

3.0T MR 颈动脉成像技术

赵子周, 赵辉林, 曹烨, 戈欣, 路青, 许建荣

【摘要】 目的:探讨颈动脉“亮血”3D-TOF MRA 配合“黑血”血管壁 MR 成像技术对血管病变显示的能力。**方法:**采用颈动脉专用表面线圈,对 31 例疑有颈动脉病变的脑卒中患者行 MR 多序列(“亮血”3D-TOF、“黑血”T₁WI、T₂WI)检查,并进行颈动脉狭窄程度和病变分类,比较“亮血”序列和“黑血”序列检测的阳性率。**结果:**31 例受检者均完成检查。3D-TOF MRA 发现血管腔显示正常 4 例(斑块阳性率 50%),轻度狭窄 10 例(斑块阳性率 60%),中度狭窄 8 例(斑块阳性率 75%),重度狭窄 5 例(斑块阳性率 100%)。**结论:**采用颈动脉专用线圈,选用颈动脉“亮血”3D-TOF MRA 配合“黑血”血管壁扫描序列能有效的显示颈动脉血管壁的斑块和狭窄程度。

【关键词】 颈动脉; 磁共振成像; 血管造影术

【中图分类号】 R445.2; R543.4 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2011)07-0785-03

Techniques of MR carotid angiography with a Philips 3.0T scanner ZHAO Zi-zhou, ZHAO Hui-lin, CAO Ye, et al. Department of Radiology, Renji Hospital, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200127, P. R. China

【Abstract】 Objective: To evaluate the capability of “bright blood” and “black blood” imaging with a 3.0T MR scanner in the screening of the carotid atherosclerotic lesions. **Methods:** A phased array coil dedicated to carotid artery was used in 31 stroke patients with suspected arteriosclerosis. Multiple sequences including “bright blood” 3D time of flight (TOF), “black blood” T₁WI, T₂WI sequences were applied. The degree of carotid artery stenosis and the various lesions were classified. The positive rate of “bright blood” and “black blood” sequences in detecting lesions were compared. **Results:** All of the 31 patients had the examination completed. With 3D-TOF, there were normal arterial lumen (n=8), mild stenosis (n=10), moderate stenosis (n=8) and severe stenosis (n=5) detected, the positive rate was 50%, 60%, 75%, 100%, respectively. **Conclusion:** With a surface coil dedicated for carotid artery, “bright blood” 3D-TOF sequence together with “black blood” sequence for demonstrating vascular wall were capable effectively in displaying the atherosclerotic plaque and degree of stenosis of carotid artery.

【Key words】 Carotid arteries; Magnetic resonance imaging; Angiography

目前,无创伤性的颈动脉血管病变的 MRI 检查方法主要是 2D 或 3D-TOF MRA 技术,可以清晰显示管腔的狭窄程度,但不能显示管壁情况。近年来血管壁 MRI 成像技术,如“黑血”序列的应用开始凸显其独特的优势^[1,2],本研究旨在探讨颈动脉“亮血”MRA 配合“黑血”血管壁成像技术对血管病变的显示能力。

材料与方法

搜集 2009 年 8~12 月本院神经内科 31 例脑卒中住院患者的病例资料,平均年龄 64 岁,男 27 例,女 4 例,在发病 1 周内行高分辨力 MRI 颈动脉检查。

使用 Philips Achieva 3.0T 超导磁共振扫描仪,最大梯度场强 80 mT/m,最大梯度切换率 200 mT/(m·s)。将颈部相控阵表面线圈固定于患者下颌及头颈部,先行 3D-TOF 扫描(TR 20 ms, TE 5 ms),MIP 法重组 MRA 图像以获得颈动脉分叉的准确位置,在颈动脉

分叉层面上下 2 cm 的范围内行横轴面 T₁WI(TR 800 ms, TE 10 ms)、T₂WI(TR 3000 ms, TE 50 ms)扫描,总扫描时间为 40 min。

将 T₁WI、T₂WI 每帧图像的质量分为 5 级。Ⅰ级:颈动脉管腔和血管外界不清,并有明显的运动伪影;Ⅱ级:颈动脉管壁可见,但管壁结构或管腔和血管外界轮廓不清,信号噪声比低,有较明显的运动伪影;Ⅲ级:颈动脉管壁结构可辨别,管腔和血管外界轮廓局部欠清晰,伴少量运动伪影;Ⅳ级:颈动脉管壁结构、管腔和血管外界轮廓较清晰,少量运动伪影;Ⅴ级:颈动脉管壁结构、管腔和血管外界轮廓清晰,极少或无运动伪影。图像质量≥Ⅱ级可以满足临床诊断要求。

血管狭窄程度按北美症状性颈内动脉内膜切除协作研究组(NASCET)标准,其计算公式(1)是:

$$\text{狭窄率} = \frac{\text{狭窄远端正常直径} - \text{狭窄段最窄直径}}{\text{狭窄远端正常直径}} \times 100\% \quad (1)$$

在 MRA 图像上将血管狭窄程度分为 4 级:正常(<10%)、轻度(10%~29%)、中度(30%~69%)、重度(>70%)。在黑血图像上将管壁病变分为正常管壁、管壁增厚和斑块形成三类。由一位有经验的放射科医师对图像质量进行评分,对血管狭窄程度进行分

作者单位: 200127 上海,上海交通大学医学院附属仁济医院放射科

作者简介: 赵子周(1984-),男,上海人,技师,主要从事心血管 MRI 及 DSA 技术工作。

通讯作者: 许建荣, Email: xujianr@online.sh.cn

基金项目: 上海交通大学医学院重点学科项目资助;上海市重点学科建设项目资助(S30203)

级,并对管壁病变程度进行分类。

结 果

31 例受检者完成检查,3 例图像质量小于Ⅱ级, T₁WI 和 T₂WI 图像质量平均得分分别为 4.03 和 3.83 分(图 1)。

在 TOF 图像上显示为狭窄程度正常的管腔,在 50%的黑血序列上可显示管壁偏心性增厚(图 2);在 TOF 图像上显示为轻度狭窄的管腔,60%在黑血序列则显示有斑块形成(图 3)。TOF 图像显示重度狭窄者,黑血序列图像上均见管腔内斑块形成(图 4)。颈动脉“亮血”与“黑血”成像结果阳性率比较见表 1。

表 1 颈动脉“亮血”与“黑血”成像结果阳性率比较

管腔狭窄程度	例数	黑血序列(%)		
		正常管壁	管壁增厚	斑块形成
正常	8	4(50)	4(50)	4(50)
轻度狭窄	10	2(20)	8(80)	6(60)
中度狭窄	8	1(12)	7(88)	6(75)
重度狭窄	5	0(0)	5(100)	5(100)

讨 论

本研究对 31 例怀疑有颈动脉斑块的患者同时进行“亮血”3D-TOF MRA 及高分辨“黑血”MRI 检查,

结果发现 MRA 显示管腔无狭窄或轻度狭窄病例,但管壁已存在早期动脉粥样硬化病变,这些被 MRA 筛查遗漏的病例其实存在临床进行早期干预的需要。

本研究应用多种脉冲序列包括“黑血”T₁WI、T₂WI 和“亮血”3D-TOF 用于颈动脉血管成像,在临床应用中证实对进展期的动脉粥样硬化病变具有准确定位及初步分型的能力^[3,4],并且对病变定量的可重复性良好^[5]。3D-TOF“亮血”技术最大的优点是 TR、TE 值小,采集时间短。“黑血”技术是使用脉冲序列抑制血流信号,常选用双翻转恢复(double inversion recovery,DIR)序列。DIR 序列对血流信号的抑制作用比较好,对病变的定量测定比较准确。“黑血”序列的主要缺点是采集时间长。

“亮血”3D-TOF MRA 可以无创伤性的显示血流,但是显示的是斑块形成后的血流改变。由于血管壁外界的代偿性扩张,即使粥样硬化斑块的容积有较大增加,管腔的截面积仍可以长时间保持不变^[6]。除非这种变化已经积累到相当程度,否则单纯测量狭窄程度有时不能检出动脉粥样硬化性病变。因此,在了解颈动脉狭窄程度的同时,更应该关注血管壁及粥样硬化斑块形态学及其成分的变化^[7]。高分辨“黑血”MRI 弥补了常规“亮血”技术对血管壁及斑块显示的

不足,可从生物形态和组织成分两方面对颈动脉粥样斑块进行细致分析,以满足临床对颈动脉粥样硬化斑块稳定性判断的需求^[8]。

想要获得优质的图像还需要注意摆位要准确,由于表面线圈较小,摆放时尽量贴近体表,因图像质量与颈动脉离线圈的距离关系密切,并尽量将颈动脉分叉处摆放于扫描野中心的部位,同时将人体的正中矢状线与扫描野的矢状线一致,嘱咐患者尽量保持不动并减少吞咽动作。颈动脉血管壁磁共振成像最大的挑战是运动伪影的干扰(呼吸、频繁的吞咽动作等),部分年老及病情较重的脑卒中患者耐受性较差,40 min 的扫描时间仍相对较长,有待进一步优化序列和缩短扫描时间。对于走行迂曲的血管,在横轴面图像上因部分容积效应易被误判为增厚的内膜及斑块病变,需结合 3D-TOF 图像和 MIP 法重组的

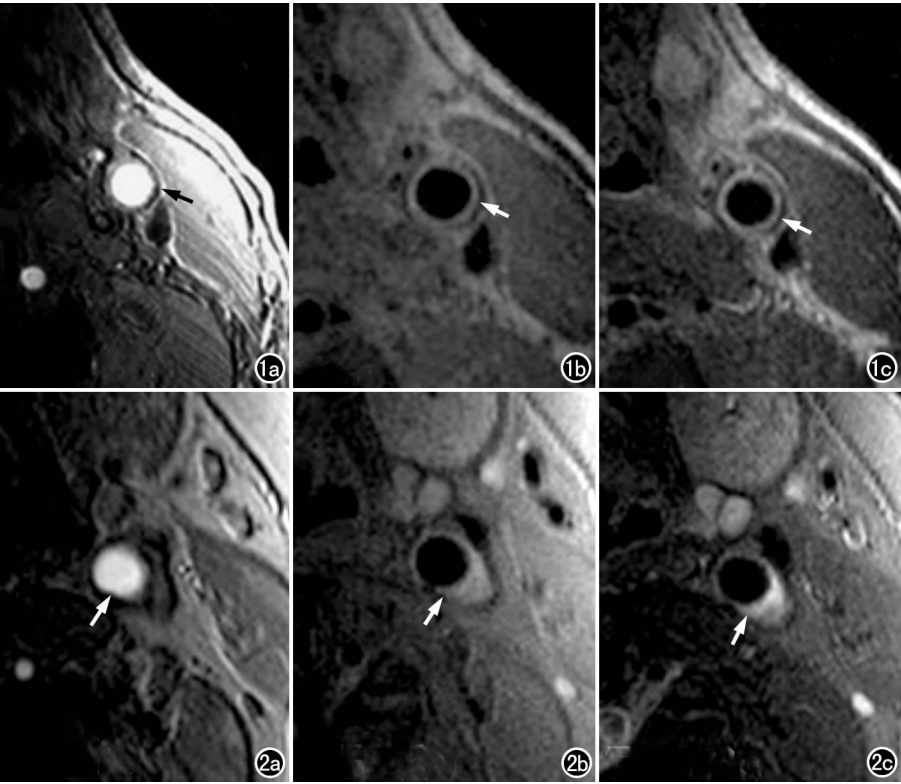


图 1 MRI 各序列图像示正常颈动脉管腔及管壁结构(箭)。a) 横轴面 TOF; b) “黑血”T₁WI; c) T₂WI。 图 2 颈动脉斑块形成。a) 横轴面 TOF 示颈动脉管腔无明显狭窄(箭); b) “黑血”T₁WI 示颈动脉管壁偏心性增厚(箭); c) T₂WI 示颈动脉管壁偏心性增厚(箭)。

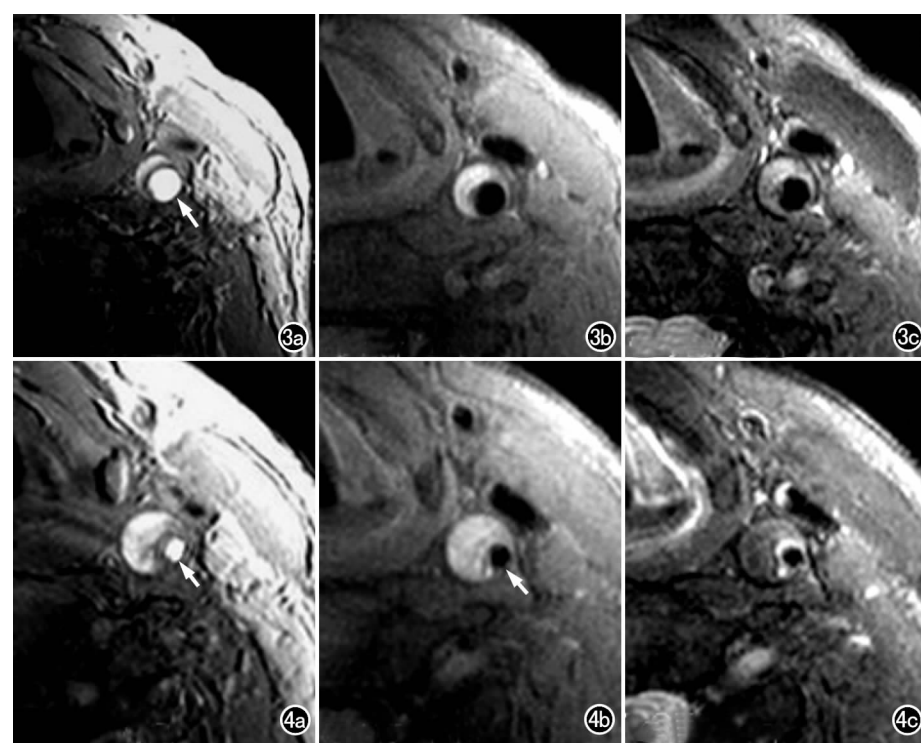


图 3 颈动脉狭窄合并斑块形成。a) 横轴面 TOF 示颈动脉管腔轻度狭窄(箭); b) “黑血” T_1 WI 示颈动脉内新月形斑块形成致管腔中度狭窄; c) T_2 WI 示颈动脉内斑块形成。图 4 颈动脉狭窄合并斑块形成。a) 横轴面 TOF 示颈动脉管腔重度狭窄(箭); b) “黑血” T_1 WI 示颈动脉壁显著斑块形成呈高信号,管腔重度狭窄(箭); c) T_2 WI 示管壁斑块呈稍低信号,管腔重度狭窄。

MRA 图像进行对比。假设颈总动脉、分叉部和颈内动脉这 3 个部位的病变类型相互独立,但实际上部分斑块可同时累及多个部位,增加扫描范围、连续动态观察以及 MPR 图像重组有助于了解斑块的整体情况。

高分辨多序列 MRI 在颈动脉斑块形态、组织成分以及判断斑块稳定性上已显示出明显优势^[7-9],但是存在一些影响图像的质量因素,包括随机的患者运动、肥胖患者颈动脉较深,表面线圈获得的图像信号较弱、流动抑制不完全及颈动脉的搏动等。所以,需要开发新的脉冲序列,优化扫描程序,以缩短扫描时间,并且提高扫描过程中的舒适度、减少患者运动,使颈动脉高分辨 MRI 扫描更好地应务于临床。能同时提供管腔狭窄性和管壁斑块信息的检查技术将是颈动脉 MRI 发展的必然趋势。

超高场强磁共振设备的运用为更细微地显示血管壁结构提供了可能,3.0T MR 仪比 1.5T 具有更高信噪比^[10],高梯度场和高切换率不仅缩短回波间隙、加快信号采集速度,缩短了图像的采集时间,同时更高的空间分辨力也保证了图像质量。此外,采用颈部相控阵表面线圈,可以清晰显示血管壁结构和复杂斑块内的不同成分^[11]。

参考文献:

- [1] Cai JM, Hatsukami TS, Ferguson MS, et al. Classification of human carotid atherosclerotic lesions with in vivo multicontrast magnetic resonance imaging[J]. *Circulation*, 2002, 106 (11): 1368-1373.
- [2] Yuan C, Miller ZE, Cai JM, et al. Carotid atherosclerotic wall imaging by MRI[J]. *Neuroimag Clin N Am*, 2002, 12(3):391-401.
- [3] 赵辉林, 许建荣. 运用 3.0T 高分辨多序列技术对颈动脉斑块分型的研究[J]. *放射学实践*, 2007, 22 (7): 698-701.
- [4] 李树合, 周定标, 姜昕, 等. 高分辨 MRI 对颈动脉粥样硬化斑块成分显示的病理对照研究[J]. *中华神经外科杂志*, 2007, 23(7):514-516.
- [5] 蔡剑鸣, 高元桂, 蔡幼铨, 等. 高分辨 MRI 技术测量颈动脉粥样硬化血管壁面积的可重复性评价[J]. *第二军医大学学报*, 2003, 24(8):871-873.
- [6] Glagov S, Weisenberg E, Zarins CK, et al. Compensatory enlargement of human atherosclerotic coronary arteries [J]. *N Engl J Med*, 1987, 316 (22): 1371-1375.
- [7] Takaya N, Yuan C, Hatsukami TS, et al. Association between carotid plaque characteristics and subsequent ischemic cerebrovascular events: a prospective assessment with MRI-initial results[J]. *Stroke*, 2006, 37(3):818-823.
- [8] Norihide T, Chun Y, Baocheng C, et al. Presence of intraplaque hemorrhage stimulates progression of carotid atherosclerotic plaques: a high-resolution magnetic resonance imaging study[J]. *Circulation*, 2005, 111(21):2768-2775.
- [9] Yuan C, Zhang SX, Hatsukami TS, et al. Identification of fibrous cap rupture with magnetic resonance imaging is highly associated with recent transient ischemic attack or stroke[J]. *Circulation*, 2002, 105(2):181-185.
- [10] Yarnykh VL, Terashima M, Hayes CE, et al. Multicontrast black-blood MRI of carotid arteries: comparison between 1.5 and 3 tesla magnetic field strengths[J]. *J Magn Reson Imaging*, 2006, 23(5):691-698.
- [11] Honda M, Kitagawa N, Hayashi T, et al. High-resolution magnetic resonance imaging for detection of carotid plaques[J]. *Neurosurgery*, 2006, 58(2):338-346.

(收稿日期:2010-12-05 修回日期:2011-05-24)