

论 著

宝石能谱CT高分辨模式成像对提高冠状动脉支架显示中的应用价值*

刘 琪¹ 窦 勇¹ 王雅玲¹
邓勇志^{2,*}

1.山西省心血管病医院CT室

2.山西省心血管病医院心血管外科

(山西 太原 030001)

【摘要】目的 探讨宝石能谱CT高分辨重建模式成像对提高冠状动脉支架显示的应用价值。**方法** 选取28例冠状动脉支架术后CT复查的患者为观察对象,使用宝石能谱CT进行冠状动脉CTA扫描后,对所有受检者的原始数据分别进行高分辨率模式重建和标准模式重建,观察支架腔及支架壁的显示能力。**结果** 高分辨模式重建组的冠状动脉支架成像质量主观评分优于标准重建组,差异有统计学意义($P<0.05$);高分辨模式重建组的冠状动脉支架内径、支架管腔显示率优于标准重建组,支架内CT值增加值明显低于常规扫描组,差异有统计学意义($P<0.05$)。**结论** 宝石能谱CT高分辨重建模式能够清楚的显示支架内特点,可明显提升冠脉支架成像质量,具有良好的临床应用价值。

【关键词】 宝石能谱CT; 高分辨模式; 冠状动脉; 支架**【中图分类号】** R543.3**【文献标识码】** A**【基金项目】** 山西省医学重点科研项目重大科技攻关专项(2021XM04)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2024.07.027

Gemstone Spectral CT High Resolution Mode Imaging in Improving Coronary Stent Display Value*

LIU Qi¹, DOU Yong¹, WANG Ya-ling¹, DENG Yong-zhi^{2,*}.

1.Department of CT, Shanxi Cardiovascular Hospital, Taiyuan 030001, Shanxi Province, China.

2.Department of Cardiovascular Surgery, Shanxi Cardiovascular Hospital, Taiyuan 030001, Shanxi Province, China

ABSTRACT

Objective To investigate the value of Gemstone spectral CT high resolution reconstruction mode imaging in improving coronary stent display. **Methods** Twenty-eight patients who underwent CT reexamination after coronary stenting were selected as the observation objects. After coronary CTA scanning with gemstone spectral CT, high-resolution mode reconstruction and standard mode reconstruction were performed respectively on the original data of all patients to observe the display ability of stent lumen and stent wall. **Results** The subjective assessment of coronary stent imaging quality in the high-resolution mode reconstruction group demonstrated superior performance compared to the standard reconstruction group. This difference was found to be statistically significant ($P<0.05$). The coronary stent diameter and stent lumen display rate in the high resolution mode reconstruction group were better than those in the standard reconstruction group, and the increase of CT value in the stent was significantly lower than that in the conventional scanning group, and the differences were statistically significant ($P<0.05$). **Conclusion** Gemstone spectral CT high-resolution reconstruction mode can clearly display the characteristics of the stent, can significantly improve the imaging quality of coronary stent, and has good clinical application value.

Keywords: Gemstone Spectral CT; High Resolution Mode; Coronary Arteries; Stents

冠状动脉粥样硬化性心脏病,是临床上较为常见的一种疾病^[1-2]。目前,冠心病的主要治疗方法分为两种,一种是内科保守治疗,另一种为经皮冠状动脉介入术(percutaneous coronary intervention, PCI)。PCI可以将阻塞的冠状动脉血管再通,是冠状动脉重建的主要方法,是临床上治疗冠心病的主要手段之一。但是由于支架置入后可能会出现内膜增生,支架在经过一段时间后可能会出现支架内再狭窄,仍是目前亟待解决的问题^[3-4]。目前,主要的冠状动脉支架术后评估方法包括冠状动脉CTA和DSA。CTA作为诊断冠状动脉血管狭窄的无创检查学方法,由于检查相对简单、安全性较高,该方法被视为是冠状动脉支架术后复查的首选评估手段^[5]。由于支架或者钙化斑块会引起硬化束伪影,所以对于支架细节的显示有待提高。本研究通过对比分析同一病例在宝石能谱CT标准重建及高分辨重建模式对冠状动脉支架的图像质量的影响,以探索更好的冠状动脉支架显示方法,浅谈宝石能谱CT关于冠脉支架成像中的应用体会。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择2018年1月至2021年12月期间来我院就诊的28例冠脉支架术后患者作为研究对象,对28例数据进行标准模式和高分辨模式重建,两组数据分别设为对照组和观察组。男性21例,女性7例,28枚冠脉支架包括前降支区域18枚支架、回旋支区域3枚支架、右侧冠状动脉区域7枚支架。年龄42-71岁,平均(57±3)岁。

1.2 扫描前准备 扫描前测量患者心率,如心率大于65次/分则根据患者情况给予倍他乐克口服1-2片。等待患者心率控制至合适心率后进行扫描。所有患者在扫描之前必须进行呼吸控制训练。

1.3 仪器与扫描方法 CT使用GE Discovery CT750HD宝石能谱CT。检查时患者呈仰卧位,扫描范围从气管分叉水平到心脏膈面下2cm水平。扫描参数设定如下:管电压及管电流使用宝石能谱CT自动管电压及管电流调制技术,机架旋转时间为350ms,螺距0.984:1,层厚0.625mm, SFOV 40cm。使用数控双筒高压注射器通过肘静脉注射对比剂以及生理盐水,对比剂为碘普罗胺370注射液,对比剂量为50-80mL,注射速度4.0~6.0mL/s。峰值时间测定采用触发扫描,在降主动脉层面划定感兴趣区,达到触发阈值后进行扫描。

1.4 后处理方法 扫描所得原始数据先进行标准模式和高分辨模式重建,相关数据传至AW4.6工作站进行后处理分析工作。如图像质量欠佳时可使用多时相重建选择最佳时相。

1.5 冠脉支架成像质量主观评分标准 (1)1分:支架及其内部管腔在图像中呈现中断或模糊不清状态,导致腔内状况无法进行有效评估;(2)2分:支架与支架内管腔存在明显的伪影干扰,显著限制了支架腔内的评估;(3)3分:支架与支架腔内尚能进行评价,但图像显示效果欠佳,伴随部分伪影出现;(4)4分:支架与支架腔内显示较好,有轻微的噪声或伪影;(5)5分:支架与支架内管腔显影良好,边界清晰分明,无伪影或者中断现象。由两名具备5年以上丰富经验的放射科专家对图像质量进行双盲法独立评估,意见

【第一作者】 刘 琪,男,主治医师,主要研究方向:心血管影像诊断。E-mail: 674908194@qq.com**【通讯作者】** 邓勇志,男,主任医师,主要研究方向:心血管疾病诊断与治疗。E-mail: olymipcschina@163.com

不一致时经过会诊达成一致。评分越高提示成像效果越佳，越能反映支架内真实情况。

1.6 统计学处理 采用SPSS 19.0软件对数据进行统计学处理，采用t 检验和均数的参数估计对标准模式重建及高分辨模式重建图像进行分析，测量支架管腔显示率(支架内径测量值/实际直径值×100%)、支架腔内CT值的增加值(支架腔内CT值-邻近冠状动脉腔内CT值)， $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 不同重建模式支架壁及支架腔内显示能力的比较 标准模式重建支架壁显示及支架腔内显示较高分辨模式欠清晰，见图1。

2.2 不同重建模式支架腔内径显示能力的比较 标准模式重建所得的图像支架内腔容积效应明显，支架内径显示率低，支架腔内CT值增加值高于高分辨率模式。高分辨模式扫描所见支架内径显示率高，支架内膜增生显示优于标准模式重建，见图2。

2.3 冠脉支架成像质量主观评分对比 采用高分辨模式重建得到的冠脉支架图像质量主观评分优于标准模式重建组，差异有统计学意义($P<0.05$)，见表1。

2.4 冠脉支架成像质量客观评价对比 高分辨重建模式冠状动脉支架管腔显示率高于标准重建组，标准重建组支架内CT值及CT值增加值， P 值 <0.05 ，差异有统计学意义，见表2。

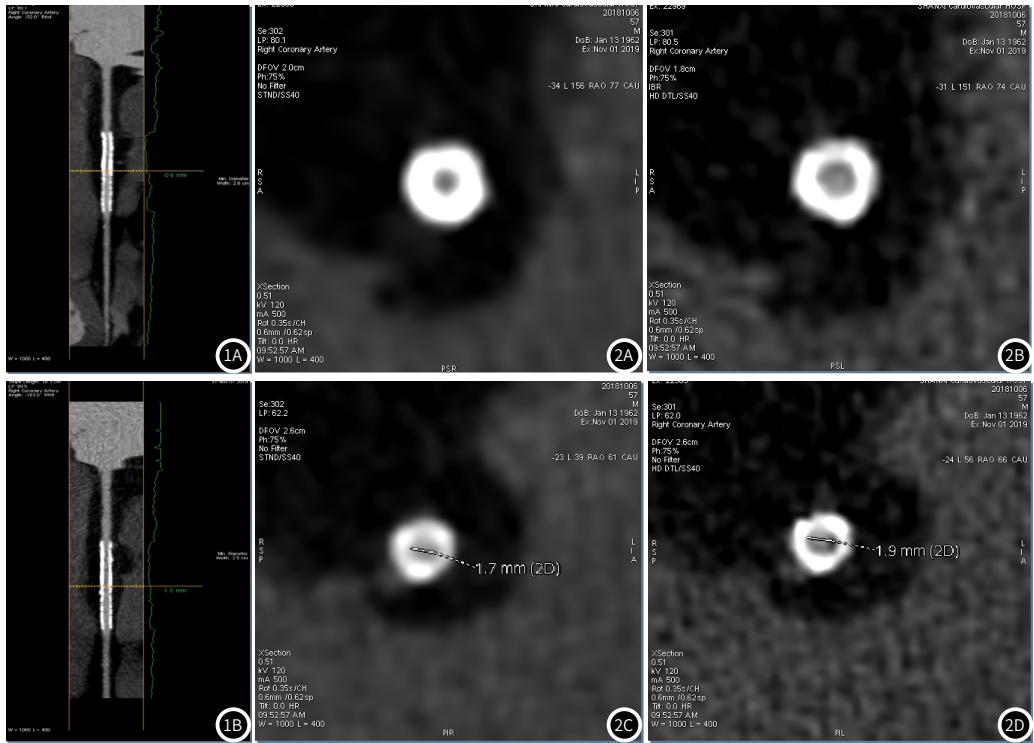


图1A-图1B 标准模式重建与高分辨模式重建支架壁及支架腔内显示情况，图1A为标准模式重建，图1B为高分辨模式重建。
图2A-图2D 标准模式重建与高分辨模式重建支架腔内显示率与支架内径比较，图2A、图2C为标准模式重建，图2B、图2D为高分辨模式重建。

表1 冠脉支架成像质量主观评分的比较(分)

分组	例数	冠脉成像质量评分
高分辨重建	28	4.265±0.654
标准重建	28	3.590±0.889
t值		3.971
P		<0.05

表2 冠状动脉支架管腔显示率及腔内CT值的比较

组别	例数	支架腔内显示率	支架内CT值(Hu)	支架内CT值增加值(Hu)
标准重建	28	56.8±9.6	541.25±47.73	116.8±34.2
高分辨重建	28	68.2±11.4	463.92±38.44	52.4±18.6
t值		-3.686	6.359	6.008
P		<0.05	<0.05	<0.05

3 讨 论

冠状动脉病变是心血管系统的一种常见病变^[6-7]，近年来，民众生活方式的转变，尤其是饮食习惯的显著变化，导致发病率相较以往有了明显提高，影响患者的生命健康，对冠心病的治疗刻不容缓。冠脉造影是诊断冠心病的“金标准”，但由于其有创性、费用相对昂贵而使用受限^[8-9]。目前，在冠状动脉病变的检查项目中冠状动脉CTA由于其扫描速度快、操作简便、微创等优点广泛应用于临床，该检查能够从多方位、多角度进行冠状动脉检查，由于其无创、扫描速度快、动态成像，并且能够为患者节约一定的费用，容易被患者接受，对临床诊断有着很大的帮助^[10-12]。常规64排螺旋CT血管成像由于受心脏搏动的影响，对于高心

率的患者而言，可能并不适宜作为检查手段；而且在评估支架内部再狭窄情况方面，其能力也显得有所不足，因此其临床应用存在一定的局限性。宝石能谱CT作为CT成像领域的一项新兴技术，相比传统CT能够避免分辨率不足的情况，其高分辨重建模式支架成像比标准模式图像质量在各方面都有一个比较大的提升，提高诊断的准确性^[13-14]。根据相关研究报道，在保证图像质量稳定的前提下，高分辨重建算法能够提高视野内图像的精细度，提高支架内径的显示率^[15]。本次研究发现，宝石能谱CT高分辨模式能够达到理想的支架成像效果，对支架内血管成像极为清晰，并清除的显示支架壁结构，能够成为临床评价支架术后通畅性的有效手

段。然而,宝石能谱CT对高心率及肥胖患者的支架成像效果还有待进一步的研究。本研究结果显示,高分辨重建模式组不仅主观评分上获得了更高的评价,还在客观评估指标上如支架内径与内腔的清晰度上实现了显著提升,这无疑为支架术后的复查与随访工作提供了更为精细和可靠的影像依据。因此认为,高分辨重建模式所展现出的清晰成像能力,有助于医生更准确地评估支架的置入状态及血管壁情况,从而为患者提供更加个性化和精准的治疗方案^[16]。综上所述,宝石能谱CT高分辨重建模式能够明显提高支架的成像能力,能够清楚的显示支架内特点,提供临床诊断满意的图像质量,具有较高的应用前景^[17-18]。

参考文献

- [1]陈伟,杨晓培,马丽.CTA成像在冠心病筛查中的应用价值及其疾病相关危险因素 Logistic回归分析[J].中国CT和MRI杂志,2022,20(5):54-56.
- [2]李智群.动态心电图联合CTA对冠心病心肌缺血诊断价值的研究[J].中国CT和MRI杂志,2021,19(5):11-13.
- [3]Vallejo E.Evaluation of coronary stent restenosis with multislice computed tomography[J].Archivos De Cardiologia De México,2011,81(1):11-12.
- [4]陈晓洋,涂良珍.冠心病PCI术后再狭窄的临床分析[J].心血管康复医学杂志,2011,20(4):361-364.
- [5]郭端,宋连英.64排冠脉CT血管造影诊断冠状动脉狭窄的价值[J].影像研究与医学应用,2018,2(24):199-200
- [6]王涛,苏洁,于子腾,等.64排螺旋CT冠状动脉成像在心脏血管性病变诊断中的应用价值[J].影像研究与医学应用,2020,4(20):206-207.

- [7]段晓培.64排螺旋CT冠状动脉CTA及冠状动脉造影结果比较分析[J].黑龙江医药,2019,32(3):678-680.
- [8]蒋仕淑,张文英,洪敏昌,等.64排螺旋CT冠状动脉CTA在诊断冠心病中的应用价值[J].医药前沿,2019,9(17):87.
- [9]韦铭敬.CTA和MRA在冠状动脉性疾病中的应用对比[J].影像研究与医学应用,2019,3(12):110-111.
- [10]程燕妮,杨建华,付兵.CTA对T2DM合并冠心病患者冠脉狭窄的诊断价值[J].中国CT和MRI杂志,2019,17(4):56-58
- [11]Yang WJ,Zhang H,Xiao H,et al.High-definition computed tomography for coronary artery stents imaging compared with standard-definition 64-row multidetector computed tomography[J].J Computed assist tomograph,2012(36):295-300.
- [12]高玉杰,王杰,丁国成.宝石能谱CT追踪冻结技术对改善中等心率冠状动脉成像图像质量的作用[J].医学综述,2017,23(21):267-268
- [13]王利良,林朋,韦宏,等.宝石能谱CT评估冠状动脉介入治疗术后支架内成像质量的研究[J].现代生物医学进展,2019,19(5):890-893.
- [14]沈松鹤,赵森,朱鹭翔,等.宝石能谱CT心脏高清与非高清扫描方式对冠状动脉支架显示清晰度的影响[J].医学影像学杂志,2018,28(9):1452-1456.
- [15]Maintz D,Seifarth H,Raupach R,et al.64-slice multidetector coronary CT angiography:in vitro evaluation of 68 different stents[J].Eur Radiol,2006(16):818-826.
- [16]荆铁群,郭春峰.能谱CT对冠状动脉支架内再狭窄的诊断效果分析[J].现代医用影像学,2018,27(1):146-147.
- [17]海念,王发成,陈光辉,等.64层螺旋CT冠状动脉成像质量控制及临床应用[J].福建医药杂志,2009,31(4):115-117.
- [18]陈奕男,秦将均,覃群,等.宝石能谱CT冠脉成像在隐匿型冠心病冠状动脉粥样斑块性质判断中的价值[J].现代生物医学进展,2016,16(11):2159-2161.

(收稿日期:2023-10-09)

(校对编辑:韩敏求)

(上接第79页)

参考文献

- [1]刘晓虎,杨智,付兵,等.心脏磁共振T1Mapping技术中ECV值在评价缺血性心肌病心肌纤维化中的应用[J].医学影像学杂志,2019,29(9):1480-1482.
- [2]Del Buono MG,Moroni F,Montone RA,et al.Ischemic cardiomyopathy and heart failure after acute myocardial infarction[J].Curr Cardiol Rep,2022,24(10):1505-1515.
- [3]沈小程,胡纳,付泉水,等.应用增强心血管磁共振成像对缺血性心肌病的诊断价值研究[J].中国CT和MRI杂志,2021,19(3):72-73,76.
- [4]Acosta J,Fernández-Armenta J,Borràs R,et al.Scar characterization to predict life-threatening arrhythmic events and sudden cardiac death in patients with cardiac resynchronization therapy:the GAUDI-CRT study[J].JACC Cardiovasc Imaging,2018,11(4):561-572.
- [5]聂伟霞,高立,李涯,等.心脏磁共振DWI序列对肥厚型心肌病心肌纤维化诊断价值及与NT-ProBNP相关性分析[J].中国CT和MRI杂志,2023,21(1):80-82.
- [6]Linhart M,Doltra A,Acosta J,et al.Ventricular arrhythmia risk is associated with myocardial scar but not with response to cardiac resynchronization therapy[J].Europace,2020,22(9):1391-1400.
- [7]Paiman EHM,Androulakis AFA,Shahzad R,et al.Association of cardiovascular magnetic resonance-derived circumferential strain parameters with the risk of ventricular arrhythmia and all-cause mortality in patients with prior myocardial infarction and primary prevention implantable cardioverter defibrillator[J].J Cardiovasc Magn Reson,2019,21(1):28.
- [8]Wu KC.Sudden cardiac death substrate imaged by magnetic resonance imaging:from investigational tool to clinical applications[J].Circ Cardiovasc Imaging,2017,10(7):e005461.
- [9]Acosta J,Fernández-Armenta J,Borràs R,et al.Scar characterization to predict life-threatening arrhythmic events and sudden cardiac death in patients with cardiac resynchronization therapy:the GAUDI-CRT study[J].JACC Cardiovasc Imaging,2018,11(4):561-572.
- [10]Satoh H,Sano M,Suwa K,et al.Distribution of late gadolinium enhancement in various types of cardiomyopathies:significance in differential diagnosis,clinical features and prognosis[J].World J Cardiol,2014,6(7):585-601.
- [11]Venlet J,Tao Q,de Graaf MA,et al.RV tissue heterogeneity on CT:a novel tool to identify the VT Substrate in ARVC[J].JACC Clin Electrophysiol,2020,6(9):1073-1085.
- [12]Ota S,Orii M,Nishiguchi T,et al.Implications of multiple late gadolinium enhancement lesions on the frequency of left ventricular reverse remodeling and prognosis in patients with non-ischemic cardiomyopathy[J].J Cardiovasc Magn Reson,2021,23(1):32.

- [13]刘晓虎,杨智,付兵,等.心脏磁共振T1Mapping技术中ECV值在评价缺血性心肌病心肌纤维化中的应用[J].医学影像学杂志,2019,29(9):1480-1482.
- [14]Disertori M,Rigoni M,Pace N,et al.Myocardial fibrosis assessment by LGE is a powerful predictor of ventricular tachyarrhythmias in ischemic and nonischemic LV dysfunction:a meta-analysis[J].JACC Cardiovasc Imaging,2016,9(9):1046-1055.
- [15]Kim C,Park CH,Kim DY,et al.Semi-quantitative scoring of late gadolinium enhancement of the left ventricle in patients with ischemic cardiomyopathy:improving interobserver reliability and agreement using consensus guidance from the Asian Society of Cardiovascular Imaging-practical tutorial (ASCI-PT) 2020[J].Korean J Radiol,2022,23(3):298-307.
- [16]Daimee UA,Sung E,Engels M,et al.Association of left ventricular tissue heterogeneity and intramyocardial fat on computed tomography with ventricular arrhythmias in ischemic cardiomyopathy[J].Heart Rhythm,2022,3(3):241-247.
- [17]Tülümen E,Rudic B,Ringlaga H,et al.Extent of peri-infarct scar on late gadolinium enhancement cardiac magnetic resonance imaging and outcome in patients with ischemic cardiomyopathy[J].Heart Rhythm,2021,18(6):954-961.
- [18]郭丹玲,胡红杰,赵振华,等.心肌瘢痕对慢性心肌梗死后恶性室性心律失常发生的预测价值[J].浙江大学学报(医学版),2019,48(5):511-516.
- [19]Noordman ABP,Maass AH,Groenveld H,et al.Myocardial scar characterization and future ventricular arrhythmia in patients with ischemic cardiomyopathy and an implantable cardioverter-defibrillator[J].Front Cardiovasc Med,2021,8:708406.
- [20]Rijnierse MT,van der Lingen ACJ,de Haan S,et al.Value of CMR and PET in predicting ventricular arrhythmias in ischemic cardiomyopathy patients eligible for ICD[J].JACC Cardiovasc Imaging,2020,13(8):1755-1766.
- [21]余刘玉.心脏磁共振成像评估急性心肌梗死后心肌水肿的研究进展[J].心血管病学进展,2018,39(4):579-583.

(收稿日期:2023-06-29)

(校对编辑:韩敏求)