

基于 CAD-RADS™ 的冠状动脉 CTA 结构式报告的构建

孙兆男, 王霄英

【摘要】 冠状动脉 CTA 在冠状动脉疾病的诊断及管理中发挥重要作用, 多个临床及影像学术机构联合提出的冠状动脉疾病报告和数据系统(CAD-RADS™)对冠状动脉 CTA 影像报告及临床决策提出了规范化指导建议。本单位基于 CAD-RADS™ 及实际临床经验, 构建了冠状动脉 CTA 结构式报告, 本文旨在解读该结构式报告。

【关键词】 冠状动脉粥样硬化; 冠状动脉; CT 血管成像; 冠状动脉疾病报告和数据系统; 结构式报告

【中图分类号】 R543.3; R814.42 **【文献标识码】** A

【文章编号】 1000-0313(2022)05-0644-04

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2022.05.021

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



冠状动脉 CTA (coronary computed tomography angiography, CCTA) 在评价冠状动脉狭窄病因、部位及程度、斑块性质、起源异常及走行变异等具有很高的价值, 是冠状动脉疾病的首选检查方法^[1,2], 还可对扫描范围内的先心病、心肌病、心包疾病、心脏瓣膜疾病、动静脉异常等情况提供诊断信息。多个国际协会多年来致力于制定 CCTA 检查的适应证、检查技术、影像报告、临床决策等规范, 最新的 CAD-RADS™^[3,4] 基于循证医学证据为冠状动脉 CTA 检查、图像解读及临床决策提供了更好的指导价值。

CCTA 检查技术及后处理方案

CCTA 扫描模式包括前瞻性心电触发序列扫描和回顾性心电门控螺旋扫描^[5]。前瞻性心电触发序列扫描根据患者的心率及心律, 预先定义触发扫描的心电时相和曝光脉冲宽度。回顾性心电门控螺旋扫描采用智能螺距技术, 球管和检查床与患者心率同步位移。CCTA 后处理需对原始图像重组(图 1)。多平面重组(multi-planar reformation, MPR)能产生任意角度断层图像, 且原始图形密度值保持不变, 可以多方位观察。最大密度投影(maximum intensity projection, MIP)图像在冠脉钙化较轻时可清楚显示冠脉解剖, 局限是可能夸大冠脉狭窄程度且不能评价严重钙化及支架内情况。曲面重组(curved planar reformation, CPR)可在一幅图像中展开显示冠脉的全长, 可观察血管断面信息, 便于评估血管狭窄程度、斑块特点及支架内情况, 局限是单纯 CPR 图像无法提供病变的准确位

置, 需结合其他图像定位。容积再现(volume rendering, VR)技术可三维立体呈现冠脉全貌, 局限同 MIP, 即不能显示严重钙化及支架内情况。影像医生在做出诊断之前, 需要评估图像质量, CCTA 影像质量评价主要依据 Likert 评分系统进行主观评价, 共分为四级, 评价依据为运动伪影、冠脉强化程度、噪声所致模糊、血管连续性是否中断: 1 级是最好的分级, 没有任何运动伪影, 冠脉强化 > 400 HU, 没有噪声所导致的模糊和血管连续性的中断; 2 级有轻微的运动伪影, 但不影响医生诊断观察, 冠脉强化程度为 300 ~ 400 HU, 出现轻度的噪声所导致的模糊, 但血管连续性没有任何中断, 可以用于临床诊断; 3 级有中度的运动伪影, 冠脉强化程度为 200 ~ 300 HU, 或强化程度低于肺动脉, 噪声所致模糊达到中度, 血管连续性开始出现中断; 4 级有明显运动伪影, 冠脉强化程度差, 噪声所致冠脉显影模糊, 血管连续性明显中断。若发现扫描范围不足, 则影像质量归为 4 级。若发现 3 ~ 4 级影像, 需通过后处理技术改善如编辑心电图等或重新扫描。

CCTA 结构式报告模板示例及解读

CCTA 结构式报告模板见图 2, 临床应用的方法举例见图 3。解读要点如下。

1. 冠状动脉的解剖和变异

本单位构建结构式报告中冠状动脉采用的是心血管 CT 协会(society of cardiovascular computed tomography, SCCT) SCCT 分段标准^[3], 矢量图见图 2b。欧洲心胸外科学会(European association for cardiothoracic surgery, EACTS)和欧洲心脏病学会(European society of cardiology, ESC)于 2000 年按照病因学

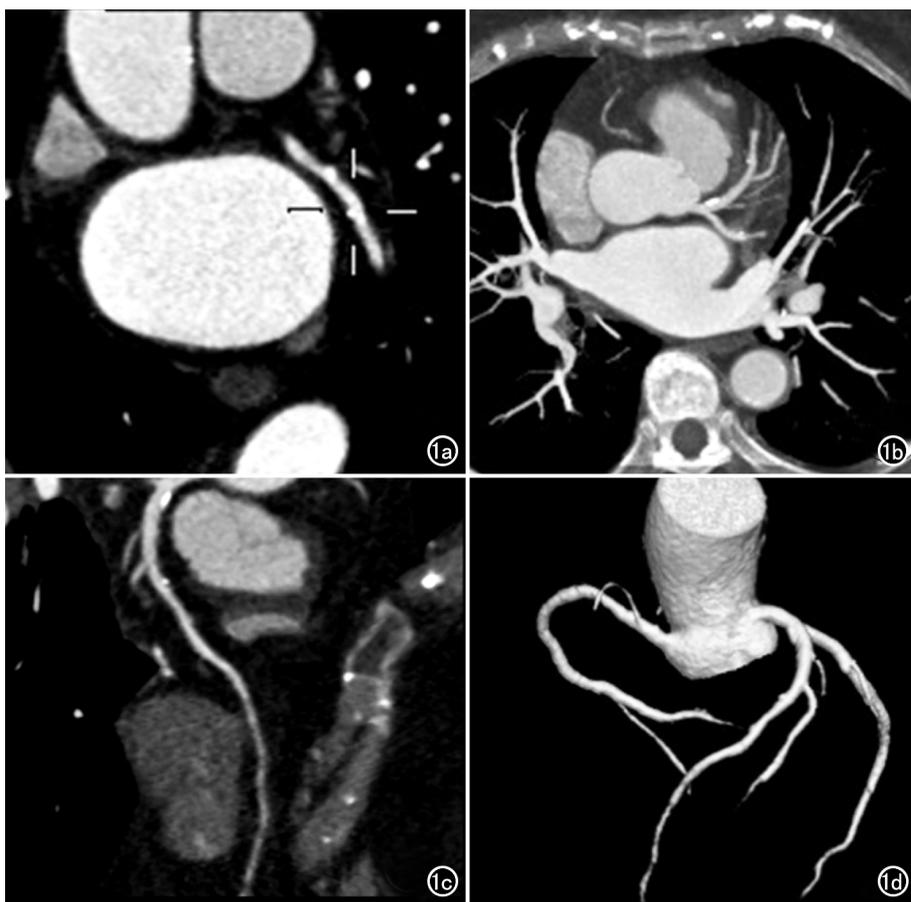


图 1 冠脉 CTA 检查重组图像。a) MPR 图像；b) MIP 图像；c) CPR 图像；d) VR 图像。

将冠脉畸形分为冠状动脉肺动脉起源畸形、冠状动脉

度分为无狭窄、轻微狭窄、轻度狭窄、中度狭窄、重度狭

主动脉起源畸形、先天性左冠状动脉主干闭锁、冠状动脉瘘、冠状动脉异常沟通、冠状动脉瘤和先天性冠状动脉狭窄七大类^[6]。冠状动脉分布优势型包括以下三种：均衡性、右侧优势型、左侧优势型，如果右侧冠状动脉发出的左室后支数目多于三支，则称为超右侧优势型，约占 5% 的比例。鉴于右侧优势型占比最高，CCTA 结构式报告将冠状动脉分布优势型缺省设置为右侧优势型。

2. 冠状动脉粥样硬化的评估要点

冠状动脉钙化积分作为冠状动脉粥样硬化患者的风险评估因素^[5,7-9]，被纳入多个指南及共识，需在后处理工作站计算 LM、LAD、RCA、LCX 钙化斑块的积分及积分总和，报告给临床。CAD-RADSTM旨在将冠状动脉粥样硬化严重程度的分类标准化，同时纳入临床管理建议，其中冠脉血管狭窄程度评价标准按照管腔狭窄程

图 2 CCTA 结构式报告模板。pRCA, 右冠状动脉近段; mRCA, 右冠状动脉中段; dRCA, 右冠状动脉远段; LM, 左主干; pLAD, 左前降支近段; mLAD, 左前降支中段; dLAD, 左前降支远段; D1, 第 1 对角支; D2, 第 2 对角支; pLCX, 回旋支近段; dLCX, 回旋支远段; OM1, 第 1 钝缘支; OM2, 第 2 钝缘支; l-PDA, 左冠起源后降支; r-PDA, 右冠起源后降支; r-PLB, 右冠起源后侧支; RAMUS, 中间支。a) 为技术描述、临床评估、技术评估及影像所见的整体评估部分; b) 病变评估部分, 点击嵌入的矢量图, 则会激活相应节段冠脉的评估选项; c) 冠脉评估选项; d) 自动生成的影像表现及诊断印象。图 3 CCTA 结构式报告临床应用方法举例。一例 pLAD 存在混合斑块、dRCA 支架植入后患者行 CCTA 检查。医生阅片后发现病变, 进而在矢量图上点选病变节段, 在相应病变评估选项中进行规范化评价, 最终会自动生成规范的报告。

窄、闭塞^[3],并且针对冠脉不同狭窄程度提出进一步处理方案。临床医生根据患者临床表现及辅助检查结果决定治疗方案,可分为药物保守治疗与血运重建治疗,血管狭窄程度是决定是否进行经皮冠状动脉介入治疗术(Percutaneous coronary intervention, PCI)或冠状动脉旁路移植术(Coronary Artery Bypass Grafting, CABG)血运重建治疗的关键评价指标。在 CCTA 上主要通过密度来评估斑块成分,斑块密度 <50 HU 为软斑块,斑块密度介于 $51\sim 119$ HU 为纤维斑块,斑块密度大于 120 HU 为钙化斑块,如果斑块密度混杂,有两种性质以上斑块存在,则为混合斑块。CCTA 高危斑块征象包括正性重构、低密度斑块、点状钙化、餐巾环征^[10-12],若斑块包含两个及两个以上高危特征,则称为易损斑块,是未来发生急性冠脉综合征的独立危险因素。重点斑块需要在结构式报告中存储“关键图像”。

3. 冠状动脉血运重建治疗后的评估要点

PIC 术后支架再狭窄与多种因素有关^[13],患者术后存在再狭窄风险,故冠脉内支架需定期进行评估。多项研究表明 CCTA 评估支架是否再狭窄有很高的准确性^[14]。再狭窄的直接征象包括支架腔内软组织密度影和对比剂充盈缺损,间接征象包括支架变形、支架远端血管不显影或明显变细、支架近端与远端管腔内的密度差异、支架与相邻血管成角等。支架的近端和远端与血管交界区域是再狭窄的常见部位。相关研究表明 CCTA 用于 CABG 术后评估有极高价值^[15-16]。在进行 CABG 术后评估时建议扩大扫描范围,应涵盖主动脉弓至心脏膈面,注意区分动脉和静脉移植血管。动脉移植血管通常使用左侧内乳动脉和桡动脉,静脉移植血管常用大隐静脉。管径比较亦可鉴别动静脉,动脉管径较细,静脉管径较粗。内乳动脉多吻合于 LAD 远段,静脉多与 PDA、对角支及钝缘支吻合。动脉移植一般有金属夹固定,静脉移植则少见金属夹。评估时使用 MIP 重建有助于寻找远端吻合口,除左侧内乳动脉(left internal mammary artery, LIMA)发自左侧锁骨下动脉外,其余桥血管近端多吻合于升主动脉前壁,桥血管吻合方式多为端侧吻合,偶见侧侧吻合。

4. 冠状动脉以外的其他发现

CCTA 的扫描范围可包括除心血管系统外胸部其他结构及上腹部部分结构,建议在报告中体现有临床意义或潜在临床意义的相关发现,如先心病、心肌病、心包疾病、心脏瓣膜疾病、动静脉疾病等。在 CCTA 结构式报告中单独设置自由文本框,供影像医生书写冠状动脉以外的其他异常发现。

对 CCTA 结构式报告的展望

本单位构建 CCTA 结构式报告旨在将冠脉成像过程中收集的所有数据信息(临床信息、技术信息、图像信息、图像解析及测量)进行标准化定义和整合,全面融入 CAD-RADS™ 影像评估选项及诊疗建议,最终自动生成图文并茂的可视化报告。CCTA 结构式报告的优势在于影像医生可以轻松点击预设选项完成报告,联合自由文本框的配置,可对某些特殊病例提供手工编辑、修改,显著提高工作效率。CAD-RADS™ 与其他报告和数据系统对比,临床决策意见更为细节化,因此要求使用 CAD-RADS™ 的影像医生具备足够的相关临床知识,在报告中植入 CAD-RADS™ 的标准化诊断思路 and 关键评估要点,避免关键信息的遗漏,且可解放影像医生记忆压力,这一点在频繁更新的各种肿瘤术前分期中尤为适用^[17-19]。因此,对影像医生来说, CCTA 结构式报告是提高工作效率的得力工具。

传统影像报告是采用自由文本格式创建的,对于疾病的描述有较大的差异性,不便于临床医生和患者理解报告内容,不能很好地回答临床关注的问题。CCTA 结构式报告采用标准化的词汇,显著减少了医生之间的差异性,不同经验水平的医生都能在报告预设选项的提示下提供临床所关注的诊断信息,提高报告的规范性及完整性,这在既往结构式报告与自由文本报告的对比研究中多有体现^[20-22]。关键图像的留存、矢量图的植入配合多种后处理图像使得 CCTA 检查结果从传统自由文本报告变成图文并茂的可视化报告,简单、直观、有针对性地呈现给临床医生和患者,使其快速获取关键信息和理解报告内容,显著提高信息传递效率,深受临床医生及患者青睐^[18,23]。

CCTA 结构式报告对斑块性质、狭窄程度的结构式存储模式为冠状动脉计算机辅助诊断软件的研发提供了优质的数据库,可高效检索、分类、标注目标数据,大大节省数据整理时间,促进数据挖掘和软件研发。目前,计算机辅助冠状动脉解剖分割、斑块定位及性质分类、冠状动脉狭窄程度的判定发展迅速^[24-25],未来有望实现人工智能辅助图像后处理、胶片图像排版、报告生成的一站式 CCTA 检查。从临床实用性的角度来看, CCTA 结构式报告为冠状动脉计算机辅助诊断结果呈现提供了落地平台,计算机自动诊断结果与结构式报告整合是相互促进的过程,计算机诊断结果可以辅助结构式报告的自动填写生成,结构式报告的数据存储也为各种辅助诊断算法的优化和迭代提供了数据集。

本单位需进一步完善 CCTA 结构化报告的自动化及智能化,未来需要实现多个数据库对接,如临床信

息的自动提取(实验室检查、临床症状、治疗史等),以自动生成更加详细的临床处理决策。CCTA 结构化报告与计算机辅助诊断结果的整合,则可将影像医生从简单重复的工作中解放出来,提升工作价值。另外,未来需要对 CCTA 结构化报告中影像医师手动编辑的自由文本内容进行分析,完善或重构结构化报告,实现版本优化与升级,使之更加适合临床需求。

参考文献:

- [1] 李海波,那曼丽,张滨,等.冠状动脉 CTA 对冠状动脉粥样硬化性心脏病高危人群的随访观察价值[J].中国医学影像技术,2018,34(4):518-522.
- [2] 许哲,林朝贵,范林,等.冠状动脉 CTA 斑块特征评价支架内再狭窄风险[J].中国医学影像技术,2018,34(3):350-353.
- [3] Cury RC, Abbara S, Achenbach S, et al. CAD-RADS™ coronary artery disease-reporting and data system. An expert consensus document of the Society of Cardiovascular Computed Tomography (SCCT), the American College of Radiology (ACR) and the North American Society for Cardiovascular Imaging (NASCI). Endorsed by the American College of Cardiology[J]. J Cardiovasc Comput Tomogr, 2016, 10(4):269-281.
- [4] 王蕊.冠状动脉疾病报告和数据系统—CAD-RADS™ 简介[J].中国医学影像技术,2016,32(12):1827-1832.
- [5] Leipsic J, Abbara S, Achenbach S, et al. SCCT guidelines for the interpretation and reporting of coronary CT angiography: A report of the Society of Cardiovascular Computed Tomography Guidelines Committee[J]. J Cardiovasc Comput Tomogr, 2014, 8(5):342-358.
- [6] Jacobs ML, Mavroudis C. Anomalies of the coronary arteries: nomenclature and classification [J]. Cardiol Young, 2010, 20(Suppl3):15-19.
- [7] Taylor AJ, Cerqueira M, Hodgson JM, et al. ACCF/SCCT/ACR/AHA/ASE/ASNC/NASCI/SCAI/SCMR 2010 Appropriate use criteria for cardiac computed tomography: A report of the American college of cardiology foundation appropriate use criteria task force, the society of cardiovascular computed tomography, the American college of radiology, the American heart association, the American society of echocardiography, the American society of nuclear cardiology, the North American society for cardiovascular imaging, the Society for Cardiovascular Angiography[J]. Circulation, 2010, 122(21):e525-e555.
- [8] Budoff MJ, Stephan A, Roger BS, et al. Assessment of coronary artery disease by cardiac computed tomography: A scientific statement from the American heart association committee on cardiovascular imaging and intervention, council on cardiovascular radiology and intervention, and committee on cardiac imaging, council on clinical cardiology[J]. Circulation, 2006, 114(16):1761-1791.
- [9] Greenland P, Alpert JS, Beller GA, et al. 2010 ACCF/AHA guideline for assessment of cardiovascular risk in asymptomatic adults: A report of the American college of cardiology foundation/American heart Association task force on practice guidelines[J]. Circulation, 2010, 122(25):e584-e636.
- [10] Motoyama S, Sarai M, Harigaya H, et al. Computed tomographic angiography characteristics of atherosclerotic plaques subsequently resulting in acute coronary syndrome[J]. J Am Coll Cardiol, 2009, 54(1):49-57.
- [11] Puchner SB, Liu T, Mayrhofer T, et al. High-risk plaque detected on coronary CT angiography predicts acute coronary syndromes independent of significant stenosis in acute chest pain: results from the ROMICAT-II trial[J]. J Am Coll Cardiol, 2014, 64(7):684-692.
- [12] 卢晓操,王晓琳.影响冠状动脉粥样硬化性心脏病支架植入术后冠脉支架再狭窄相关因素的 Logistic 回归分析[J].河北医学, 2020, 26(2):205-210.
- [13] 赵春荣,徐磊,范占明.冠状动脉 CT 血管造影对支架评价的研究进展[J].心肺血管病杂志,2016,35(2):150-153.
- [14] 吕滨,曹慧丽,杨立,等. CT 血管成像评价冠状动脉搭桥血管通畅性的多中心研究[J].中华放射学杂志,2014,48(1):33-37.
- [15] 杨涛,顾静华,李新明.双源 CT 对冠脉搭桥术后桥血管评价的 Meta 分析[J].CT 理论与应用研究,2017,26(3):285-290.
- [16] 王可,刘庆,郭小超,等.肝癌影像报告进展:基于 LI-RADS 的结构式报告[J].肝癌电子杂志,2016,3(1):26-31.
- [17] 秦岫波,王蕊,高歌,等.前列腺多参数 MRI 报告进展:基于第 2 版前列腺影像报告和数据系统的结构式报告的构建[J].肿瘤影像学,2016,25(2):111-116.
- [18] Brook OR, Alexander B, Charles CM, et al. Structured reporting of multiphase CT for pancreatic cancer: potential effect on staging and surgical planning[J]. Radiology, 2015, 274(2):464-472.
- [19] 张建军,曹敏,高歌,等.基于 PI-RADS 结构式报告的医师培训效果分析[J].放射学实践,2016,31(12):1133-1137.
- [20] 曹敏,张来运,王鹤,等.直肠癌 CT 结构式报告的临床应用研究[J].放射学实践,2016,31(12):1146-1150.
- [21] Buckley BW, Daly L, Allen GN, et al. Recall of structured radiology reports is significantly superior to that of unstructured reports [J]. Br J Radiol, 2018, 91(1083):20170670.
- [22] Dickerson E, Davenport MS, Syed F, et al. Effect of template reporting of brain MRIs for multiple sclerosis on report thoroughness and neurologist-rated quality: results of a prospective quality improvement project[J]. J Am Coll Radiol, 2017, 14(3):371-379.
- [23] Retraction: A review of coronary vessel segmentation algorithms [J]. J Med Signals Sens, 2019, 9(1):76.
- [24] 赵聪,陈晓冬,张佳琛,等.基于 FCM 聚类算法与自适应阈值的冠脉钙化分割与量化[J].中国生物医学工程学报,2017,36(5):550-556.
- [25] 杨栋.面向 CTA 图像的冠脉血管分割算法研究和血管狭窄度分析[D].杭州:浙江大学,2015.

(收稿日期:2021-04-05 修回日期:2021-06-20)