

## • 临床研究 •

## 老年血管疾病患者 3D DCE MRA 检查的临床应用

宋云龙 张挽时 曲英民 鲁晓燕 孟利民 毕永民 时惠平 方红 祝红线

**【摘要】** 目的 探讨应用 Tim 外周血管线圈、自动移床及无缝连接技术行动态增强磁共振三维血管成像(3D DCE MRA)的特点,并研究其在老年血管疾病中的临床应用价值。方法 共 78 例疑血管疾病的老年患者行 3D DCE MRA,包括颈动脉 19 例,胸、腹主动脉 14 例,肺动脉 8 例,肾动脉 11 例,双下肢动脉 21 例,全身动脉 5 例。采用 1.5T 磁共振机, Tim 外周血管线圈,自动移床及无缝连接技术,行 3D DCE MRA 检查(3D-FLASH 自减影序列);通过双筒高压注射器经肘正中静脉注射对比剂 Gd-DTPA,浓度 0.5mmol/ml,总量 30ml,流量 2.5~3.0ml/s;扫描延迟时间 70 例采用 Test-bolus 法,8 例采用 Care-bolus 法;对靶血管作最大信号强度投影(MIP)后处理重建。其中 21 例经数字减影动脉血管造影(IADSA)或(和)手术证实;图像质量采用优、良、差三级评价。结果 78 例 3D DCE MRA 图像质量优良者 74 例,占 94.9%。21 例经手术、IADSA 证实的 3D DCE MRA 的敏感性、特异性和准确性分别为 93.3%、83.3% 和 90.5%;假阳性及假阴性各 1 例,病变程度低估 2 例。3D DCE MRA 结果与 IADSA 或(和)手术符合率为 83.7%,其中主动脉及其主要分支病变符合率为 100.0%,但较细分支病变符合率为 81.8%。结论 Tim 线圈、自动移床及无缝连接技术 3D DCE MRA 是适合老年血管疾病诊断的一种无创或微创性血管显像技术,正确掌握延迟时间是 3D DCE MRA 成功的关键,对主动脉及其主要分支病变的诊断有较高的可靠性,但对动脉较细分支的分辨率尚待进一步提高。

**【关键词】** 磁共振血管造影术;三维成像;图像增强

## The clinical application of three-dimensional dynamic contrast enhanced MR angiography in old patients with vascular diseases

SONG Yunlong, ZHANG Wanshi, QU Yingmin, et al

CT &amp; MRI Department, Air Force General Hospital, Beijing 100037, China

**【Abstract】** Objectives To study the technique of 3D dynamic contrast enhanced MR angiography (3D DCE MRA) with total image matrix (Tim) coil, automatic bed-setting and seamless composing methods, and to evaluate its clinical application in old patients with different vascular diseases. Methods 3D DCE MRA was performed using the techniques of Tim PA coil, automatic bed setting and seamless composing in 78 old patients who were suspected to have vascular diseases. The group included 19 cases of carotid arteries, 14 thoracic and abdominal arteries, 8 pulmonary arteries, 11 renal arteries, 21 lower-leg arteries and 5 whole body arteries. New 1.5T MRI (3D-FLASH automatic subtraction sequence, TR 2-4ms, TE 1-2ms, slice thickness 1.5-2.0mm) was used. Gd-DTPA (0.5mmol/ml, total volume: 30ml, flow rate: 2.5-3.0ml/s) was injected by automatic injector through elbow vein. The delay time was determined by Test-bolus method in 70 cases or Care-bolus method in 8 cases. 3D MIP reconstruction was used in the post processing. Of the total patients, 21 were proved by IADSA and/or surgery. The quality was evaluated in three grades: excellent, good and bad image. Results Seventy-four (94.9%) cases were classified as excellent and 78 cases as good image quality in this series. The sensitivity, specificity and accuracy of 3D DCE MRA in the group of 21 cases proved by IADSA and/or surgery were 93.3%, 83.3% and 90.5% respectively, and false positive in 1, false negative in 1 and underestimation in 2. The coincidence rate between the results of 3D DCE MRA and IADSA or/and surgery was 83.7% for the group of 21 patients and 100.0% for aorta and its main branches, but 81.8% for smaller vessels. Conclusions 3D DCE MRA with the techniques of Tim PA coil, automatic bed-setting

收稿日期:2006-01-23

作者单位:100036 北京市,空军总医院 CT&amp;MR 室(宋云龙、张挽时、鲁晓燕、孟利民、毕永民、时惠平、方红、祝红线);265700 龙口市,山东省龙口市卫生检疫站(曲英民)

作者简介:宋云龙,男,1964年3月生,黑龙江省齐齐哈尔市人,医学博士,主任医师,科主任。Tel:010-66928711, E-mail:ylsong@163.net

and seamless composing is minimal or non-invasive method showing different vascular diseases of old patients. The key point for successful performance of 3D DCE MRA is correctly handling the delay time. It has very high reliability in evaluating the lesions of aorta and its main branches. However, the diagnostic evaluation of the smaller branch lesions should be further improved.

**【Key words】** magnetic resonance angiography; three-dimensional image; image enhancement

老年血管疾病多发,并常累及多器官、多血管。传统血管造影是其诊断的金标准,但有创、造影剂过敏是其缺点。3D DCE MRA (3D dynamic contrast enhanced MR angiography, 三维增强 MR 血管造影) 是新近发展起来的一种磁共振血管成像技术<sup>[1,2]</sup>。空军总医院自 2005 年 3 月引进新型 MR 机,采用 Tim(Total image matrix)线圈、自动移床技术及无缝连接法,对 78 例可疑血管病变的老年患者行 3D DCE MRA 检查,现报告如下。

### 1 资料与方法

1.1 一般资料 自 2005 年 3 月至 2006 年 1 月间共 78 例可疑血管病变的老年患者行 3D DCE MRA 检查,其中男 48 例,女 30 例,年龄 65~84 岁,平均 72.3 岁。检查部位包括颈动脉 19 例,胸、腹主动脉 14 例,肺动脉 8 例,肾动脉 11 例,双下肢动脉 21 例,全身血管 5 例。血管正常和异常者分别为 17 例和 61 例。其中 21 例经数字减影动脉血管造影(IADSA)或(和)手术进一步证实。

1.2 检查方法 (1)仪器设备:采用 Siemens 公司 1.5T Avanto 型全身磁共振扫描机(梯度场:45mT/m,切

换率:200mT/(m·s),应用 Tim 头、颈、体联合一体化线圈(包括头、颈部固定线圈,体部柔性线圈,腰椎线圈),分段采集从颈动脉至足背动脉的图像数据。(2)造影增强:通过磁共振专用双筒高压注射器(Medrad)经肘正中静脉注射对比剂(Gd-DTPA,德国先灵有限公司),浓度 0.5mmol/ml,总量 30ml,流量 2.5~3.0ml/s,另一筒待对比剂注射完毕后注射生理盐水 20ml,流量同前。胸、腹主动脉及肺动脉用屏气法扫描。采集原始资料后经最大信号强度投影(MIP)技术三维重建。(3)扫描技术参数:各部位扫描参数见表 1。(4)延迟时间:扫描延迟时间采用造影剂团注试验(Test-bolus)和造影剂追踪技术(Care-bolus)两种方法。78 例中 70 例采用 Test-bolus 法,8 例 Care-bolus 法。

1.3 质量评价 3D DCE MRA 图像质量采用优、良、差 3 级自定的方法评价,优:靶动脉显示佳,无或较少与静脉重叠,符合诊断要求;良:靶动脉显示尚可,部分与静脉重叠,不影响诊断分析;差:靶动脉显示差或未显示,大部分或完全与静脉重叠,不符合诊断要求。本组病例由 2 位高级职称医师采用双盲法评价,计算 3D DCE MRA 诊断的敏感性、特异性和准确性。

表 1 各段靶血管 3D FLASH 序列参数

靶血管	TR/ TE(ms)	扫描野(mm)	翻转角(°)	扫描层数	矩阵
颈血管	3.52/1.18	378×284	30	88	384×307
胸腹血管	2.53/1.03	390×390	15	128	384×246
全身血管(无缝连接成像)					
头颈部	2.67×1.07	500×375	25	80	512×307
胸腹盆部	2.47/1.07	500×375	20	64	512×307
大腿部	3.46/1.21	500×375	25	80	512×307
小腿及足部	3.46/1.21	500×375	25	80	512×307
靶血管	K 空间中心填充时间(s)	层厚(mm)	采集时间(s)	体素(mm)	
颈血管	0.5	0.9	16	1.0×0.8×0.9	
胸腹血管	6.7	1.0	18	1.6×1.0×1.0	
全身血管(无缝连接成像)					
头颈部	0.5	1.5	15	1.6×1.0×1.5	
胸腹盆部	5.7	1.5	15	1.6×1.0×1.5	
大腿部	5.8	1.5	15	1.6×1.0×1.5	
小腿及足部	0.5	1.5	26	1.6×1.0×1.5	

## 2 结果

**2.1 图像质量** 本组 78 例 3D DCE MRA 图像质量分析,17 例正常组中图像质量优良者 16 例,优良率 94.1%,61 例病变组中差者 3 例,优良率 95.1%,两组总优良率为 94.9%。其中 4 例图像质量差者,分析原因分别为:(1)延迟时间不准确;(2)减影前、后靶器官运动造成错位;(3)动静脉短路造成静脉污染,其中前者为主要原因(2 例,50%)。

**2.2 病变分布** 共 61 例血管病变,包括颈动脉狭窄 18 例(图 1),胸主动脉或腹主动脉瘤 3 例(图 2),假性动脉瘤 3 例(图 3),大动脉炎 2 例(图 4),主动脉夹层 5 例,肺动脉栓塞 2 例,肾动脉狭窄 9 例,双下肢动脉狭窄 19 例(图 5)。

**2.3 准确性** 21 例 3D DCE MRA 与 IADSA 或(和)手术结果对照,符合率分别为胸腹主动脉 100.0%(3/3 例),髂动脉 100.0%(7/7 例),颈动脉 83.3%(5/6 例),双下肢动脉 80.0%(4/5 例),总符合率为 85.7%,主动脉及其主要支(胸腹主动脉、髂动脉)病变符合率为 100.0%,但较细分支(颈动脉、双下肢动脉)病变符合率为 81.8%。假阴性 1 例,正常组中假阳性 1 例,误诊率 6.6%,假阴性率 2.8%;病变程度低估 2 例;其敏感性、特异性和准确性分别为 93.3%、83.3% 和 90.5%。

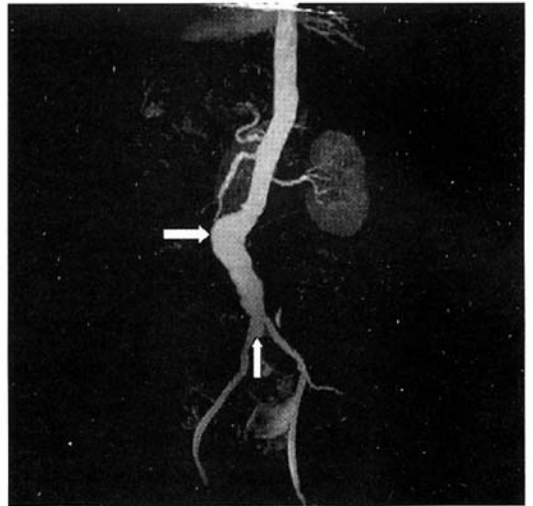


图 2 腹主动脉 3D DCE MRA

自肾动脉开口以远 2.5cm 至髂动脉分叉处腹主动脉高度扩张(直箭头),累及右侧髂动脉近段(上箭头),为腹主动脉瘤,行动脉支架治疗

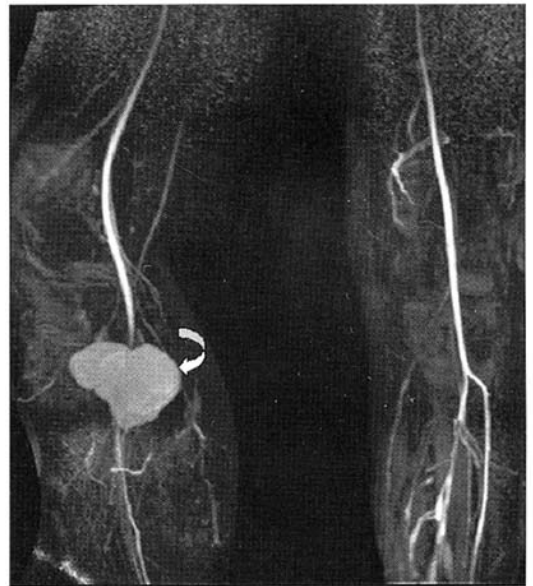


图 3 下肢动脉 3D DCE MRA

右侧髂动脉下方巨大囊状造影剂充填(弧形箭头),有小腿穿刺活检史,手术证实为假性动脉瘤

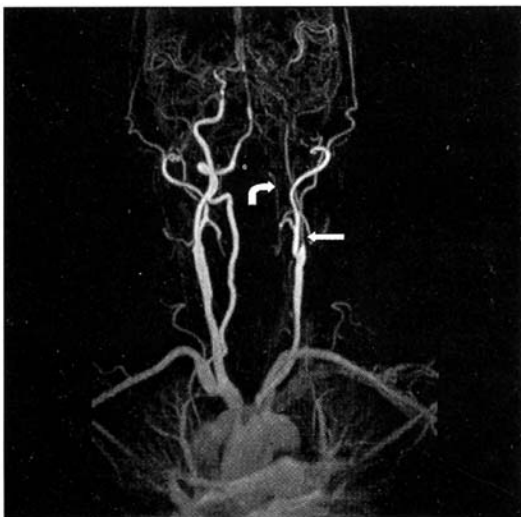


图 1 颈动脉 3D DCE MRA

左侧颈内动脉自起始部至颅内长段弥漫性狭窄(直箭头),约 75%,左侧椎动脉几乎不显影(弯箭头),为动脉肌纤维发育不良

## 3 讨论

**3.1 3D DCE MRA 原理及影像学比较** (1)原理:近年来磁共振技术的快速发展使 CE-MRA 在血管检查中显示出巨大潜力。3D DCE MRA 是从静脉团注



图4 腹主动脉+下肢动脉 3D DCE MRA

自肾动脉开口下方 2.0cm 至髂动脉分叉处腹主动脉长段弥漫性狭窄(直箭头),临床诊断为大动脉炎



图5 下肢动脉 3D DCE MRA

70岁患者,糖尿病病史15年。3D DCE MRA 示两侧胫前(弧形箭头)、胫后(虚尾箭头)及腓动脉(直箭头)自起始段狭窄约95%

顺磁性对比剂(Gd-DTPA),缩短 T1 时间,使之短于周围组织甚至脂肪的 T1 时间,当目标血管的对比剂浓度达到峰值时用 3D FLASH 序列采集血流信号,经 MIP 重建,可得到轮廓清晰的高信号血管图像,尚可从任一角度观察,无需空间预饱和技术,从而克服了非增强 MRA 的不足,尤其适合于较大范围体部血管成像<sup>[3]</sup>。(2)与其他影像学比较:传统 X 线血管造影或 DSA 是血管病变诊断的金标准,但由于其放射线辐射、有损伤、碘剂过敏等缺点,

使其临床应用受限<sup>[4]</sup>。与之相比,3D DCE MRA 具有明显优势:无 X 线辐射;无需动脉插管,损伤小,属微创技术;对比剂无肾毒性;图像后处理性能优越;操作相对简单等。非增强 MRA 是利用流动增强[时间飞跃(TOF)法]和相位改变效应(PC法),使血流(血管)和静止组织产生对比而成像<sup>[5]</sup>。因其成像与血流方向和流速密切相关,使其应用受到较大限制,如对非垂直于扫描层面的血管或扭曲的血管、局部狭窄或扩张的血管,其扫描层面内的饱和效应以及湍流或涡流所致血液中质子群的相位失散导致信号丢失,常出现假阳性或病变程度高估现象等。3D DCE MRA 克服了时间飞跃(TOF)法的许多局限如采集时间长,对层面内血流信号不敏感等缺点<sup>[6]</sup>,图像质量明显提高。

3.2 3D DCE MRA 的技术要点 (1)延迟时间:扫描延迟时间的准确判定是选择性 3D DCE MRA 成功的关键所在<sup>[7]</sup>。70 例 Test-bolus 法:肘静脉建立静脉通道,注射造影剂并以 Flash 序列连续单层扫描,1 幅/s,共 30~80 幅,横断位或冠状位采集,测量靶血管的造影剂到达时间,以信号强度曲线(mean curve)确定造影剂到达感兴趣区的峰值时间。完成中心 K 空间数据,扫描延迟时间确定为团注造影剂后峰值时间(time to center)-1s。8 例 Care-bolus 法:以靶血管的冠状位为定位像,使用高压注射器以 2ml/s 团注 15ml Gd-DTPA,同时行快速实时 2D 梯度回波序列自动触发检测造影剂到达感兴趣区血管,当造影剂到达后,立即转换至 CE-MRA 序列,开始 K 空间采集<sup>[8,9]</sup>。本组 70 例 Test-bolus 法,66 例(94.3%)成功,8 例 Care-bolus 法,5 例(62.5%)成功,前者成功率明显高于后者,说明 Test-bolus 法较易掌握,成功率较高,便于普及,广为使用。(2)Tim 线圈、自动移床及无缝连接技术:Tim 头、颈、体联合一体化线圈(包括头、颈部固定线圈,体部柔性线圈,腰椎线圈),将头、颈、体、下肢全部包括在扫描野内,实现了真正意义上的线圈无缝组合,是一种全新设计,可 205cm 无缝全身解剖覆盖,并获得高分辨率图像和高信噪比。1.5T Avanto MR 采用 76 个无缝矩阵线圈,通过 32 个射频通道,组合成创建全景成像矩阵,只需一次线圈摆放,无需病人重新定位和配置线圈,实现从头到脚、从前到后、从一侧到另一侧并行无限采集。此方法尤其适用于老年患者,减少检查时间,增加图像分辨率,一次性完成多部位器官血管病变的检查。此技术的发明使原本不能在一个野中所见的血管结构可

同时在一幅图像上显现,即所谓血管全景图<sup>[10]</sup>;自动移床是程序自动控制检查床的进出,消除了人工移床时可能产生的错位、移动现象;无缝连接是图像在后处理过程中,使用 composing 软件,无需手工操作,将多段图像自动拼接成整体图像,可以获得连续完整的血管全景图像,有利于作出系统整体的诊断<sup>[11,12]</sup>。此外,由于血管走行及狭窄程度不同,仅依靠前后位 MIP 图像不足以明确诊断,必须对原始图像资料进行 3D MIP 重建,以不同间隔旋转不同角度,获得靶血管多角度三维血管图像。

综上所述,3D DCE MRA 是一种无创或微创性血管显像技术,尤其适用于老年患者多发血管病变的检查及诊断。采用 Tim 线圈、自动移床及无缝连接技术使血管全景显示成为可能。正确掌握延迟时间是 3D DCE MRA 成功的关键。评价主动脉及其主要分支病变有较高的可靠性,但对动脉较细分支的分辨率尚待进一步提高。此技术有望在不久的将来部分取代普通血管造影和 DSA,广泛应用于老年人血管病变的检查。

#### 参 考 文 献

- Huston J, Lewis BD, Wiebers DO, et al. Carotid artery: prospective blinded comparison of two dimensional time of flight MR angiography with conventional angiography and duplex US. *Radiology*, 1993, 186: 33-41.
- Rolf J, Claudia F, Evelyn W, et al. Contrast-enhanced MR angiography of peripheral arteries including pedal vessels at 1.0 T: feasibility study with dedicated peripheral angiography coil. *Radiology*, 2005, 235: 319-326.
- Yucel EK, Kaufman JA, Geller SC, et al. Atherosclerotic occlusive disease of the lower extremity: prospective evaluation with two-dimensional time-of-flight MR angiography. *Radiology*, 1993, 187: 637-641.
- Kumar S, Roy S, Radhakrishnan S, et al. Three dimensional time of flight MR angiography of aorta and its major branches: a comparative study with contrast angiography. *Clin Radiol*, 1996, 51: 18-21.
- Steffens JC, Schafer FK, Oberscheid B, et al. Bolus-chasing contrast-enhanced 3D MRA of the lower extremity. Comparison with intraarterial DSA. *Acta Radiol*, 2003, 44: 185-192.
- De Cobelli F, Mellone R, Salvioni M, et al. Renal artery stenosis: value of screening with three dimensional phase contrast MR angiography with a phased array multicoll. *Radiology*, 1996, 201: 697-703.
- Loubeyre P, Trolliet P, Cahen R, et al. MR angiography of renal artery stenosis: value of the combination of three dimensional time of flight and three dimensional phase contrast MR angiography sequences. *Am J Roentgenol*, 1996, 167: 489-494.
- Chomel S, Douek P, Moulin P, et al. Contrast-enhanced MR angiography of the foot: anatomy and clinical application in patients with diabetes. *Am J Roentgenol*, 2004, 182: 1435-1442.
- Cloft HJ, Murphy KJ, Prince MR, et al. 3D gadolinium enhanced MR angiography of the carotid arteries. *J Magn Reson Imaging*, 1996, 14: 593-600.
- Bakker J, Beek FJ, Beutler JJ, et al. Renal artery stenosis and accessory renal arteries: accuracy of detection and visualization with gadolinium enhanced breath hold MR angiography. *Radiology*, 1998, 207: 497-504.
- Poon E, Yucel EK, Pagan-Marin H, et al. Iliac artery stenosis measurements: comparison of two dimensional time of flight and three dimensional dynamic gadolinium enhanced MR angiography. *Am J Roentgenol*, 1997, 169: 1139-1144.
- Krause U, Kroencke T, Spielhauer E, et al. Contrast-enhanced magnetic resonance angiography of the lower extremities: standard-dose vs. high-dose gadodiamide injection. *J Magn Reson Imag*, 2005, 21: 449-454.