

论 著

三维动态增强磁共振血管壁成像在颈动脉粥样硬化诊断中的应用*

李 鑫* 柴家荣 王彦平
 李晓军 杨志宏 李星亮
 邢台市第三医院CT/核磁科
 (河北 邢台 054000)

【摘要】目的 探讨三维动态增强磁共振血管壁成像(3D CE-MRA)对颈动脉粥样硬化的诊断价值,为颈动脉粥样硬化的诊断提供参考依据。**方法** 选择2020年2月-2022年8月邢台市第三医院收治的110例疑似颈动脉粥样硬化患者作为研究对象,所有患者均于入院后行计算机断层扫描血管造影术(CTA)、3D CE-MRA和颈动脉超声检查,以CTA检查结果为“金标准”,分析3D CE-MRA与颈动脉超声诊断颈动脉粥样硬化的准确性,并比较3D CE-MRA诊断颈动脉粥样硬化患者血管狭窄程度与CTA检查结果的一致性。**结果** 根据CTA检查结果显示,110例疑似颈动脉粥样硬化患者中,确诊颈动脉粥样硬化94例,其中管腔轻度狭窄46例,中度狭窄28例,重度狭窄20例。3D CE-MRA诊断颈动脉粥样硬化的敏感度和准确度高于颈动脉超声,差异有统计学意义($P<0.05$);3D CE-MRA与颈动脉超声诊断颈动脉粥样硬化的特异度比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。经Kappa一致性检验,3D CE-MRA诊断颈动脉粥样硬化患者血管狭窄程度与CTA检查结果的一致性高($Kappa=0.782$, $P<0.001$)。**结论** 3D CE-MRA在颈动脉粥样硬化的诊断中具有较高的应用价值,且其诊断颈动脉粥样硬化患者血管狭窄程度与CTA检查结果的一致性高。

【关键词】 磁共振成像; 管壁成像技术; 颈动脉粥样硬化
【中图分类号】 R445.2
【文献标识码】 A
【基金项目】 邢台市科技计划项目(2021ZC112)
DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2024.03.006

Application of Three-dimensional Contrast-enhanced Magnetic Resonance Angiography in the Diagnosis of Carotid Web*

LI Xin*, CHAI Jia-rong, WANG Yan-ping, LI Xiao-jun, YANG Zhi-hong, LI Xing-liang.
 CT/MRI Department of Xingtai Third Hospital, Xingtai 054000, Hebei Province, China

ABSTRACT

Objective To explore the diagnostic value of three-dimensional contrast-enhanced magnetic resonance angiography (3D CE-MRA) for carotid web, and to provide reference for the diagnosis of carotid web. **Methods** A total of 110 suspected carotid web patients admitted to Xingtai Third Hospital from February 2020 to August 2022 were selected as the study subjects. All patients underwent computed tomography angiography (CTA) and 3D CE-MRA examination and carotid ultrasound after admission. With the CTA results as the gold standard, the accuracy of 3D CE-MRA and carotid ultrasound in the diagnosis of carotid artery web was analyzed, and the consistency of 3D CE-MRA and carotid ultrasound in the diagnosis of carotid artery web patients with stenosis was compared with the CTA results. **Results** According to the CTA examination results, out of 110 suspected patients with carotid web, 94 were diagnosed with carotid web, including 46 cases of mild stenosis, 28 cases of moderate stenosis, and 20 cases of severe stenosis. The sensitivity and accuracy of 3D CE-MRA in the diagnosis of carotid web were higher than those of carotid ultrasound, and the difference was statistically significant ($P<0.05$). There was no statistical significant difference in the specificity of 3D CE-MRA and carotid ultrasound in the diagnosis of carotid web ($P>0.05$). According to the Kappa consistency test, the degree of vascular stenosis diagnosed by 3D CE-MRA in patients with carotid web was highly consistent with the results of CTA examination ($Kappa=0.782$, $P<0.001$). **Conclusion** 3D CE-MRA has high application value in the diagnosis of carotid web, and its diagnosis of vascular stenosis in patients with carotid web is consistent with the results of CTA examination.

Keywords: Magnetic Resonance Imaging; Tube Wall Imaging Technology; Carotid Web

颈动脉粥样硬化是纤维肌性发育不良的特殊表现,多位于颅内动脉起始部,容易被误诊为动脉粥样硬化斑块。近年研究发现,颈动脉粥样硬化可能是隐匿性脑卒中的危险因素之一,颈动脉粥样硬化结构会引起颈动脉内血流动力学改变,加速血栓形成,当血栓形成增大至一定程度后会发生脱落,进而诱发颅内血栓栓塞,增加隐匿性脑卒中的发生风险^[1-2]。因此,若能早期识别和准确诊断颈动脉粥样硬化,可能对降低隐匿性脑卒中发生率具有重要意义。目前,临床普遍使用计算机断层扫描血管造影术(computed tomography angiography, CTA)诊断颈动脉粥样硬化,但当CTA仅获得两个标准(正面和侧面)投影时,容易出现误诊现象^[3]。因此,需探寻其它更为准确的方式诊断颈动脉粥样硬化。三维动态增强磁共振血管壁成像(three-dimensional contrast-enhanced magnetic resonance angiography, 3D CE-MRA)是目前唯一可对颅内血管壁成像的无创检查技术,可通过抑制血管内流动血液信号获取血管壁的静态组织图像,从而反映血管壁病变情况。3D CE-MRA技术现已在颈动脉粥样硬化、主动脉夹层动脉瘤等疾病中得到了广泛应用,且被证实对上述疾病具有良好的评估价值^[4-5]。但3D CE-MRA在颈动脉粥样硬化诊断中的应用尚缺乏明确证据。基于此,本研究将重点探讨3D CE-MRA对颈动脉粥样硬化的诊断价值,为临床诊断颈动脉粥样硬化提供依据。现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 本研究经邢台市第三医院医学伦理委员会审核通过。选择2020年2月-2022年8月医院收治的110例疑似颈动脉粥样硬化患者作为研究对象,其中男46例,女64例;年龄46~75岁,平均(60.02±4.96)岁;合并症:高血压24例,高脂血症18例,糖尿病20例。

纳入标准:伴有头痛、头晕、肢体麻木等疑似颈动脉粥样硬化症状;年龄18~90岁;意识清晰,可配合本研究;患者知晓本研究方案,且自愿签署知情同意书。排除标准:存在CTA、3D CE-MRA或超声检查禁忌症;既往颈部手术史;伴有精神类疾病无法有效沟通;意识障碍;妊娠期或哺乳期女性。

1.2 方法 (1)3D CE-MRA检查:采用德国3.0 T Siemens Skyra Freedom II MR成像系统,32通道头颈线圈,行三维快速自旋回波序列(3D sampling perfection with application-optimized contrasts by using different flip angle evolutions, 3D-SPACE)扫描。扫描参数如下:3D-SPACE T₁WI序列:TR/TE为600ms/13ms,层厚0.7mm,层数176,编码方向A-P,视野220mm×220mm;3D-SPACE T₂WI序列:TR/TE为1300ms/124ms,层厚0.7mm,层数120,编码方向R-L,视野223mm×184mm。3D-SPACE扫描完成后,采用高压注射器经肘静脉注射钆特酸葡胺(江苏恒瑞医药股份有限公司,国药准字H20153167,规格:15mL:5.654g)对比剂,

【第一作者】李 鑫,男,副主任医师,主要研究方向:神经系统疾病诊断。E-mail: xtctlx@163.com

【通讯作者】李 鑫

用量0.2mL/kg，注射速率4.0mL/s，获得增强后的T1-SPACE图像。安排2名经验5年以上的影像科医师采用双盲法阅片，分析颈动脉粥样硬化部位、形态、管腔狭窄程度、颅内动脉有无斑块等影像学表现，若2名医师意见出现分歧则通过协商解决，最终取得一致性结论。管腔狭窄由颈动脉粥样硬化最佳矢状面切面测得，参照北美症状性颈动脉内膜切除术试验(North American symptomatic carotid endarterectomy, NASCET)^[6]评估管腔狭窄，其中狭窄程度≥70%为重度狭窄，50%-69%为中度狭窄，<50%为轻度狭窄。(2)CTA检查：采用飞利浦256层 i C T 扫描仪进行扫描，参数设置：管电压140kV，管电流31mAs，层厚1.5mm，扫描范围500mm；经肘静脉注射碘佛醇(320mgI/mL，国药准字H20113430)造影剂，用量为0.8mL/kg，注射速率4.0mL/s。扫描完成后将图像上传至工作站进行重建，获取容积再现及多平面重组图像。安排2名经验5年以上的影像科医师采用双盲法分析图像，若2名医师意见出现分歧则通过协商解决，最终获得一致性结论。颈动脉粥样硬化的CTA诊断标准如下：(1)横轴位上，颈内动脉起始部或颈总动脉末端出现管腔内薄层隔膜样充盈缺损；(2)矢状位或斜矢状位上，沿颈动脉球部后侧壁或后壁突向腔内的膜状充盈缺损。同时具备上述2项影像学表现即可确诊为颈动脉粥样硬化^[7]。(3)颈动脉超声检查：采用Philips EPIQ 7C彩色多普勒超声诊断仪，配备2-7MHz超声探头，患者取仰卧位，垫高颈部使前颈部充分暴露，在二维超声模式下扫查双侧颈总动脉、颈内动脉和颈外动脉，扫查时头部向对侧扭转，纵切面扫描长轴，然后从上到下扫查横断面，观察颈总动脉窦部、分叉处和颈内动脉起始段，记录超声信号特征。颈动脉粥样硬化的超声特征为颈动脉壁凸向管腔内偏强回声内膜样结构，周围伴有或不伴有动脉粥样硬化斑块。

1.3 观察指标 (1)将CTA检查结果作为“金标准”，分析颈动脉超声和3D CE-MRA诊断颈动脉粥样硬化的准确性。(2)分析3D CE-MRA诊断颈动脉粥样硬化患者血管狭窄程度与CTA检查结果的一致性。

1.4 统计学方法 采用SPSS25.0软件分析数据，计量资料均接受夏皮罗-威尔克正态性检验，服从正态分布以($\bar{x} \pm s$)表示；计数资料以n(%)表示，比较采用 χ^2 检验；采用Kappa检验一致性，Kappa为0.0~0.20为一致性极低，0.21~0.40为一致性一般，0.41~0.60为一致性中等，0.61~0.80表示一致性较高，0.81~1表示几乎完全一致；以P<0.05为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 CTA检查结果 根据CTA检查结果显示，110例疑似颈动脉粥样硬化患者中，确诊颈动脉粥样硬化94例，其中管腔轻度狭窄46例，中度狭窄28例，重度狭窄20例。

2.2 3D CE-MRA与颈动脉超声检查结果 3D CE-MRA诊断颈动脉粥样硬化的敏感度和准确度高于颈动脉超声，差异有统计学意义(P<0.05)；3D CE-MRA与颈动脉超声诊断颈动脉粥样硬化的特异度比较，差异无统计学意义(P>0.05)。见表1-2。

表1 3D CE-MRA、颈动脉超声诊断颈动脉粥样硬化的效能(例)				
诊断方法	3D CE-MRA	CTA		合计
		颈动脉粥样硬化	非颈动脉粥样硬化	
3D CE-MRA	颈动脉粥样硬化	90	6	96
	非颈动脉粥样硬化	4	10	14
	合计	94	16	110
颈动脉超声	颈动脉粥样硬化	82	8	100
	非颈动脉粥样硬化	12	8	20
	合计	94	16	110

表2 3D CE-MRA与颈动脉超声对颈动脉粥样硬化的诊断效能比较(%)			
诊断方式	敏感度	特异度	准确度
3D CE-MRA	95.74(90/94)	62.50(10/16)	91.92(100/110)
颈动脉超声	87.23(82/94)	50.00(8/16)	81.82(90/110)
χ^2	4.372	0.508	3.860
P	0.036	0.476	0.049

2.3 3D CE-MRA与CTA诊断颈动脉粥样硬化患者血管狭窄程度结果比较 经Kappa一致性检验，3D CE-MRA诊断颈动脉粥样硬化患者血管狭窄程度与CTA检查结果的一致性高(Kappa=0.782，P<0.001)。见表3。

表3 3D CE-MRA与CTA诊断颈动脉粥样硬化患者血管狭窄程度结果比较(例)				
3D CE-MRA	CTA			合计
	轻度狭窄	中度狭窄	重度狭窄	
轻度狭窄	40	2	1	43
中度狭窄	4	23	1	28
重度狭窄	2	3	18	23
合计	46	28	20	94

2.4 颈动脉粥样硬化的影像学表现(见图1-6)

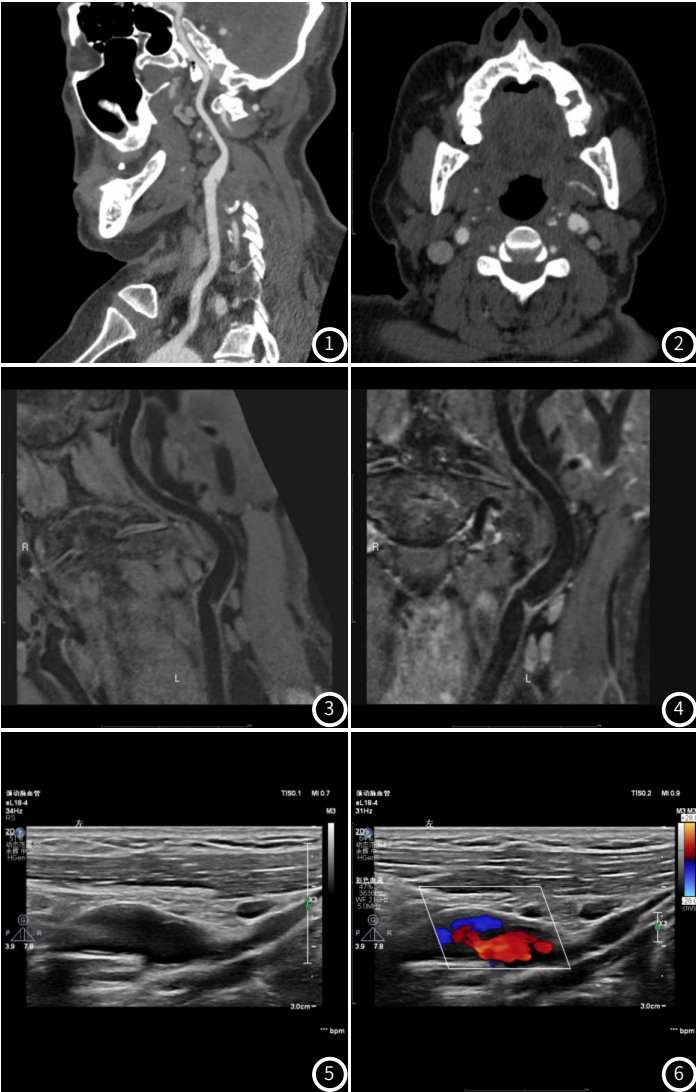


图1 颈动脉粥样硬化CTA矢状位图像，颈动脉球部可见薄层样凸起；
图2 CTA横轴位图像，颈动脉粥样硬化将管腔分隔开；
图3 3D-SPACE T1WI矢状位平扫，颈动脉球部管腔内见薄层样等信号凸起。
图4 3D-SPACE T1WI矢状位增强，颈动脉球部管腔内见薄层样略高信号凸起。
图5 颈动脉球部超声，纵切面见短片膜状回声，与临近壁内膜相连。
图6 颈动脉球部超声，纵切面膜状回声周围血流信号显示。

3 讨 论

颈动脉粥样硬化又称颈动脉内膜型纤维肌发育不良，是颈内动脉少见的血管病变，该病发病率低，容易被临床误诊为颈动脉夹层、颈动脉粥样硬化等疾病^[8]。目前，CTA是颈动脉粥样硬化首选的无创检查方式，具有成像清晰、采集时间短、价格低廉等优势，可在短时间内获得详细的血管形态信息。但CTA无法提供血流动力学相关

信息,存在一定局限^[9-10]。因此,仍需采用其他更为准确的方法诊断颈动脉粥样硬化。不同于传统成像,3D CE-MRA不仅能显示管腔,还能对管壁进行成像,清晰显示颈动脉的管壁特征,近年来已成为研究热点。研究显示,3D CE-MRA能检测出血管壁及动脉粥样硬化斑块情况,为动脉夹层、血管炎、动脉瘤等疾病提供鉴别诊断^[11-12]。但3D CE-MRA在颈动脉粥样硬化的诊断应用方面鲜有报道。

本研究对疑似颈动脉粥样硬化患者行3D CE-MRA检查,并将3D CE-MRA检查结果与颈动脉超声和CTA检查结果进行对比,发现3D CE-MRA诊断颈动脉粥样硬化具有良好的敏感度和准确度,且其诊断颈动脉粥样硬化患者血管狭窄程度与CTA检查结果具有较高的一致性。这是因为3D CE-MRA有效结合了黑血技术和亮血技术,其中黑血技术在扫描过程中可提高图像信噪比,获得更加清晰的影像;亮血技术能显示血管全貌,初步判定血管狭窄程度,并为黑血序列提供定位标志;黑血技术和亮血技术的结合能够直观反映颈动脉管壁的结构特征,评估颈动脉病变情况及狭窄程度^[13]。同时,3D CE-MRA还拥有强大的后期处理技术,如半自动和全自动的多平面处理、黑血和亮血图像融合等,这些技术有利于临床评估颈动脉粥样硬化厚度,测量管腔狭窄程度。SPACE序列是3D CE-MRA技术中最常使用的序列,该序列采用非选择性回聚脉冲和可变翻转角,能克服T2衰减的影响,避免长回波链带来的模糊效应,有利于提高图像信噪比,更为清晰地显示颈动脉的管壁特征,突出血管病变,为临床确诊颈动脉粥样硬化提供依据^[14]。余德君等^[15]回顾性研究采用3D-SPACE血管成像技术评估大脑中动脉斑块特征,发现该技术对血管狭窄程度、斑块负荷及斑块强化程度均具有较高的评估价值,且能够预测大脑中动脉狭窄患者脑梗死的发生。而本研究表明,3D CE-MRA扫描过程中应用SPACE技术对颈动脉粥样硬化患者血管狭窄程度也具有较好的评估价值,但本研究未进一步分析3D CE-MRA对颈动脉粥样硬化患者缺血性脑卒中的预测价值,今后需深入研究加以完善。

郑晗佩等^[16]研究指出,突出管腔、等信号管壁增厚、瓣膜征、对比剂瘀滞等均为3D CE-MRA诊断颈动脉粥样硬化的典型影像学特征,可为颈动脉粥样硬化的诊断提供证据。其中突出管腔是指颈动脉粥样硬化凸向管腔,呈翘起、突出形态,而颈动脉粥样硬化斑块多平滑完整,呈偏心性或新月形态,因此该征象可作为3D CE-MRA鉴别颈动脉粥样硬化斑块和颈动脉粥样硬化的重要依据^[17]。等信号管壁增厚是行3D-SPACE T₁WI序列扫描时,管壁可呈现均匀等信号增厚,且管壁信号内无脂肪、血脂、出血等信号特征。瓣膜征是指颈动脉粥样硬化附着于血管内、外侧壁,行轴位/冠状位扫描可观察到类似瓣膜的结构^[18]。对比剂瘀滞则是行增强扫描后,可见颈动脉后方的血管腔内有云雾状对比剂瘀滞影,该征象的出现往往提示对比剂流动缓慢,在假腔内瘀滞^[19]。3D CE-MRA通过上述影像学征象,可清晰观察颈动脉血管壁病变情况,从而为临床诊断颈动脉粥样硬化提供可靠依据。但本研究仍有不足之处,如颈动脉粥样硬化的发病率较低,因此本研究收集到样本例数较少,未来还有待扩大样本量作进一步分析;且本研究未分析3D CE-MRA对颈动脉粥样硬化患者缺血性脑卒中发生的评估价值,未来仍需深入研究进行完善。

综上所述,3D CE-MRA技术诊断颈动脉粥样硬化具有良好的准确性,且其在判断颈动脉粥样硬化患者血管狭窄程度方面具有重要价值,能够为临床诊断及治疗提供科学的影像学依据。

参考文献

- [1] Guglielmi V, Compagne KCJ, Sarrami AH, et al. MR CLEAN trial and MR CLEAN Registry Investigators. Assessment of recurrent stroke risk in patients with a carotid web[J]. JAMA Neurol, 2021, 78(7): 826-833.
- [2] Oseho EM, Nogueira RG, Koneru S, et al. Carotid web: an under-recognized and misdiagnosed ischemic stroke etiology[J]. J Neurointerv Surg, 2022, 14(2): 138-142.
- [3] 于洋, 郑书刚, 王宝震, 等. 头颈CT血管成像对颈动脉粥样硬化评估的可重复性研究[J]. 实用放射学杂志, 2020, 36(3): 385-387.
- [4] Zhu X, Qiu H, Hui FK, et al. Practical value of three-dimensional high resolution magnetic resonance Vessel Wall imaging in identifying suspicious intracranial vertebrobasilar dissecting aneurysms[J]. BMC Neurol, 2020, 20(1): 199.
- [5] 法特合·阿扎提, 罕迪尔别克·库提, 王云玲, 等. 高分辨率血管壁成像在椎动脉粥样硬化斑块及血管壁改变中与急性脑梗死的关系研究[J]. 临床放射学杂志, 2022, 41(7): 1207-1212.
- [6] Arous EJ, Judelson DR, Agrawal A, et al. Computed tomography angiography-derived area stenosis calculations overestimate degree of carotid stenosis compared with North American symptomatic carotid endarterectomy trial-derived diameter stenosis calculations[J]. J Vasc Surg, 2021, 74(2): 579-585.
- [7] 宁彬, 张东, 于腾飞, 等. 颈动脉粥样硬化的影像学特征与病理对照研究[J]. 中华超声影像学杂志, 2020, 29(1): 37-42.
- [8] Sharashidze V, Nogueira RG, Al-Bayati AR, et al. Carotid web phenotype is uncommonly associated with classic fibromuscular dysplasia: a retrospective observational study[J]. Stroke, 2022, 53(2): e33-e36.
- [9] 王明慧, 张竹青, 赵晗, 等. 41例颈动脉粥样硬化患者的影像学及临床特征[J]. 中国卒中杂志, 2020, 15(3): 257-262.
- [10] Zhu C, Li Z, Ju Y, et al. Detection of carotid webs by CT angiography, high-resolution MRI, and ultrasound[J]. J Neuroimaging, 2021, 31(1): 71-75.
- [11] Shimoyama T, Uchino K, Calabrese LH, et al. Serial vessel wall enhancement pattern on high-resolution vessel wall magnetic resonance imaging and clinical implications in patients with central nervous system vasculitis[J]. Clin Exp Rheumatol, 2022, 40(4): 811-818.
- [12] 冯芹, 白岩, 王梦珂, 等. 高分辨磁共振血管壁成像在不同时期颅内动脉粥样硬化评估中的应用[J]. 磁共振成像, 2021, 12(2): 6-9, 14.
- [13] 李文玲, 马丽, 王志涛, 等. 高分辨率MRI评价颈动脉血管重构与脑血管事件的关系[J]. 中国医学影像学杂志, 2021, 29(5): 444-448.
- [14] Calloni SF, Perrotta M, Roveri L, et al. The role of CE-MRA of the supraortic vessels in the detection of associated intracranial pathology[J]. Neurol Sci, 2021, 42(12): 5131-5137.
- [15] 余德君, 吴艳秋, 张宇阳, 等. 高分辨率MRI三维可变翻转角快速自旋回波成像技术在评估大脑中动脉粥样硬化特征与脑梗死发生关系的研究[J]. 临床放射学杂志, 2020, 39(5): 870-874.
- [16] 郑晗佩, 李思睿, 李欢, 等. 颈动脉粥样硬化的高分辨率磁共振血管壁成像的影像分析[J]. 磁共振成像, 2020, 11(5): 343-347.
- [17] 王广文, 张文娟, 吴雪梅, 等. 颈动脉粥样硬化MRI影像特征及临床意义[J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2021, 19(4): 699-701.
- [18] 马克杰, 申晓平, 李俊, 等. 颈动脉粥样硬化的临床特点及显微外科治疗[J]. 中国脑血管病杂志, 2022, 19(11): 763-769.
- [19] 赵厚亮, 耿莉, 王文涛, 等. 存在颈动脉粥样硬化的缺血性脑卒中患者临床特点[J]. 介入影像学杂志, 2022, 19(5): 292-295.

(收稿日期: 2023-06-21)

(校对编辑:)