

颈动脉粥样硬化斑块的 MR 成像

• 头颈部影像学 •

刘莉, 冯定义, 夏黎明, 邹明丽, 王承缘

【摘要】 目的: 探讨 MR 成像技术在颈动脉粥样硬化斑块检测中的应用, 及其对斑块内成份进行定性分析的可能性。方法: 采用 3D-TOF、Double-IR (DIR) T₁WI、T₂WI、PDWI 序列对 11 位高度疑诊颈动脉粥样硬化的患者及 9 位健康志愿者进行颈动脉成像。部分患者行彩超对照。结果: 11 例患者中 9 例可见明显颈动脉粥样硬化改变。TOF 上表现为管腔内高信号血流中见低信号充盈缺损。DIR T₁WI、T₂WI、PDWI 表现为管壁增厚, 斑块呈等、低均匀信号或等、低、高混杂信号。与多普勒彩超对比, MRI 对颈动脉粥样硬化的检出准确率较高。结论: MRI 对颈动脉粥样硬化可达到满意的诊断, 并提示 MRI 能分析斑块内成份, 分析斑块成份及性质为临床选择治疗方案及估计预后提供有力的帮助。

【关键词】 磁共振成像; 动脉粥样硬化; 颈动脉

【中图分类号】 R816.1 【文献标识码】 A 【文章编号】 1009-0313(2003) 07-0465-03

MR imaging of carotid atherosclerotic plaque LIU Li, FENG Ding-yi, XIA Li-ming, et al. Department of Radiology, Tongji Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, P. R. China

【Abstract】 **Objective:** To study the use of MR imaging in diagnosis of carotid arteriosclerosis, and to evaluate the feasibility of MR imaging in characterizing the morphology of individual atherosclerotic carotid plaques. **Methods:** Carotid arteries MR imaging was performed in 11 patients and 9 healthy volunteers. All examinations included four sequences: 3D-TOF, DIR-T₁WI, PDWI and T₂WI. **Results:** Of 11 patients, 9 demonstrated changes of carotid arteriosclerosis. All plaques showed defects in the high intensity of vessel lumen on TOF sequence, and presented moderate, low and/or high intensity on DIR-T₁WI, PDWI and T₂WI. All healthy volunteers showed normal vessel. The accuracy of MRI was higher as compared with ultrasonography. **Conclusion:** MR imaging is a promising modality in diagnosis of carotid arteriosclerosis. It can be used to characterize the morphology of individual atherosclerotic carotid plaque, which maybe helpful for treatment planning and estimation of therapeutic efficacy and outcome of the patients.

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

卒中是人类最常见的威胁生命的神经系统疾病, 统计学表明 79% 的卒中与颈动脉粥样硬化有关^[1], 尤其是不稳定斑块脱落使卒中的风险大大提高。国外研究表明综合多种血管成像技术, MRI 可实现对斑块内成份的定性定量分析, 判断斑块稳定性, 为临床选择治疗方案、监测疗效及估计预后提供有力帮助。我国目前尚未见相关成熟报道。我院在 2002 年 11 月开展此项研究, 积累了一些经验。

材料与方法

搜集 2002 年 11 月~ 2003 年 4 月行颈动脉检查的患者 11 例。其中男 8 例, 女 3 例, 年龄 44~ 73 岁, 平均 60.5 岁, 患者主要症状包括长期高血压病史 9 例, 糖尿病史 2 例, 卒中史 9 例。健康志愿者 9 例, 男 7 例, 女 2 例, 年龄为 24~ 28 岁。所有患者均使用 GE Signa 1.5T 超导型 CV/i 磁共振仪, 软件版本 8.4, 7.62cm 表面线圈, 头先进仰卧位, 常规行轴位 3D-TOF (SPGR)、DIR T₁WI、FSE T₂WI、PDWI。扫描范围: 颈总动脉分叉水平上下各 2cm。扫描参数详见表 1。所有序列均使用了脂肪抑制技术, PDWI 和 T₂WI 中还使用了流动预饱和技术。

表 1 各序列扫描参数

	TE	TR	FA	ETL	层厚 (mm)	矩阵	视野 (cm)	NEX
3D-TOF	Minimum	45	25°		2.4	256×256	13	2
DIR-T ₁ WI	Min-full	2R-R		36	3.0	256×256	13	2
FSE-T ₂ WI	20ms	3R-R		8	3.0	256×256	13	2
FSE-PDWI	40ms	3R-R		8	3.0	256×256	13	2

结 果

由于我们所选的患者均为临床高度疑诊颈动脉粥样硬化者(脑 MRI 提示脑萎缩, 脑梗塞或颅内动脉粥样硬化), 故阳性率很高。11 例患者中有 9 例可见明显颈动脉粥样硬化改变。

5 例斑块发生在双侧颈总动脉分叉水平及颈内动脉起始处, 2 例见于右颈总动脉分叉水平及颈内动脉起始段, 另 2 例见于左侧。颈外动脉粥样硬化病变相对少见, 共发现 5 例, 双侧 1 例, 左右侧各 2 例。斑块厚度多在 2~ 3mm 范围内。所有斑块均见附着处管壁增厚, 伴局限性的新月形或半月形信号灶突入管腔。TOF 上表现为管腔内高信号血流中见低信号充盈缺损。DIR T₁WI、T₂WI、PDWI 见部分增厚的管壁信号可增高, 斑块呈等、低较均匀信号或等、低、高混杂信号, 其中高信号成份在 T₂WI、PDWI 上显示尤为明显(图 1~ 3)。9 例确诊患者中有 4 例另行彩超检查, 证实多发斑块的分布部位与 MRI 所示相符。

作者单位: 430030 武汉, 华中科技大学同济医学院附属同济医院放射科
作者简介: 刘莉(1977~), 女, 安徽淮北人, 硕士研究生, 主要从事医学影像诊断工作。

健康志愿者 9 例管壁厚薄均匀, 3D-TOF 像上管腔呈均匀亮高信号, 偶有血流伪影呈浅淡的边缘光滑的稍低信号, 而 DIR T₁WI、T₂WI、PDWI 上管壁管腔无异常。

比较 4 个序列, T₂WI 和 PDWI 对管壁及斑块形态、信号显示最佳, DIR T₁WI 对比度分辨率相对稍差, 但抑制血流的效果最好。而 TOF 序列管腔内充盈缺损的出现率较另 3 种序列附壁异常信号的出现率为高, 部分为血流伪影, 鉴别的关键是血流伪影与管壁间常有细线状的血流高信号存在, 且管壁无增厚, 而别的序列未见异常。故需综合 4 种序列分析。

讨 论

1. 颈动脉的解剖及其粥样硬化病理改变

颈总动脉分叉部一般位于甲状软骨水平。颈内动脉的颅外段没有分支, 但在血管的长度和曲度上则可有很大变异, 约 35% 的个体可出现波纹状、螺旋状走行或血管缠绕。颈动脉被证实是动脉粥样硬化最好发的部位之一, 由于血流动力学原因, 病变多位于颈总动脉分叉和颈内动脉起始处向上 2cm 以内。进展性动脉粥样硬化的标志纤维性斑块最早在 25~40 岁即可出现于颈动脉, 而在椎动脉和颈动脉颅内段出现较晚, 约 40~50 岁。

显微镜下中晚期斑块具有由大量胶原纤维和多层平滑肌细胞组成的纤维帽, 其下为数量不等的肌细胞和泡沫细胞, 底部为坏死崩解物、胆固醇结晶、钙盐沉积。通常认为当纤维帽很薄、不完整, 有溃疡或炎性细胞浸润, 坏死脂核较大或有斑块内血肿时, 病灶易发生碎裂。发生在冠脉主干、颈内动脉段等重要部位的此类斑块常危及生命, 主张及时采取外科手术或介入治疗, 如斑块吸除术, 内膜切除术或安放支架等。

2. 颈动脉粥样硬化的影像学检查和 MRI 的优越性

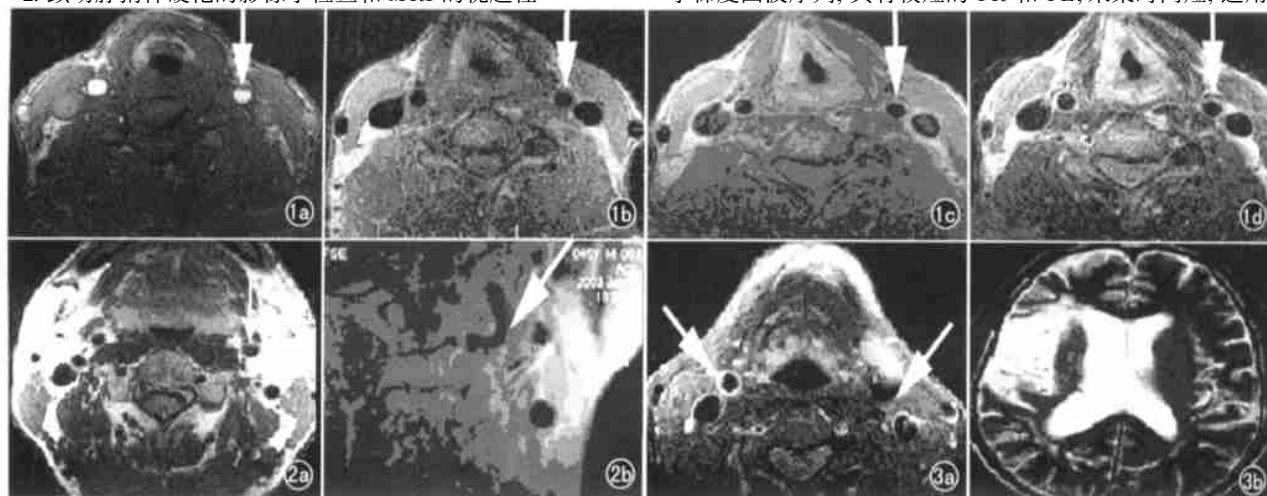


图 1 3D-TOF 原始像(a) 血管腔呈高信号, 左颈总动脉变形变窄有低信号充盈缺损, 管壁增厚(箭)。DIR-T₁WI(b)、PDWI(c)、T₂WI(d) 均见左颈总动脉管壁增厚, 有新月形附壁斑块突向管腔, 呈较均匀的等、低信号(箭), PDWI 与 T₂WI 显示较好。

图 2 a) 患者左侧颈外动脉似见新月形附壁斑块(箭), 在通过斑块的部位行平行于管壁的斜矢位的 DIR-T₁WI 成像; b) 血管走行迂曲(箭), 表明“斑块”为迂曲管壁的部分容积效应。图 3 a) 患者右侧颈总动脉管壁增厚, 管壁及附壁斑块信号明显增高(箭), 左侧颈总动脉分叉处管壁增厚斑块呈均匀等低信号(箭); b) 右侧颈内动脉供血区发生脑梗死。

颈内动脉颅外段可以通过超声及 CT 来检查, 传统的超声检查不能识别斑块内成份性质。多排螺旋 CT 对钙化很敏感, 对脂核及纤维成份的识别尚欠佳, 而近期研究认为后两者对斑块的稳定性影响更大。相对而言, MRI 对化学成份敏感, 综合多种序列图像分析常可达到对斑块内各成份的有效识别。2000 年 Hastukami^[2]在 1.5T 的 MRI 仪上用 3D-TOF 配合 DIR T₁WI、T₂WI、PDWI 体内检测颈动脉粥样硬化, 以术后病理切片作对照。结果表明对斑块内纤维帽区域的判断敏感性为 81%, 特异性 90%。对新鲜血肿或坏死脂核检出敏感性为 85%, 特异性 92%。充分说明了颈动脉粥样硬化 MRI 成像的优越性与可行性。

3. 颈动脉粥样硬化斑块的 MRI 检查技术

颈动脉粥样斑块结构细微, 高品质的线圈对成像至关重要。早期一些研究者使用自制的联合线圈, 尺寸为 6.4cm × 10.8cm, 目前已有专用线圈市售^[2]。为了使患者舒适及避免运动伪影还需一承托装置托住并固定患者头部。本科室目前尚未购进此种设备, 笔者试用了头线圈、头颈联合线圈、表面柔软线圈等, 发现 3inch 表面线圈成像质量相对而言最好。

所采用的 4 个序列包括了黑血技术和白血技术。黑血技术因为抑制了血流信号, 管壁与管腔的对比性增强, 同时在血流无信号的情况下更易调节 TE 以达到对斑块内成分组成的最大区别。但采集时间较长, 层面间的空间分辨率较低是它的不足之处。黑血常用的血流抑制技术包括在成像平面外顺血流方向外加预饱和射频带(本研究中的 T₂WI 和 PDWI), 和成像平面内两次反转恢复序列(TI 600~700ms)(本研究中的 DIR T₁WI)。相对于预饱和技术, 两次反转恢复序列受血流动力学的影响更小, 血流抑制效果与任何扫描平面兼容。白血技术属于梯度回波序列, 具有较短的 TR 和 TE, 采集时间短, 运用三维

数据采集可提高相邻层间的空间分辨率。血流信号高,在显示附壁斑块的早期钙化、纤维帽等低信号成分方面有优势^[3]。两种技术相配合提高了对颈动脉粥样硬化斑块检查的精确性。

在成像过程中,成像参数及成像选项的选择可影响图像质量,应予以重视。3D-TOF 中短的 TR 可使静息组织的饱和效应与血管腔内的流入增强效应均增加,血流信号更亮;短的 TE 则减少了失相位引起的信号丢失和相关伪影。因此一般在参数允许范围内选择尽可能短的 TR 和 TE。翻转角增大可使饱和效应与 T₁效应增加,但成像时间延长,慢流的流入饱和效应亦增加,负面影响了血管成像,SPGR 通常使用 25°~30°的翻转角。

TOF 技术中存在着慢血流及平面内流动的流入饱和效应,影响了血管成像,应尽量消除。我们使用多切面技术通过将一个大的三维成像容积分成多个小的三维层块,减少了慢流和平面内流动的流入饱和,但每个层块间需有 25% 以上的重叠以平滑血管像。斜面射频脉冲也有同样的作用。对于因成像层面内的流动质子的相位弥散而产生的血流伪影,我们在层厚内和(或)频率编码方向加用流动补偿梯度以避免其干扰。

ZIP512 技术在不改变原矩阵的情况下通过 0 充填 K 空间外围得到 512×512 矩阵重建效果,使潜在的空间分辨率得以增加;而 ZIP×2 技术在不改变层厚的情况下通过两组层块相互嵌插,血管成像更为平滑。这两项技术使 3D-TOF 的血管重建像更臻完美。但血管重建像对管腔内的结构反映欠佳,原始轴位像则在这方面有优势。为了更好的显示管壁结构我们还加用了磁化传递技术,它通过施加一距水分子共振频率较远的射频脉冲,选择性激励胶原、蛋白聚糖等大分子池中的质子,增强了血管壁中细微结构的对比。

早期研究者认为 T₁WI 对脂肪信号敏感,故将工作集中在 T₁WI 和化学位移技术上。后来研究发现粥样斑块内的脂质主要成分是胆固醇和胆甾烯基酯而非甘油三酯,前两者 T₂较短,自此 T₂的诊断价值开始受到重视^[4]。为了产生最佳 T₂对比,要根据感兴趣区需鉴别的几种组织的 T₂来选择合适的 TE 值,同时要考虑磁场强度因素。多数研究表明 1.5T 的场强下 TE 定为 40ms 左右较合适,我们通过试验采纳了这一方案。

PDWI、T₂WI 均应用 FSE 序列扫描,信噪比(SNR)较高,对管壁的细微结构显示清楚。应用可变带宽适当调节接受频率带宽范围(使之变窄)可有效减少化学位移,进一步提高 SNR。

常规 DIR T₁WI 序列使用心电门控作为触发方式,操作复杂。由于颈动脉内血流动力学相对简单,使用外周门控亦能取得较好的抑制血流及搏动伪影的效果。DIR T₁WI 序列中 ETL 的加长会增加边缘模糊度,提高脂肪信号,但由于软件版本的原因该序列在我们的机器上成像时间较长,需通过适当地增加 ETL 来减少扫描时间。在研究中我们最初使用的 ETL 为 8,发现成像时间长达 15min 以上,后将 ETL 增加至 36,成像时间可控制到 4min 以内,而图像信噪比下降不明显。

虽然轴位是显示斑块断面结构与信号改变的最佳选择,但 3D-TOF 的血管重建像和 DIR T₁WI 的斜矢位具有直观和任意角度观察的优势,可提供更全面的信息。例如有些患者颈动脉走行迂曲,轴扫时可能在血管腔中出现迂曲管壁的部分容积效

应,被误认为斑块,此时就需要进行鉴别。DIR T₁WI 的血流抑制效果与任何扫描平面兼容,因此最便捷的办法就是在该“斑块”区域行平行管壁的斜矢位的 DIR T₁WI。流空的迂曲血管清楚显示管腔内无异常信号,从而避免了误诊(图 5、6)。

4. MRI 颈动脉粥样硬化的临床价值

MRI 是一种安全无创的检查手段,重复性好,可比性高。MR 颈动脉粥样硬化成像应用于临床可为目前普遍使用的药物降脂治疗提供一客观评价其疗效的方法;通过对斑块部位、大小、形态、性质的显示预测脑血管意外发生的风险,指导医生选择治疗方案,实施手术,实现早期诊断和个体化治疗。

5. 本研究的不足

MRI 最突出的优势在于可对斑块内成分定性定量分析。但由于我们使用的 3inch 表面线圈并非专用的颈部血管线圈,采集信号能力欠佳,在一定程度上降低了对斑块内成分信号分析的可靠性。且我院目前尚未开展动脉内膜切除术,不能根据病理结果进行对照及改进,影响了这一优势的发挥。不过我们在研究中确实发现斑块内信号的差异有某种意义。例如我们发现 1 例患者右侧颈总动脉及颈内动脉起始段管壁增厚,在 PDWI、T₂WI 上见管壁及新月形斑块中有大片高信号。左侧颈总动脉分叉处亦见斑块但 PDWI、T₂WI 上信号明显较对侧为低且均匀。根据前人研究结果 T₂WI、PDWI 上高信号常提示为坏死脂核或新鲜血肿,而等、低信号则常提示为钙化或纤维帽,姑且推断为右侧斑块较左侧不稳定,脱落的风险大,而该患者恰好发生右侧半球颈内动脉分支供血区的脑梗塞(图 7、8)。在本研究中发现此类情况共 2 例,虽因例数较少,无手术病理证实而不具统计学意义,但提示了 MRI 判定斑块性质从而预测临床脑血管意外风险的可行性。

综上所述,在现有装备不充分的情况下,应用 3inch 表面线圈,综合 3D-TOF、DIR T₁WI、PDWI、T₂WI 4 种序列对颈动脉粥样硬化可达到较满意的诊断。相信在完备的硬件及软件支持下,可实现对斑块内成份的定性定量分析,判断斑块稳定性,为临床选择治疗方案、监测疗效及估计预后提供有力帮助。

参考文献:

- [1] Gorelick PB, Sacco RL, Smith DB, et al. Prevention of a first stroke: a review of guidelines and a multidisciplinary consensus statement from the National Stroke Association [J]. JAMR, 1999, 281(10): 1112-1120.
- [2] Thomas S, Hataikami, Russell Ross, et al. Visualization of fibrous cap thickness and rupture in human atherosclerotic carotid plaque in vivo with high-resolution magnetic resonance imaging [J]. Circulation, 2000, 102(9): 959-964.
- [3] Chun Yuan, William S Kerwin, Marina S. Ferguson, et al. Contrast-enhanced high resolution MRI for atherosclerotic carotid artery tissue characterization [J]. J Magn Reson Imaging, 2002, 15(1): 62-67.
- [4] Martin AJ, Gotlib AI, Henkelman RM. High-resolution MR imaging of human arteries [J]. J Magn Reson Imaging, 1995, 5(1): 93-100.

(2003-06-04 收稿 2003-06-26 修回)