

论 著

3D CUBE MRI在不同时期脑梗塞动脉硬化斑块评价中的应用*

1.徐州医科大学附属医院影像科

(江苏 徐州 221002)

2.徐州医科大学医学影像学院

(江苏 徐州 221004)

张 磊^{1,2} 陆奕行¹ 谢耀宇¹全子凡¹ 范志祥¹ 严 卉¹徐 鹏^{1,2,*}

【摘要】目的 探讨3D CUBE MRI技术对不同时期脑梗塞动脉硬化斑块评价中的应用价值。方法 回顾性分析28例经头颅MRA明确的单侧大脑中动脉狭窄患者,所有患者均行3D CUBE高分辨血管壁平扫及增强检查。将患者分为急性组与非急性组,评价两组图像质量,并分析两组狭窄血管的狭窄程度、管腔面积、斑块形态、重构率等形态及信号特征差异。结果 所有图像质量均达到定量分析要求,急性期组与非急性期组图像质量无显著差异(3.4 vs. 3.5, $P>0.05$)。急性组脑动脉在管壁面积[(10.76±1.58) vs. (8.64±1.75), $P=0.024$]、斑块强化($P=0.003$)、T₁WI高信号($P=0.010$)及管腔重构率[(1.04±0.67) vs. (0.93±0.32), $P=0.012$]方面有显著差异。在管腔面积、斑块面积及斑块偏心性方面无明显差异。结论 3D CUBE在评价脑动脉斑块特征方面具有一定的优势,能够反映不同时期脑梗塞的责任血管特征,为临床治疗与预后评价提供帮助。

【关键词】磁共振;高分辨;中风;斑块

【中图分类号】R445.2; R814

【文献标识码】A

【基金项目】江苏省大学生创新创业训练计划(201910313042Z)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2021.10.001

Application of 3D CUBE MRI in the Evaluation of Atherosclerotic Plaques in Different Periods of Cerebral Infarction*

ZHANG Lei^{1,2}, LU Yi-xing¹, XIE Yao-yu¹, TONG Zi-fan¹, FAN Zhi-xiang¹, YAN Hui¹, XU Peng^{1,2,*}.

1.Department of Imaging, Affiliated Hospital of Xuzhou Medical University, Xuzhou 221002, Jiangsu Province, China

2.School of Medical Imaging, Xuzhou Medical University, Xuzhou 221004, Jiangsu Province, China

ABSTRACT

Objective To investigate the application value of 3D CUBE MRI in evaluating atherosclerotic plaques in different periods of cerebral infarction. **Methods** Twenty-eight patients with unilateral middle cerebral artery stenosis confirmed by cranial MRA were retrospectively analyzed. All patients underwent a 3D CUBE high-resolution vessel wall plain scan and enhanced examination. The patients were divided into acute groups and non-acute groups. The image quality of the two groups was evaluated, and the differences of morphology and signal characteristics such as stenosis degree, lumen area, plaque morphology, and reconstruction rate between the two groups were analyzed. **Results** All the image quality met the requirements of quantitative analysis. There was no significant difference in image quality between acute and non-acute phase groups (3.4 vs. 3.5, $P>0.05$). In acute group, there were significant differences in vessel wall area [(10.76 ± 1.58) vs. (8.64 ± 1.75), $P=0.024$], plaque enhancement ($P=0.003$), high signal intensity on T₁WI ($P=0.010$) and lumen remodeling rate [(1.04 ± 0.67) vs. (0.93 ± 0.32), $P=0.012$]. There was no significant difference in lumen area, plaque area, and plaque morphology. **Conclusion** 3D CUBE has certain advantages in evaluating the characteristics of cerebral artery plaque, which can reflect the characteristics of responsible vessels in different periods of cerebral infarction and provide assistance for clinical treatment and prognosis evaluation.

Keywords: Magnetic Resonance Imaging; High Resolution; Stroke; Plaque

脑动脉粥样硬化是缺血性脑中风的重要发病因素,有8%~15%的中风患者源于此^[1]。导致中风且与脑动脉狭窄相关的因素主要包括管腔内栓子形成、穿支动脉阻塞及低灌注等^[2]。目前对于脑血管疾病介入治疗术前评价不再仅局限于责任血管管腔的位置与狭窄程度,对狭窄血管管壁斑块的分布、形态及性质判定也尤为重要,以便于对手术方式及预后进行评估。高分辨MRI是近年发展起来的新的血管评价方法,尤其是3D高分辨MRI血管壁的成像,在脑部血管管壁斑块的评价方面较传统2D高分辨MRI具有更大的优势^[3]。既往对于2D高分辨MRI的研究表明,症状性与非症状性脑梗塞患者其血管管腔形态有明显不同^[4],而基于3D CUBE MRI技术不同时期脑梗塞其血管管壁形态及斑块强化特点的研究相关报道较少。因此,本研究应用3D CUBE MRI技术对急性期与非急性期脑梗塞患者血管管壁进行分析,以探讨不同时期脑梗塞责任血管形态学及信号特征。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析2019年11月至2020年12月于我院就诊的经头颅MRA明确的单侧大脑中动脉狭窄患者资料,且行3D CUBE高分辨血管壁平扫及增强检查。排除标准:年龄<50岁;患非动脉粥样硬化性脑血管病者,如血管畸形、动脉夹层、动脉炎等;MCA狭窄<50%者;高分辨MRI图像质量无法满足测量要求者。

1.2 方法

1.2.1 MR成像 使用3.0T超导磁共振扫描仪(discovery 750w 3.0T; GE)及32通道相控阵线圈。MRA采用时间飞跃法(time of flight, TOF),扫描参数:重复时间(time of repetition, TR)/回波时间(time of echo, TE)=27ms/6.9ms,视野(field of view, FOV)=24cm×16cm,层厚=1.6mm, NEX=1; DWI: TR/TE=4500ms/90ms, FOV=24cm×24cm,层厚=6.0mm, NEX=3。3D CUBE高分辨

【第一作者】张 磊,男,主管技师,主要研究方向: MRI新技术应用。E-mail: 616321149@qq.com

【通讯作者】徐 鹏,男,副主任医师,主要研究方向: 神经系统MRI诊断。E-mail: xupeng_doc@163.com

成像矢状位：FOV 25cm×22cm，TR 600ms，TE为最小值(minimum)，层厚1.0mm，NEX=1，扫描时间为3min44s。横轴位：FOV 25cm×22cm，TR 845ms，TE 18ms，层厚1.2mm，NEX=3，扫描时间为6min32s。增强扫描为对比剂经静脉注入2min后扫描，注射速度0.1mmol/kg。

1.2.2 图像分析 所有图像传输至GE ADW4.6工作站分析。将图像质量分为1~5分，3分及3分以上的图像进行参数测量并进行定量分析^[5]。所有病人分为急性组与非急性组。急性组以患侧大脑中动脉供血区DWI高信号为标准。于矢状位3D CUBE序列分别手动绘出血管最狭窄处管腔及血管外壁，由工作站软件自动计算出管腔面积及血管面积。管壁面积=血管面积-管腔面积。选择病变近心端正常层面为参考层面，如果近心端无适合层面，则选择远端正常层面作为参考。狭窄率=(1-最窄层面管腔面积/参考层面管腔面积)×100%，重构率=最窄层面血管面积/参考层面血管面积，根据重构率将病变血管分为阳性重构、阴性重构。阴性重构定义为重构率≤0.95，阳性重构定义为重构率≥1.05^[6]。偏心性斑块定义为斑块环绕管壁范围<75%。斑块分布根据位置不同划分为4个象限：腹侧、背侧、上象限和下象限。T₁WI高信号定义为斑块内出现高信号，其信号强度>150%邻近肌肉的信号^[7]。由两名有经验的影像医生采用双盲法对图像质量及目标血管进行分析，意见不一致时，经讨论达成共识。

1.3 统计学分析 采用SPSS 16.0统计软件。定量资料采用($\bar{x} \pm s$)，定性资料采用n(%)。急性组与非急性组血管特征指标分析采用独立样本t检验及 χ^2 检验。所有检验结果以P值小于0.05为差异有统计学意义。

2 结果

共有28例符合录入标准，其中12例为急性期，16例为非急性期。急性期患者从发病时间到行MRI检查的平均时间为6h~3d。所有图像质量均达到定量分析要求，急性期组与非急性期组图像质量无显著差异(3.4 vs. 3.5, $P>0.05$)。

急性期与非急性期患者血管狭窄率分别为(73.75±8.94)%、(66.37±7.23)%，两者差异无明显统计学意义。与非急性组相比较，急性组脑动脉在管壁面积、斑块强化、T₁WI高信号及管腔重构率方面有显著差异。急性组狭窄处管壁面积明显大于非急性组[(10.76±1.58) vs. (8.64±1.75), $P=0.024$]，急性组管腔以正性重构为主，非急性组以负性重构为主[(1.04±0.67) vs. (0.93±0.32), $P=0.012$]。急性组有9例出现斑块强化，7例出现T₁WI高信号，非急性组有3例强化，2例出现T₁WI高信号，二组均有显著差异($P=0.003$, $P=0.010$)。急性组与非急性组在管腔面积[(3.64±0.59) vs. (3.26±0.42), $P=0.129$]、斑块面积[(6.73±2.04) vs. (5.86±2.33), $P=0.236$]及斑块偏心性($P=0.436$)方面无明显差异(表1、图1~2)。

表1 急性期与非急性期脑梗死狭窄血管对比

管壁特征	急性组(n=12)	非急性组(n=16)	t/ χ^2	P
狭窄程度(%)	73.75±8.94	66.37±7.23	2.954	0.051
管壁面积(mm ²)	10.76±1.58	8.64±1.75	4.271	0.024
管腔面积(mm ²)	3.64±0.59	3.26±0.42	3.434	0.129
斑块面积(mm ²)	6.73±2.04	5.86±2.33	1.721	0.236
偏心性斑块[n(%)]	11(91.6)	13(81.2)	0.608	0.436
斑块强化[n(%)]	9(75.0)	3(18.7)	8.859	0.003
T ₁ WI高信号[n(%)]	7(58.3)	2(12.5)	6.604	0.010
重构率	1.04±0.67	0.93±0.32	3.876	0.012

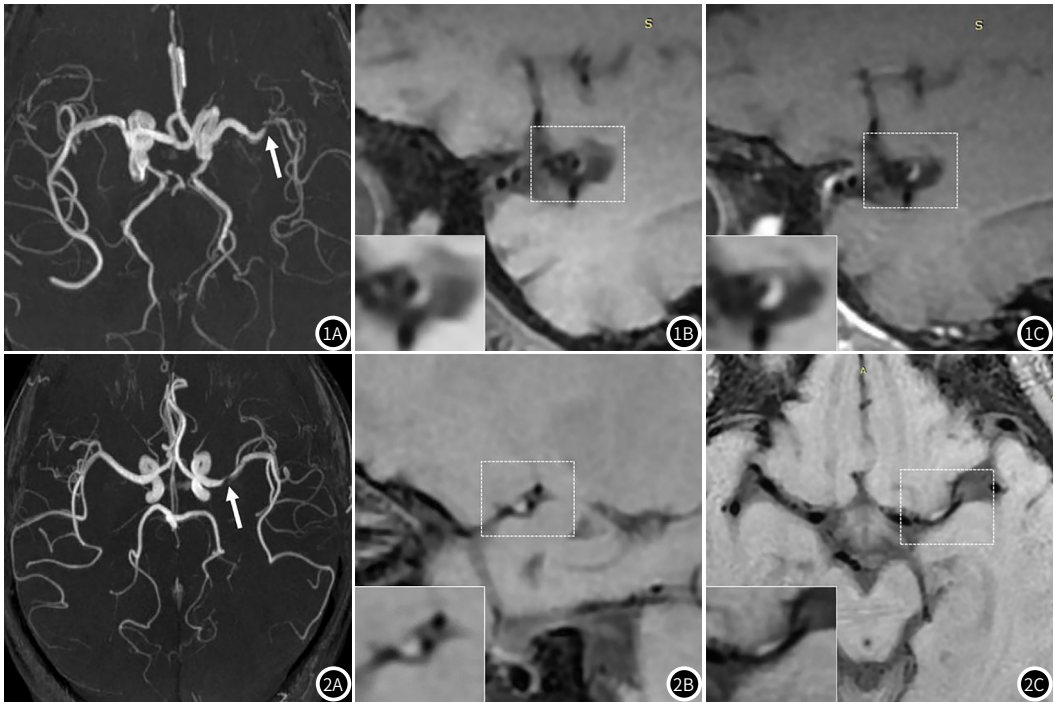


图1~图2 急性梗塞患者典型图片。患者1：TOF MRA(图1A)提示左侧大脑中动脉M1端管腔局部狭窄(箭)，3D CINE T₁WI矢状位平扫(图1B)示狭窄处管壁偏心性斑块，3D CINE T₁WI矢状位增强(图1C)示斑块呈明显强化。患者2：TOF MRA(图2A)提示左侧大脑中动脉M1端管腔局部狭窄(箭)，3D CINE T₁WI矢状位平扫(图2B)及轴位平扫(图2C)示狭窄处管壁偏心性斑块，呈T₁WI高信号，提示斑块内出血。

3 讨论

脑动脉粥样硬化是脑血管常见病,斑块的形成与破裂已成为TIA及缺血性脑中风的重要发病因素。随着近年高分辨MRI技术的发展,磁共振对于颅内动脉管壁的评价受到越来越多的关注^[8]。

2019年中华医学会放射学分会MR学组对颅内MR血管壁成像技术与临床应用进行了规范与共识,其中对于颅脑动脉血管壁的评价重点应关注一下几个方面:狭窄程度、斑块分布、斑块形状、T₁WI高信号、斑块强化、管腔重构等^[7]。(1)狭窄程度:高分辨MRI与TOF MRA均能够较好的评价血管狭窄程度,但由于血管存在正性重构,高分辨MRI能够发现常规TOF MRA不能发现的管壁斑块^[9]。正性重构表现为血管向外扩张,有利于维持血管管腔的大小,但此型容易发生斑块破裂,引起TIA及脑中风急性发作,负性重构表现为血管向内收缩,能够加重管腔狭窄,但此型斑块相对稳定^[10]。(2)斑块分布:有研究者将大脑中动脉管壁斑块分布划分为4个象限,即:腹侧、背侧、上和下象限^[11],对于脑血管事件发生者而言,斑块分布以上象限分布居多。(3)斑块形状:脑动脉粥样硬化患者狭窄血管往往呈现偏心性增厚。本研究急性组与非急性组偏心性斑块所占比重分别为91.6%和81.2%,但两组无显著差异。(4)T₁WI高信号:此征象多提示斑块内出血,本研究急性组与非急性组分别有7例(58.3%)和2例(12.5%),急性组其斑块内出血率要高于非急性组,而斑块内出血往往提示斑块的稳定性较差。(5)斑块强化:斑块强化一般体现了新生血管的形成或斑块的炎性反应^[12]。本研究中急性组斑块强化显著高于非急性组斑块强化程度,提示斑块强化与斑块易损性密切相关,更容易产生脑血管事件。(6)管腔重构:血管重构体现了狭窄处血管的外管壁面积与邻近正常血管外管壁面积的比值。研究表明,症状性粥样硬化的斑块更容易发生正性重构,且正性重构的斑块更易合并斑块内出血^[13]。

3D CUBE T₁WI序列利用变角度的快速自旋回波序列,具有更高的信噪比,且对磁场均不敏感,已成为脑动脉血管壁成像的主流成像方法,且在脑血管壁及斑块成像中较传统2D成像具有较高的准确性和可重复性^[14]。本研究对于3D CUBE成像质量的评价显示,所有图像质量均达到定量分析要求,急性组与非急性组图像在成像质量方面无显著差异。另外依据指南推荐,3D CUBE易采用各向同性分辨率小于0.5mm,扫描区域可覆盖Willis环及主要二级分支血管能够控制在7~10min之内^[7]。该成像技术较2D成像具有更大的范围覆盖,实现各向同性分辨率,且利用多平面重建和曲面重建技术实现多角度、多方位观察病变形态及信号特征。对于狭窄血管邻近分支开口的分析,尤其是支架植入等血管内治疗的评价,3D成像技术同样能够提供重要的参考价值^[15]。

本研究仍然存在一些不足之处。首先,对于脑动脉斑块的评价难以获取病理结果以进行明确,因此对脑动脉斑块的形态学及性质评价存在一定主观性。第二,由于总样本量较小,对于两组斑块形态及信号特征分析需要大量样本的进一步验证。第三,本研究对于斑块强化与否的判断主要基于诊断医师的主观判定,未能进行定量分析。在以后的研究中,如果能够对增

强前后斑块的信号强度进行定量分析,将更有助于判断斑块性质与脑梗死的关系。

总之,3D CUBE在评价脑动脉斑块特征方面具有一定的优势,能够反映不同时期脑梗塞的责任血管特征,为临床治疗与预后评价提供帮助。

参考文献

- [1] Wityk R J, Lehman D, Klag M, et al. Race and sex differences in the distribution of cerebral atherosclerosis [J]. *Stroke*, 1996, 27 (11): 1974-1980.
- [2] Zhao D L, Deng G, Xie B, et al. Wall characteristics and mechanisms of ischaemic stroke in patients with atherosclerotic middle cerebral artery stenosis: A high-resolution MRI study [J]. *Neurol Res*, 2016, 38 (7): 606-613.
- [3] Bai X, Lv P, Liu K, et al. 3D black-blood luminal angiography derived from high-resolution MR vessel wall imaging in detecting MCA stenosis: A preliminary study [J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2018, 39 (10): 1827-1832.
- [4] Xu W H, Li M L, Gao S, et al. In vivo high-resolution MR imaging of symptomatic and asymptomatic middle cerebral artery atherosclerotic stenosis [J]. *Atherosclerosis*, 2010, 212 (2): 507-511.
- [5] Yuan C, Mitsumori L M, Ferguson M S, et al. In vivo accuracy of multispectral magnetic resonance imaging for identifying lipid-rich necrotic cores and intraplate hemorrhage in advanced human carotid plaques [J]. *Circulation*, 2001, 104 (17): 2051-2056.
- [6] Ma N, Jiang W J, Lou X, et al. Arterial remodeling of advanced basilar atherosclerosis: a 3-tesla MRI study [J]. *Neurology*, 2010, 75 (3): 253-258.
- [7] 中华医学会放射学分会MR学组. 颅内MR血管壁成像技术与应用中国专家共识 [J]. *中华放射学杂志*, 2019, 12 (53): 1045-1059.
- [8] Wu F, Song H, Ma Q, et al. Hyperintense plaque on intracranial vessel wall magnetic resonance imaging as a predictor of artery-to-artery embolic infarction [J]. *Stroke*, 2018, 49 (4): 905-911.
- [9] Klein I F, Lavalley P C, Mazighi M, et al. Basilar artery atherosclerotic plaques in paramedian and lacunar pontine infarctions: a high-resolution MRI study [J]. *Stroke*, 2010, 41 (7): 1405-1409.
- [10] Yu Y N, Li M L, Xu Y Y, et al. Middle cerebral artery geometric features are associated with plaque distribution and stroke [J]. *Neurology*, 2018, 91 (19): e1760-e1769.
- [11] Xu W H, Li M L, Gao S, et al. Plaque distribution of stenotic middle cerebral artery and its clinical relevance [J]. *Stroke*, 2011, 42 (10): 2957-2959.
- [12] Lu S S, Ge S, Su C Q, et al. MRI of plaque characteristics and relationship with downstream perfusion and cerebral infarction in patients with symptomatic middle cerebral artery stenosis [J]. *J Magn Reson Imaging*, 2018, 48 (1): 66-73.
- [13] Kim J M, Jung K H, Sohn C H, et al. Intracranial plaque enhancement from high resolution vessel wall magnetic resonance imaging predicts stroke recurrence [J]. *Int J Stroke*, 2016, 11 (2): 171-179.
- [14] Wu F, Ma Q, Song H, et al. Differential features of culprit intracranial atherosclerotic lesions: A whole-brain vessel wall imaging study in patients with acute ischemic stroke [J]. *J Am Heart Assoc*, 2018, 7 (15): e009705.
- [15] Lou X, Ma N, Shen H, et al. Noninvasive visualization of the basilar artery wall and branch ostia with high-resolution three-dimensional black-blood sequence at 3 tesla [J]. *J Magn Reson Imaging*, 2014, 39 (4): 911-916.

(收稿日期: 2021-01-21)