

## 论 著

## 双源CT冠状动脉成像在冠状动脉狭窄评估中的应用观察

白艳琪\* 王仁贵 韩宗宝

李希

首都医科大学附属北京世纪坛医院放射科(北京 100038)

【摘要】目的 分析双源CT冠状动脉成像(DSCTCA)在冠状动脉狭窄评估中的应用价值。方法 选取2022年4月至2024年5月本院收治的122例冠心病(CAD)患者,所有患者均进行DSCTCA及冠状动脉造影(CAG)检查,以CAG检查结果为“金标准”,对比两种检查对冠状动脉狭窄的检出情况,分析DSCTCA的诊断效能,并进一步分析CAG、DSCTCA诊断冠脉狭窄程度不一致的原因及相对应冠脉节段。结果 对122位受检者的1464个冠脉节段进行对比分析,CAG检出冠状动脉狭窄节段503个(34.36%),无狭窄的冠状动脉节段有961个(65.64%),DSCTCA检出冠状动脉狭窄节段499个(34.08%),无狭窄的冠脉节段为965个(65.92%),以CAG为“金标准”,DSCTCA诊断冠状动脉狭窄总体正确率为94.19%(1379/1464),Kappa一致性值为0.94;DSCTCA总体评估CAD患者是否发生狭窄的敏感度为95.43%、特异度为98.02%、阳性预测值为0.971,阴性预测值为0.976;非钙化斑块及混合斑块、严重钙化斑块、心率变异性是引起DSCTCA与CAG诊断冠脉狭窄程度不一致的主要原因;CAG、DSCTCA检查分别对122位受检者的1464个冠脉节段进行动脉斑块负荷评估,CAG共检出334个斑块,DSCTCA共检出351个斑块,两组检查方法对冠脉斑块性质的评估结果比较差异无统计学意义( $P>0.05$ )。结论 DSCTCA在CAD患者冠状动脉狭窄检查中的特异度和敏感度较高,可为患者临床诊断与治疗提供参考依据。

【关键词】双源CT冠状动脉成像;冠状动脉造影;冠状动脉狭窄;冠心病

【中图分类号】R541.4

【文献标识码】A

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.11.022

## Application of Dual-source CT Coronary Angiography in the Evaluation of Coronary Artery Stenosis

BAI Yan-qi\*, WANG Ren-gui, HAN Zong-bao, LI Xi.

Department of Radiology, Beijing Shijitan Hospital, Capital Medical University, Beijing 100038, China

## ABSTRACT

**Objective** To analyze the application value of dual-source CT coronary angiography (DSCTCA) on the evaluation of coronary artery stenosis. **Methods** Totally 122 patients with coronary disease (CAD) in the hospital were selected from April 2022 to May 2024. All patients received DSCTCA and coronary angiography (CAG). The CAG result was used as the gold standard to compare the detection status of coronary artery stenosis by the two examinations. The diagnostic efficiency of DSCTCA was analyzed, and the reasons for the inconsistency of CAG and DSCTCA in the diagnosis of coronary artery stenosis and the corresponding coronary segments were further analyzed. **Results** 1464 coronary artery segments of 122 subjects were compared and analyzed. CAG detected 503 (34.36%) coronary artery stenosis segments and 961 (65.64%) coronary artery segments without stenosis, and DSCTCA detected 499 (34.08%) coronary artery stenosis segments and 965 (65.92%) coronary artery segments without stenosis. With CAG as the gold standard, the overall accuracy rate of DSCTCA in the diagnosis of coronary artery stenosis was 94.19% (1379/1464), and the Kappa consistency value was 0.94. The sensitivity, specificity, positive predictive value and negative predictive value of DSCTCA for presence or absence of stenosis in CAD patients were 95.43%, 98.02%, 0.971 and 0.976 respectively. Non-calcified plaques and mixed plaques, severe calcified plaques and heart rate variability are the main reasons for the inconsistency between DSCTCA and CAG in the diagnosis of coronary artery stenosis. CAG and DSCTCA were used to evaluate the arterial plaque burden of 1464 coronary segments of 122 subjects. A total of 334 plaques were detected by CAG and 351 plaques were detected by DSCTCA. There were no statistical differences in the evaluation results of coronary plaque properties between the two examinations ( $P>0.05$ ). **Conclusion** DSCTCA has high specificity and sensitivity in the examination of coronary artery stenosis in CAD patients, which can provide reference for clinical diagnosis and treatment of patients.

**Keywords:** Dual-source CT Coronary Angiography; Coronary Angiography; Coronary Artery Stenosis; Coronary Disease

冠心病(coronary disease, CAD)是一种以冠脉狭窄、心肌血氧供应不足为主要特征的疾病, CAD是全球范围内致残和致死的主要疾病之一,在我国发病率呈逐年上升趋势,早期诊治是CAD防治的关键<sup>[1]</sup>。冠脉造影(Coronary angiography, CAG)是诊断CAD的金标准,能够判断病变部位、范围以及血管壁状态,明确冠脉狭窄病灶,并为CAD治疗方案提供参考依据<sup>[2]</sup>。但CAG是一种有创性检查,风险大、费用及技术要求高,导致其对于老年、高危患者的临床应用受到限制<sup>[3]</sup>。随着CT影像技术的进步与发展,多排螺旋CT冠脉造影检查在临床中逐步应用<sup>[4]</sup>。双源CT冠状动脉成像(Dual Source CT for Coronary Artery Imaging, DSCTCA)是一种检查冠状动脉血管的增强CT检查,给予患者静脉注射含碘造影剂,CT扫描成像后通过三维容积重建、血管曲面重建等方法得到冠状动脉图像,可判断冠状动脉的狭窄部位以及狭窄程度<sup>[5]</sup>。相对于CAG, DSCTCA是一项无创、可重复检查,同时具有成像不受心率波动影响的优势,但目前有关其诊断价值还需进一步研究。基于此,本研究将探究DSCTCA对冠状动脉狭窄的诊断价值,内容如下。

## 1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2022年4月至2024年5月本院收治的122例CAD患者。

纳入标准:(1)胸部压迫感、紧缩感、胀满样疼痛,症状可轻可重,心电图检查伴随心肌缺血;(2)入院后均接受CAG、DSCTCA检查;(3)对本研究知情同意。排除标准:(1)碘过敏或造影剂过敏;(2)严重心肺功能不全者。122例入选患者中,男性75例,女性47例,年龄43~75岁,平均年龄(59.82±7.17)岁。

1.2 方法 CAG检查:常规消毒铺巾,进行局部麻醉,选用GE Innova 2100数字减影血管造影机,经皮穿刺股动脉,置入动脉鞘管,择5F冠状动脉造影导管,每支冠脉注入6~8mL碘普罗胺造影剂,分别行左、右冠状动脉造影,多体位透照评估冠状动脉的病变及狭窄程度。使用血管测量软件分别测量RCA、LM、LAD、LCX及D1、D2血管内径以确定狭窄程度。采用目测法评估血管狭窄程度。狭窄程度分级诊断<sup>[6]</sup>:根据狭窄程度分为I级、II级(<50%)、III级(50%~74%)、IV级(>75%)。

DSCTCA检查:采用西门子双源CT冠状动脉CTA检查,采用心脏扫描模式、对比剂团注示踪自动触发技术,肘前静脉注射非离子型碘对比剂,于升主动脉根部左冠状动

【第一作者】白艳琪,女,技师,主要研究方向:CT相关。E-mail:13699146207@163.com

【通讯作者】白艳琪

脉开口处取兴趣区, 在对比剂注射完毕后以同样速率注射生理盐水。扫描开始前要求患者吸气后屏气, 及其自动计算重建最佳舒张期、最佳收缩期图像以最小化心脏运动的影响。采用定量法评估血管狭窄程度。狭窄程度分级标准同CAG检查。

斑块性质评定<sup>[6]</sup>: 分为非钙化斑块(斑块主要成分回声同弹力膜相比较低)、钙化斑块(回声较弹力膜相比强, 且钙化成分超过斑块面积50%)、混合斑块(斑块成分含有2种及以上不同性质回声)与纤维型斑块(成分回声同弹力膜回声相等)。

**1.3 观察指标** (1)CAG、DSCTCA检查对冠状动脉狭窄的检出情况, 分析DSCTCA的诊断价值。(2)分析CAG、DSCTCA诊断冠脉狭窄程度不一致的原因及相对应冠脉节段。(3)比较CAG、DSCTCA对冠脉斑块性质评估结果。

**1.4 统计学分析** 采用SPSS 24.0统计软件进行数据分析。计数资料(斑块性质)以[n(%)]表示, 采用 $\chi^2$ 检验分析,  $P < 0.05$ 时表示数据差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 CAG、DSCTCA检查对冠状动脉狭窄的检出情况对比** 对122位受检者的1464个冠脉节段进行对比分析, CAG检出冠状动脉狭窄节段503个(34.36%), 无狭窄的冠状动脉节段有961个(65.64%), DSCTCA检出冠状动脉狭窄节段499个(34.08%), 无狭窄的冠脉节段为965个(65.92%), 以CAG为金标准, DSCTCA诊断冠状动脉狭窄总体正确率为94.19%(1379/1464), Kappa一致性值为0.94; DSCTCA总体评估CAD患者是否发生狭窄的敏感度

为95.43%、特异度为98.02%、阳性预测值为0.971, 阴性预测值为0.976, 见表1。

表1 CAG、DSCTCA检查对冠状动脉狭窄的检出情况对比

	CAG	DSCTCA			合计	
		无狭窄	<50%	50%~75%		>75%
DSCTCA 无狭窄	961	942	14	9	0	965
<50%	19	79	9	3	110	
50%~75%	0	3	157	16	176	
>75%	0	0	12	201	213	
合计	961	96	187	220	1464	

**2.2 分析CAG、DSCTCA诊断冠脉狭窄程度不一致的原因** CAG、DSCTCA诊断冠脉狭窄程度不一致的节段共有85个, 其中对冠脉狭窄程度高估的节段有34个, 低估的有51个。非钙化斑块及混合斑块、严重钙化斑块、心率变异性是引起DSCTCA与CAG诊断冠脉狭窄程度不一致的主要原因, 见表2。

**2.3 CAG、DSCTCA对冠脉斑块性质评估结果比较** CAG、DSCTCA检查分别对122位受检者的1464个冠脉节段进行动脉斑块负荷评估, CAG共检出334个斑块, DSCTCA共检出351个斑块, 两组检查方法对冠脉斑块性质的评估结果比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ ), 见表3。

**2.4 典型病例图像** 见图1。

表2 分析CAG、DSCTCA诊断冠脉狭窄程度不一致的原因

	RCA	LM+LAD	D1-2	LCX	合计
非钙化斑块及混合斑块	7	8	4	3	22
严重钙化斑块	6	5	5	4	20
测量位置不当	3	6	2	0	11
心率变异性	5	4	5	0	14
心肌桥影响	0	3	0	0	3
呼吸运动伪影	2	3	0	4	9
造影剂因素	2	2	0	2	6

注: RCA: 右冠状动脉; LM: 左侧冠状动脉主干; LAD: 左前降支; D1-2: 第一对角支及第二对角支; LCX: 左回旋支。

表3 CAG、DSCTCA对冠脉斑块性质评估结果比较

检查方法	斑块数	非钙化斑块	钙化斑块	纤维斑块	混合斑块
CAG	334	233(69.76)	35(10.48)	39(11.68)	27(8.08)
DSCTCA	351	223(63.53)	45(12.82)	45(12.82)	38(10.83)
$\chi^2$		0.114	0.910	0.208	1.499
P		0.735	0.340	0.648	0.221

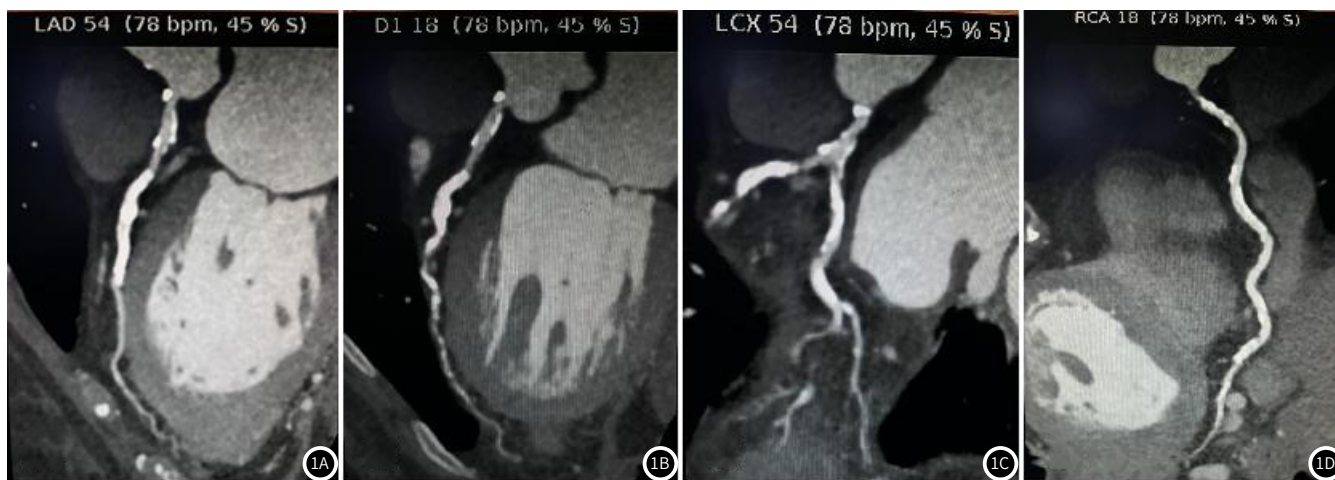


图1 1A: LAD管壁可见散在斑块, 伴管腔狭窄约50%; 1B: D1管壁可见弥漫混合密度的斑块, 伴管腔狭窄约80%; 1C: LCX管壁可见散在混合密度斑块, 伴管腔狭窄约70%; 1D: RCA管壁可见弥漫混合密度斑块, 伴管腔狭窄显著处约60%。

### 3 讨论

目前冠状动脉狭窄的诊断主要依赖于CAG,能够清晰显示血管狭窄程度、判定病变程度,为临床治疗提供指导依据,但CAG为血管侵入性检查,对患者创伤较大,并不适用于初诊及临床筛查。随着多层螺旋CT技术的发展应用,影像学诊断方法无创化已成为医学进步过程中不可逆转的趋势<sup>[7]</sup>。DSCTCA检查CT成像质量不受限于呼吸和心率的影响,时间分辨率明显提高,能够在较宽的心率范围内提供优质图像,适用于心血管疾病高危人群的筛查<sup>[8]</sup>。

本研究中,对纳入研究的122例CAD患者作为研究对象,结果显示CAG、DSCTCA检查分别对122位受检者的1464个冠脉节段进行对比分析,CAG检出冠状动脉狭窄节段503个(34.36%),无狭窄的冠状动脉节段有961个(65.64%),DSCTCA检出冠状动脉狭窄节段499个(34.08%),无狭窄的冠脉节段为965个(65.92%),DSCTCA对冠状动脉狭窄的诊断敏感度及特异度均高于95%,Kappa一致性值为0.94。分析原因,首先,DSCTCA在旋转的机架内置两套球管及探测器系统,单扇区重建时间分辨率可达到83ms,扫描速度高达485mm/s,可快速获取同一部位的组织结构形态,完成超高速扫描,耗时不到3s,而常规CT完成单个部位扫描需几分钟;其次,扫描速度极快,不仅能有效减少受检者所受辐射剂量,还能有效避免患者呼吸、心率影响引起的检查伪影情况,患者无需服用阻断剂来降低心率就能获取高质量的冠状动脉影像,及时发现冠状动脉异常走行<sup>[9]</sup>;再者,DSCTCA一次增强扫描可呈现大动脉、冠脉及肺动脉,应用计算机获取高分辨率的冠状动脉多平面重建及曲面重建图像,呈现更多心脏结构细节,实现多角度、多方位观察斑块形态、长度和位置,判断冠脉是否发生狭窄及评估狭窄程度<sup>[10]</sup>。

本研究结果显示,CAG、DSCTCA诊断冠脉狭窄程度不一致的节段共有85个,非钙化斑块及混合斑块、严重钙化斑块是CAG、DSCTCA诊断冠脉狭窄程度不一致的主要原因。非钙化斑块性质不稳定易发生破裂现象,易引发不良心血管事件,有研究报道,非钙化斑块是心肌梗死的最独立预测因子,因此准确评估非钙化斑块有助于改善CHD患者风险分层<sup>[11]</sup>。非钙化斑块误诊位置位于冠脉远端处,冠脉远端血管变细,观察辨别非钙化斑块较为困难,导致非钙化斑块易漏诊<sup>[12]</sup>。严重钙化斑块是准确诊断冠脉狭窄程度的关键,严重而弥漫的钙化斑块会导致难以判断管腔的直径,增加假阳性和假阴性率<sup>[13]</sup>。Burke等<sup>[14]</sup>研究发现钙化斑块会增加DSCATA准确评估冠脉狭窄的难度;Alkadhi等<sup>[15]</sup>研究报道,当冠脉钙化积分>400分时所对应评估冠脉狭窄敏感度仅有60%,提示CAD患者冠脉大量钙化时可造成对冠脉狭窄程度的误诊,造成诊断准确度下降。

本研究结果还显示,CAG、DSCTCA检查分别对122位受检者的1464个冠脉节段进行动脉斑块负荷评估,CAG共检出334个斑块,DSCTCA共检出351个斑块,两组检查方法对冠脉斑块性质的评估结果比较无显著差异。说明DSCTCA检查方法能有效区分斑块性质。这主要是DSCTCA检查方法时间分辨率较高,能排除呼吸、心率影响,获取高质量的冠脉图像,呈现更多冠脉细节,辨别冠脉病变和斑块性质,在冠脉疾病诊断上具有明显优势<sup>[16]</sup>。

综上所述,DSCTCA在CAD患者冠状动脉狭窄检查中的特异度和敏感度较高,可为CAD患者临床诊断与治疗提供参考依据。

### 参考文献

- [1] 中国心血管健康与疾病报告2020[J]. 心肺血管病杂志, 2021, 40(9): 885-889.
- [2] 中华医学会, 中华医学杂志社, 中华医学会全科医学分会, 等. 稳定性冠心病基层诊疗指南(2020年)[J]. 中华全科医师杂志, 2021, 20(3): 265-273.
- [3] 蔡炜, 陈恩, 范林, 等. 冠状动脉生理学功能评估技术的发展现状[J]. 福建医科大学学报, 2022, 56(4): 291-297.
- [4] 王晓虎, 张进, 谢宏涛, 等. 128层螺旋CT冠状动脉成像及冠脉造影在诊断冠心病中的对照研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2020, 18(12): 61-63.
- [5] 舒大翔, 游峙仪, 万能. 冠状动脉双源CT成像及造影在冠状动脉粥样硬化性狭窄诊断中的对比分析[J]. 重庆医学, 2019, 48(1): 144-147.
- [6] 国家心血管病专业质控中心心血管影像质控专家工作组, 中华医学会放射学分会心胸学组, 《中华放射学杂志》心脏冠状动脉多排CT临床应用指南写作专家组. 冠状动脉CT血管成像的适用标准及诊断报告书写规范[J]. 中华放射学杂志, 2020, 54(11): 1044-1055.
- [7] 王宪莉, 肖新广, 谷梅兰, 等. 心脏冠脉CT血管造影定量分析粥样硬化斑块性质和结构组成的研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022, 20(8): 80-82.
- [8] 王菲瑶, 陈松, 刘智, 等. 双源CT常用扫描模式在先天性心脏病诊断中的应用价值[J]. 医学综述, 2019, 25(8): 1630-1634.
- [9] 王涛, 唐滢, 张小勇, 等. 双源CT头颈心一站式扫描对动脉粥样硬化的应用价值[J]. 中国介入影像与治疗学, 2019, 16(11): 672-675.
- [10] 赵宇明, 赵树媛, 侯鹏, 等. 冠状动脉CT血管造影及血清指标对冠心病冠状动脉狭窄程度的评价[J]. 中国医学装备, 2024, 21(3): 48-52.
- [11] Williams MC, Kwiecinski J, Doris M, et al. Low-attenuation noncalcified plaque on coronary computed tomography angiography predicts myocardial infarction: results from the multicenter SCOT-HEART trial[J]. Circulation, 2020, 141(18): 1452-1462.
- [12] Kuneman JH, van den Hoogen IJ, Schultz J, et al. Plaque volume, composition, and fraction versus ischemia and outcomes in patients with coronary artery disease[J]. J Cardiovasc Comput Tomogr, 2023, 17(3): 177-184.
- [13] Qi L, Tang LJ, Xu Y, et al. The diagnostic performance of coronary CT angiography for the assessment of coronary stenosis in calcified plaque[J]. PLoS One, 2016, 11(5): e0154852.
- [14] Burke GL, Bertoni AG, Shea S, et al. The impact of obesity on cardiovascular disease risk factors and subclinical vascular disease: the multi-ethnic study of atherosclerosis[J]. Arch Intern Med, 2008, 168(9): 928-935.
- [15] Alkadhi H, Stolzmann P, Scheffel H, et al. Radiation dose of cardiac dual-source CT: the effect of tailoring the protocol to patient-specific parameters[J]. Eur J Radiol, 2008, 68(3): 385-391.
- [16] 杨蓓, 王翔, 张树桐, 等. 双源螺旋CT对急性冠状动脉综合征患者冠状动脉斑块性质及左心室功能的评价[J]. 实用放射学杂志, 2020, 36(2): 308-311, 316.

(收稿日期: 2024-11-06)  
(校对编辑: 赵望淇)