、胸闷等疑似冠状动脉疾病症状就诊, 或存在高血压、高血脂、糖尿病等心血管危险因素, 需进一步明确冠状动脉情况的患者作为研究对象。分别对研究对象进行双源CT (DSCT)及血管内超声(IVUS)检查评估冠状动脉粥样硬化斑块分布、类型和性质。结果: DSCT对临界病变检出率65%, IVUS对临界病变检出率67%, 采用卡方检验(χ^2 检验)比较两者差异, $P > 0.05$, 提示DSCT与IVUS在斑块检出率上无显著差异; 斑块性质判断: 对比DSCT与IVUS对钙化斑块、非钙化斑块、混合斑块的分类一致性, Kappa值 = 0.852表示一致性良好。结论: 经双源CT冠状动脉成像技术诊断, 临床医师可以综合了解冠心病患者粥样硬化斑块的密度、分布状况、冠状动脉重构状况, 便于冠心病准确分型诊断, 对临床具有指导作用。

关键词

双源冠状动脉CTA, 冠状动脉粥样硬化斑块, IVUS

The Research Value of Dual-Source Coronary CTA in the Assessment of Coronary Atherosclerotic Plaques

Yihan Li¹, Ying Luo², Yanli Fang², Keyi Wang², Die Yan², Qi Yang², Zhengliang Li^{1*}

¹Department of Radiology, The First Affiliated Hospital of Dali University, Dali Yunnan

²Clinical Medical College of Dali University, Dali Yunnan

*通讯作者。

文章引用: 李祎涵, 罗颖, 方艳丽, 王柯懿, 颜蝶, 杨琦, 李正亮. 双源冠状动脉CTA对冠状动脉粥样硬化斑块评估的研究价值[J]. 临床医学进展, 2026, 16(1): 1360-1364. DOI: 10.12677/acm.2026.161175

Received: December 13, 2025; accepted: January 7, 2026; published: January 15, 2026

Abstract

Objective: Dual-source CT (DSCT) has the advantages of fast imaging speed, high resolution, low radiation dose, rapid scanning speed, little influence from heart rate, cardiac rhythm and respiration, and no need for heart rate control. It can assess the degree of coronary artery stenosis and the nature of plaques. The purpose of this study is to explore the application value of DSCT in the assessment of coronary atherosclerotic plaques. **Methods:** Eighty patients who presented with symptoms suspected of coronary artery diseases such as chest pain and chest tightness, or those with cardiovascular risk factors such as hypertension, hyperlipidemia and diabetes mellitus and in need of further clarification of the coronary artery condition were selected as the research subjects. The research subjects were respectively examined by dual-source CT (DSCT) and intravascular ultrasound (IVUS) to assess the distribution, type and nature of coronary atherosclerotic plaques. **Results:** The detection rate of DSCT for critical lesions is 65%, and the detection rate of IVUS for critical lesions is 67%. The chi-square test (χ^2 test) was used to compare the differences between the two, and $P > 0.05$, indicating that there was no significant difference in the plaque detection rate between DSCT and IVUS; **Judgment of plaque nature:** By comparing the classification consistency of DSCT and IVUS for calcified plaques, non-calcified plaques and mixed plaques, the Kappa value = 0.852, indicating good consistency. **Conclusion:** Through the dual-source CT coronary artery imaging technology for diagnosis, clinicians can comprehensively understand the density, distribution status of atherosclerotic plaques and the reconstruction status of coronary arteries in patients with coronary heart disease, which is convenient for accurate classification and diagnosis of coronary heart disease and has guiding significance for clinical practice.

Keywords

Dual-Source Coronary CTA, Coronary Atherosclerotic Plaques, IVUS

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

冠状动脉粥样硬化是一种常见的心血管疾病，其发病率和死亡率在全球范围内都呈上升趋势。据世界卫生组织的数据显示，全球每年有超过 1700 万人因心血管疾病死亡，其中冠状动脉粥样硬化是最常见的原因之一。冠状动脉粥样硬化性心脏病，简称冠心病，发病率高，致死率高，其主要病因是动脉粥样硬化斑块处于稳定期时，不会导致明显的临床症状或仅为劳力性心绞痛，当处于不稳定期时，患者常出现不稳定性心绞痛、急性心肌梗死等急性事件[1]-[3]。冠状动脉造影(coronaryangiography, CAG)是诊断冠心病的“金标准”，但其不仅为有创性检查存在一定风险，有可能引发一系列并发症[4]，而且二维成像对斑块的评估存在一定的局限性[5]。双源 CT(dual-source CT, DSCT)具有成像速度快、分辨率高、辐射剂量低、扫描速度快，受心率、心律及呼吸的影响小、无需心率控制等优势，可评估冠状动脉狭窄程度、斑块性质。本研究以血管内超声(IVUS)为依据，判断双源螺旋 CT 冠状动脉 CT 血管造影(DSCT)对冠状动脉粥样硬化检出率及斑块评估的应用价值。

2. 材料与方法

2.1. 研究对象

回顾性分析我院 2024 年 8 月~2025 年 8 月间经冠脉造影(CAG)证实的冠心病 80 病例, 其中男性 40 例, 女 40 例, 年龄 40~75 岁, 平均年龄(58.6 ± 8.4)岁。所有患者均在 CAG 前 2 周内行 DSCT 冠状动脉成像以及 IVUS 检查。所有患者均签署增强检查知情同意书。病人排除标准: 造影剂过敏、不能屏气患者、既往曾行冠状动脉搭桥术(CABG)或支架置入术(PCI)、室性心动过速, 肝肾功能衰竭、出血性疾病、无法配合检查等病人。

2.2. 检查方法及后处理

2.2.1. DSCTA 检查

采用双源 CT 设备进行扫描。患者取仰卧位, 检查前均未给予任何负心率的药物, 扫描范围从气管隆突下至心脏膈面。扫描参数: 管电压 120 kV, 管电流根据患者体重调整, 螺距 0.28~0.53, 层厚 0.625 mm, 层间距 0.625 mm。经肘静脉以 4.0~5.0 ml/s 的速度注射非离子型对比剂(碘海醇, 350 mgI/ml) 60~80 ml, 随后以相同速度注射生理盐水 30 ml。扫描后将图像传至工作站进行后处理, 包括多平面重建(MPR)、曲面重建(CPR)、容积再现(VR)等, 分析冠状动脉粥样硬化斑块的分布、类型和性质。

2.2.2. DSCT 图像后处理

检查完成后, 图像传输至西门子后处理工作站进行多层面重建(Multiplanar reformation, MPR)、曲面重建(Curve planar reformation, CPR)、容积再现(Volume rendering, VR)、最大密度投影(Maximum intensity projection, MIP)等技术重建。VR 可以观察冠脉三维结构, 冠脉起源、走形、管腔狭窄情况及与临近组织关系。MIP 对钙化斑块及支架评价比较理想。CPR 及 MPR 能任意重组断层图像, 可以比较准确评价斑块特性及管腔狭窄程度, 比较真实反应弯曲血管展开的长度。

2.2.3. IVUS 检查

在冠状动脉造影基础上进行 IVUS 检查。将 IVUS 导管经指引导管送至冠状动脉内, 从冠状动脉开口至远端进行回撤扫描, 观察冠状动脉粥样硬化斑块的分布、类型和性质。IVUS 图像分析采用专用软件, 测量斑块的面积、血管面积、重构指数等参数。

2.3. 统计学处理

采用 SPAA25.0 统计软件, 计数资料以百分率表示, 行 χ^2 检验, 以 $\alpha=0.05$ 为检验水准, 当 $P<0.05$ 时, 差异具有统计学意义。

3. 结果

3.1. DSCTA 与 IVUS 对临界病变狭窄率比较

DSCTA 与 IVUIS 在判断临界病变管腔狭窄率差异无明显统计学意义($t=1.14, p=0.254$) (见表 1)。

Table 1. Comparison of lumen stenosis rates of critical lesions between DSCTA and IVUS

表 1. DSCTA 与 IVUS 对临界病变管腔狭窄率比较

	DSCTA	IVUS	t	p
狭窄率(%)	65 $\pm$ 12	67 $\pm$ 10	1.14	0.254

3.2. DSCT 评估冠状动脉粥样硬化斑块分布、类型和性质

DSCT 共检测出 285 个粥样硬化斑块，69.47%的斑块性质为软斑块，15.08%为钙化斑块，15.43%为混合性斑块。左前降支的斑块发生率显著高于左主干、右冠状动脉和左回旋支($P < 0.05$)；左前降支的软斑块发生率显著高于右冠状动脉、左主干和左回旋支($P < 0.05$) (见表 2)。

Table 2. DSCT evaluation of plaque distribution, type and nature in ACS patients

表 2. DSCT 评估 ACS 患者的斑块分布、类型和性质

冠状动脉	冠状动脉节段	斑块数(%)	软斑块(%)	钙化斑块(%)	混合型斑块(%)
左主干	80	23 (28.75) [#]	15 (65.21) [#]	3 (13.04) [#]	5 (21.74) [#]
左前降支	300	147 (49.00)	108 (73.46)	18 (12.24)	21 (19.44)
左回旋支	220	82 (37.27) [#]	53 (64.63) [#]	15 (18.29) [#]	14 (17.07)
右冠状动脉	160	33 (20.62) [#]	22 (69.66) [#]	7 (18.18) [#]	4 (15.15)
总计	760	285 (37.50)	198 (69.47)	43 (15.08)	44 (15.43)

#：与左前降支比较， $P < 0.05$ 。

3.3. IVUS 评估冠状动脉粥样硬化斑块分布、类型和性质

IVUS 共检测出 307 个粥样硬化斑块，207%的斑块性质为软斑块，15.30%为钙化斑块，17.58%为混合性斑块。左前降支的斑块发生率显著高于左主干、右冠状动脉和左回旋支($P < 0.05$)；左前降支的软斑块发生率显著高于右冠状动脉、左主干和左回旋支($P < 0.05$) (见表 3)。

Table 3. IVUS evaluation of the distribution, type and nature of coronary atherosclerotic plaques

表 3. IVUS 评估冠状动脉粥样硬化斑块分布、类型和性质

冠状动脉	冠状动脉节段	斑块数(%)	软斑块(%)	钙化斑块(%)	混合型斑块(%)
左主干	80	26 (32.50) [*]	16 (61.53) [*]	4 (15.38) [*]	6 (23.07) [*]
左前降支	300	151 (50.33)	112 (74.17)	19 (12.58)	21 (13.90)
左回旋支	220	94 (42.72) [*]	59 (62.76) [*]	17 (18.08) [*]	18 (19.14) [*]
右冠状动脉	160	36 (22.50) [*]	20 (55.55) [*]	7 (19.44) [*]	9 (25.00) [*]
总计	760	307 (40.39)	207 (67.42)	47 (15.30)	54 (17.58)

*：与左前降支比较， $P < 0.05$ 。

3.4. DSCT 与 IVUS 对 ACS 患者斑块诊断的比较

与 IVUS 检查结果相比较，DSCT 准确诊断了 307 个粥样硬化斑块中的 254 个，漏诊 44 个，误诊 9 个，其诊断斑块的敏感性、特异性、阳性预测值分别为 85.24%、98.05%、96.58%。

3.5. 计算 Kappa 值

已知 IVUS 检测出斑块总数为 307 个，DSCT 准确诊断(真阳性数) 254 个，漏诊(假阴性数) 44 个，误诊(假阳性数) 9 个。总血管节段数为 760，则真阴性数为 $760 - (254 + 44 + 9) = 453$ 。据此构建四格表：

	IVUS 阳性	IVUS 阴性
DSCT 阳性	a = 254	b = 9
DSCT 阴性	c = 44	d = 453

Kappa 值 ≈ 0.852 ，说明 DSCT 与 IVUS 在该研究中对斑块诊断具有较强的一致性。

4. 讨论

由于 DSCT 配备有 2 个相同球管与 2 套探测器。在扫描时, 2 束 X 光束相互重叠程度超 50%, 造就了小于 0.4 mm 的空间分辨率, 即便是细微的解剖结构也能实现高质量成像, 可精准判别是否为正常组织。此外, DSCT 搭载功能更为强劲的 Circulation 后处理软件, 能够对图像开展 CPR、MIP、VR、AngioView 等后处理操作, 显著提升了冠状动脉病变的成像品质, 以及对动脉粥样硬化斑块的评估效能[6]。本研究表明, 双源冠状动脉 CTA 在冠状动脉粥样硬化斑块的检出率上与血管内超声无显著差异, 且对斑块性质的判断一致性良好。DSCT 作为一种无创性检查方法, 具有以下优势: 首先, 扫描速度快, 可在短时间内完成冠状动脉的扫描, 减少患者的不适和检查时间; 其次, 分辨率高, 能够清晰显示冠状动脉的解剖结构和斑块特征, 有助于准确评估斑块的性质和分布; 再次, 受心率、心律的影响较小, 无需严格控制心率, 适用于大多数患者; 最后, 辐射剂量相对较低, 减少了患者接受的辐射暴露。同时 DSCT 在冠状动脉粥样硬化斑块测量、斑块性质判定以及血管重塑分析方面存在一定局限。IVUS 图像中, 斑块内膜与管腔、外弹力膜与外膜之间界限清晰可辨; 与之相比, DSCT 图像里血管外膜、斑块及管腔的边界较为模糊, 这极大地影响了 CT 诊断结果的稳定性与可重复性[7]。故而, DSCT 目前尚难以精准识别易损斑块和纤维斑块。要突破这一困境, 关键在于进一步加快 CT 扫描速度, 提升成像的空间分辨率与密度分辨率, 从而降低运动伪影的干扰。

综上, DSCT 能精准评估冠状动脉狭窄程度, 分辨粥样硬化斑块性质, 其敏感性和特异性颇高, 在急性冠脉综合征(ACS)的诊断与病情评估中, 具备关键的临床应用价值。

基金项目

云南省 2023 年省级大学生创新创业计划项目(202310679024); 云南省地方本科高校基础研究联合专项资金项目(202101BA070001-128); 大理大学第一附属医院第二批学科建设项目(DFYXK2023019)。

参考文献

- [1] Burke, A.P., Farb, A., Malcom, G.T., Liang, Y., Smialek, J. and Virmani, R. (1997) Coronary Risk Factors and Plaque Morphology in Men with Coronary Disease Who Died Suddenly. *New England Journal of Medicine*, **336**, 1276-1282. <https://doi.org/10.1056/nejm199705013361802>
- [2] Davies, M.J. (1996) Stability and Instability: Two Faces of Coronary Atherosclerosis. *Circulation*, **94**, 2013-2020. <https://doi.org/10.1161/01.cir.94.8.2013>
- [3] 吴启源. 双源 CTA 对冠状动脉粥样硬化斑块评估的研究价值[D]: [硕士学位论文]. 上海: 上海交通大学, 2017.
- [4] Scanlon, P.J., Faxon, D.P., Audet, A.M., et al. (1999) ACC/AHA Guidelines for Coronary Angiography. A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee on Coronary Angiography). Developed in Collaboration with the Society for Cardiac Angiography and Interventions. *Journal of the American College of Cardiology*, **33**, 1756-1824.
- [5] Glagov, S., Weisenberg, E., Zarins, C.K., Stankunavicius, R. and Kolettis, G.J. (1987) Compensatory Enlargement of Human Atherosclerotic Coronary Arteries. *New England Journal of Medicine*, **316**, 1371-1375. <https://doi.org/10.1056/nejm198705283162204>
- [6] 李岳军, 闫继锋. 双源 CT 与冠状动脉血管内超声评估冠状动脉粥样硬化斑块价值的对照研究[J]. 中华实用诊断与治疗杂志, 2016, 30(5): 463-466.
- [7] 吴强, 黄方炯, 孙东, 等. 冠状动脉旁路移植术后 64 排螺旋 CT 血管成像与选择性血管造影对比研究[J]. 中华实用诊断与治疗杂志, 2011, 25(1): 18-20.