

论 著

## 三维动态增强MRA与DSA诊断下肢动脉硬化闭塞症的对比研究

南京中医药大学第三附属医院放射科 (江苏 南京 210001)

程大文 高 玲 沈广澍  
王庭红 冯 克 仇 阳

**【摘要】目的** 评价三维动态增强MRA (3D CE-MRA) 诊断下肢动脉硬化闭塞症 (ASO) 的准确性及应用价值。**方法** 通过3D CE-MRA和DSA两种不同的影像学检查方法对ASO成像结果进行对比研究。**结果** 与DSA相比较, 3D CE-MRA评价ASO的符合率为90.5%; 诊断下肢动脉病变的灵敏度为98.17%, 特异度95.05%, 准确率96.67%, 阳性预测值95.54%, 阴性预测值97.96%。**结论** 对比研究结果表明: DSA仍是目前ASO诊断的“金标准”, 但其具有创伤性、风险较大且费用高, 不适宜作为下肢狭窄的首选诊断方法。3D CE-MRA对全下肢血管病变显示有独特优势, 具有无创、无辐射的特点, 可作为ASO的主要检测手段。

**【关键词】** 三维动态增强MRA; 数字减影血管造影; 下肢; 动脉硬化闭塞症

**【中图分类号】** R543.5; R445.2

**【文献标识码】** A

**DOI:** 10.3969/j.issn.1672-5131.2015.02.33

通讯作者: 程大文

## The Comparative Study of 3D CE-MRA with DSA in Lower Extremity Arteriosclerotic Obliterans

CHENG Da-wen, GAO Ling, SHEN Guang-shu, et al., Department of Radiology, Third Affiliated Hospital, Nanjing University of Chinese Medicine, Nanjing 210001, China

**[Abstract]** **Objective** Evaluated 3D dynamic contrast-enhanced magnetic resonance angiography (3D CE-MRA) diagnosis accuracy and application of arteriosclerotic obliterans (ASO) of the lower limbs. **Methods** Adopted by the 3D CE-MRA and DSA, the two different image diagnosis methods, the image results of ASO were comparatively studied. **Results** Compared with the results of DSA. Lower limb artery stenosis valuation of 3D CE-MR coincide rate was 90.5%. For lower limb artery lesions diagnostic, the sensitivity, specificity, accuracy, positive predictive value, and negative predictive value of 3D CE-MRA were 98.17%, 95.05%, 96.67%, 95.54%, and 97.96%, respectively. **Conclusion** The compared results show that: DSA lower limb artery stenosis diagnosis was "gold standard", but it was invasive, risk and cost. Not suitable for a Lower limb artery stenosis diagnostic first choice method. The 3D CE-MRA has unique advantages on exploring vascular lesions in lower limbs. It was also noninvasive, no radiation and simple that will become the main testing methods for ASO.

**[Key words]** 3D CE-MRA; DSA; Lower Limbs; Arteriosclerotic Obliterans

随着人口老龄化及人们生活方式的改变, 高血压及糖尿病的发生率逐年上升, 由此引起的下肢动脉硬化闭塞性病变 (arteriosclerotic obliterans, ASO) 越来越多。数字减影血管造影 (digital subtraction angiography, DSA) 是公认的诊断下肢动脉病变的“金标准”, 但由于其是有创检查且费用昂贵等原因而无法作为常规检查<sup>[1]</sup>。三维动态增强MR血管成像 (3D dynamic contrast-enhanced magnetic resonance angiography, 3D CE-MRA) 克服了传统MRA的不足, 图像质量及对血管分支的显示有明显提高, 几乎达到了与DSA同等水平<sup>[2]</sup>。本研究回顾性分析我院收治的35例ASO的3D CE-MRA及DSA检查结果, 以探讨3D CE-MRA诊断下肢动脉硬化闭塞症的应用价值。

### 1 资料与方法

**1.1 临床资料** 收集2010年10月~2013年10月间我院收治ASO患者35例; 男21例, 女14例; 年龄40~86岁, 平均72.8岁; 临床主要表现为患肢皮温减低、抽搐、疼痛、足部苍白或发绀13例, 间歇性跛行或静息痛10例, 足部溃疡7例, 伴有足趾干性坏疽5例。其中长期吸烟者13例, 伴有糖尿病21例, 伴有高血压25例。所有患者在3D CE-MRA后2周内行DSA检查。

#### 1.2 方法

**1.2.1 3D CE-MRA检查:** 采用GE Signa HDe 1.5T超导型MR扫描机。扫描参数: FOV: 46×41.4 EC: 1/1 TE=1.6 TR=4.9。对比剂: 钆喷酸葡胺 (GD-DTPA) 剂量30ml, 肘正中静脉注射。扫描序列M3D/TOF/FSPGRE/25 EC: 1/1 62.5KHZ 288×160/0.69NEX Body Coil by GE

正交线圈。扫描方法：患者仰卧位，足先进。双下肢垫高，使其与腹部在同一高度，固定患者。双上肢置于头上，光标定位在脐部，行常规定位扫描，然后启动M3D/TOF序列动态扫描；先行第一个动态平扫顺序为腹部、大腿、小腿所采集图像作为蒙片，后注射造影剂(GD-DTPA)30ml，先以速率1.5ml/s注射85%的造影剂后，再以速率0.5ml/s的速度注射剩余15%的造影剂，最后以0.5ml/s速率注射20ml生理盐水；第二个动态开始扫描时间为注射造影剂后18~22s，同样分三段由腹部连续追踪扫描至小腿；第三个动态为静脉期扫描，在动脉期扫描完毕后，由小腿连续追踪扫描至腹部。图像后处理：增强后所得图像分别与蒙片减影，采用MIP、MPR、VR进行重建图像，运用图像融合软件拼接3段靶血管图像，获得全下肢血管树图像全貌(图1)。

1.2.2 DSA检查方法：采用德国SIEMENS Artis Zee Ceiling平板DSA机，根据3D CE-MRA表现，采用改良seldinger技术，选择逆行或顺行股动脉穿刺入路，其中20例行逆行穿刺，15例顺行穿刺。逆行穿刺者先经导管鞘置入5F PIG导管至腰3椎体上缘平面，用高压注射器(Medrad Mark V Provis, 压力800 psi)以15ml/s注入碘海醇(300 mgI/ml)20ml，显示腹主动脉下段、双侧髂动脉，然后使用5F PIG或SIM I导管(COOK 公司)，选择性插入对侧股动脉，经导管(顺行穿刺者经导管鞘)以3ml/s注入15ml对比剂，注射压力300psi，采用下肢步进跟踪造影技术完整地显示下肢动脉全程及其分支。

1.2.3 图像评价方法：3D CE-MRA及DSA图像分别由2名影像

表1 下肢动脉狭窄分级的3D CE-MRA与DSA结果

3D CE-MRA分级	DSA分级					合计
	I	II	III	IV	V	
I	53					53
II	3	40	2			45
III		3	31	1		35
IV		2	3	33	2	40
V				4	33	37
合计	56	45	36	38	35	210

表2 下肢动脉病变的3D CE-MRA与DSA诊断结果

3D CE-MRA	DSA		合计
	有病变	无病变	
阳性	107	5	112
阴性	2	96	98
合计	109	101	210

科主治以上医师独立阅片，并达成共识。3D CE-MRA及DSA检查所显示的下肢动脉被划分为6个解剖段(髂动脉，股腘动脉、胫腓干、胫前动脉、胫后动脉、腓动脉)。根据国际通行的外周血管狭窄5级法对下肢动脉的狭窄程度进行分级：I级为无狭窄，II级为轻度狭窄(<50%)，III级为中度狭窄(50%~74%)，IV级为重度狭窄(75%~99%)，V级为闭塞<sup>[3]</sup>；狭窄程度=(狭窄部近心端正常血管直径-狭窄部血管直径)/狭窄部近心端正常血管直径×100%，动脉狭窄程度≥50%定义为血管病变<sup>[3]</sup>。

1.3 统计学处理 采用SPSS19.0统计软件，以DSA为金标准，计算3D CE-MRA诊断下肢动脉病变(血管狭窄程度≥50%)的灵敏度、特异度、准确率、阳性预测值及阴性预测值。

## 2 结果

本组35例中，按6个解剖段计算，共显示210段下肢动脉。DSA显示154段下肢动脉存在狭窄，

其中轻度狭窄45段，中度狭窄36段，重度狭窄38段，闭塞35段；56段动脉无狭窄；以DSA为金标准，对照解剖分段，3D CE-MRA结果与DSA符合190段，符合率90.5%(图2-5)。3D CE-MRA诊断无狭窄者53段，其中高估3段；157段动脉诊断血管狭窄；轻度狭窄40段，其中高估5段；中度狭窄31段，其中低估2段、高估3段；重度狭窄33段，其中低估1段、高估4段；闭塞33段，低估2段。对照DSA，3D CE-MRA总计低估5段，高估15段(表1)。

DSA检出血管病变(狭窄程度≥50%)109段，其中2段3D CE-MRA显示狭窄低于50%；3D CE-MRA显示112段，其中5段DSA显示狭窄程度低于50%。以DSA为金标准，3D CE-MRA对血管病变诊断结果出现假阴性2段，假阳性5段。根据四格表计算所得3D CE-MRA预测诊断血管病变的灵敏度为98.17%，特异度95.05%，准确率96.67%，阳性预测值95.54%，阴性预测值97.96%(表2)。

## 3 讨论

### 3.1 下肢动脉3D CE-MRA成像技术

3D CE-MRA血管成像技术中,应用合理扫描参数、扫描步骤、对比剂及多种图像重建技术,对获得清晰、准确的下肢血管图像至关重要。3D CE-MRA能够全程显示腹主动脉下段、髂股动脉、腘动脉及膝下动脉主干,以及其侧支循环的血管影像,对动脉狭窄的评价更客观,诊断的准确性更高。检查中应注意:①对比剂的使用方法:一般先以1.5ml/s注射20ml,再以0.5ml/s注射10ml,然后用0.5ml/s 20ml生理盐水冲管。②扫描时间的掌握:一种是透视触发法,实时观察对比剂到达一定部位后开始扫描;另一种是小剂量测试法,通过计算造影剂到达靶位置的峰值时间来确定扫描时间。前者依赖于操作者的经验和熟练程度,后者比较准确,但耗时;本组中就有3例因实时观察没有掌握好,导致血管影像显示欠佳。③扫描

参数的一致性:采用动态间断扫描,其扫描参数必须保持完全一致。④患者体位要求:将胸部、双下肢置于同一水平位置,尽量保持各段血管的中心位于同一高度,光标定位于脐部。⑤图像后处理方法:将所得图像与蒙片减影后,再用MIP任意方向的重建,运用图像融合软件拼接三段图像得到全下肢血管树图像,并可结合MPR和VR图像进行分析,以提高准确性。

### 3.2 3D CE-MRA 与DSA的比较

3D CE-MRA简便、安全、无创、无辐射,能任意角度旋转重建血管图像,使更多的侧支血管同时显示,其空间分辨率高,冠状面扫描视野大,适合于糖尿病易累及腹部至膝下动脉长段病变的检查,且检查费用较DSA低,技术成功率高,对比剂不良事件极少,肾毒性小<sup>[4]</sup>,3D CE-MRA还可以清楚显示血管周围组织的结构。传统MRA虽可以较清楚的显示头颈部

的血管,但缺点是成像时间长,易受呼吸、心搏运动的影响,成像血管有竹节样不连续改变,与成像平面平行行走的血管因血流激发射频饱和而信号降低导致误诊,特别是当下肢动脉严重狭窄,闭塞或血栓形成时,因血流中断或产生湍流、涡流,使血流中的质子群相位散失,导致血液信号丢失,常出现假阳性或病变高估现象,而3D CE-MRA不依赖流空效应,避免了湍流和涡流的影响<sup>[5]</sup>,也不受血流方向的影响,因此对于平行于扫描层面的血管、分叉处及扭曲的血管均能够清楚显示。

DSA是公认的评估下肢血管病变的金标准,通过选择性动脉造影可清晰地显示下肢动脉病变的位置、形态、血流状况及侧支血管等细节。但其也存在许多不足:①DSA为各项下肢动脉成像技术中最为复杂和昂贵的检查,对于穿刺入路的选择还需参考其他

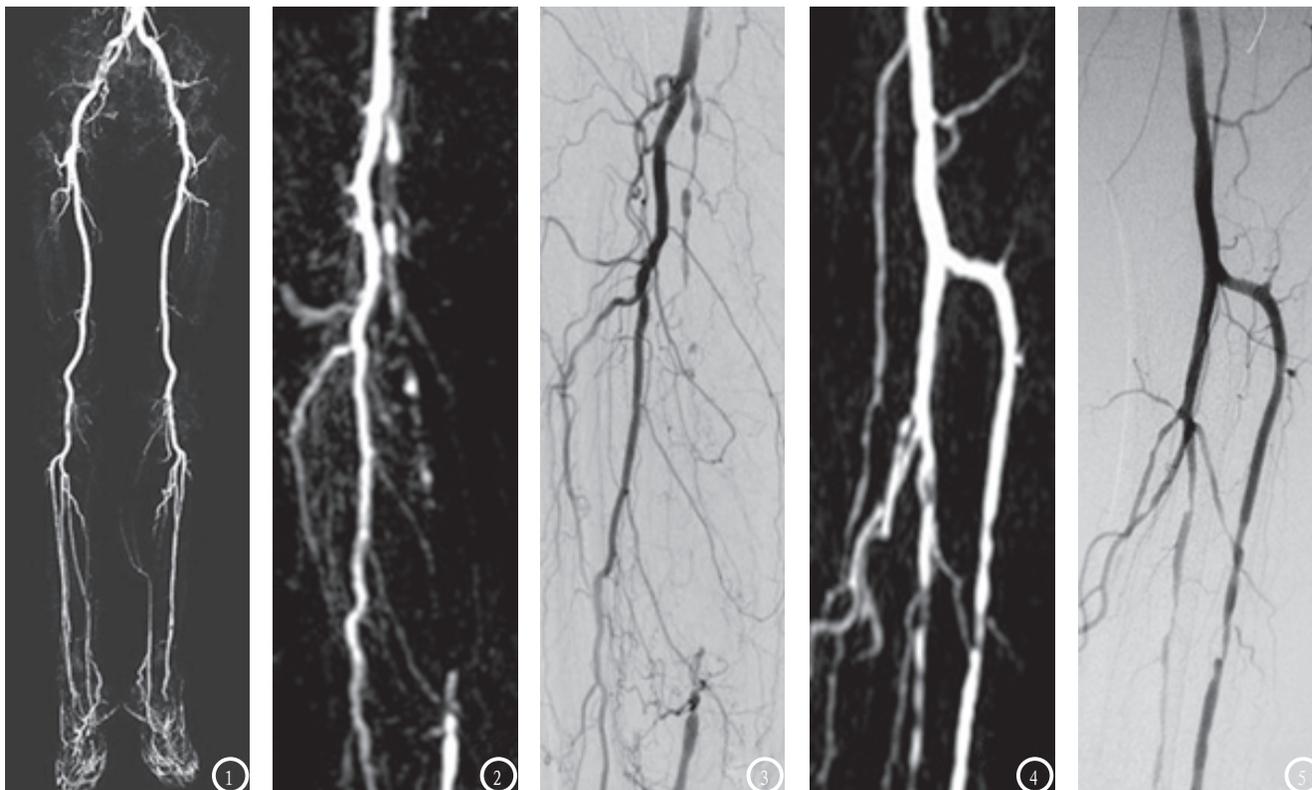


图1 3D CE-MRA重建后显示下肢血管树。图2 3D CE-MRA清晰显示股浅动脉长段闭塞;图3 显示同一患者DSA对照图像。图4 3D CE-MRA显示腘动脉轻度狭窄、胫前动脉及腓动脉多发中重度狭窄;图5 显示同一患者DSA对照图像。

血管成像手段；②DSA检查具有一定的创伤性和并发症的发生率，如穿刺部位血肿、斑块脱落、血管损伤等；③DSA检查过程中，手术者及患者均受到一定量的X线辐射；④术中需多次给予对比剂，有潜在对比剂不良反应的可能，尤其是对肾功能不全的患者；⑤DSA图像是二维成像，对部分偏心性狭窄难以准确的评估<sup>[6]</sup>；⑥DSA无法对动脉斑块的性质、血管腔周围的情况进行观察。因此DSA检查不能作为ASO常规的检查方法，可以在其他检查方法无法明确诊断或介入治疗时使用。

**3.3 3D CE-MRA 在ASO中的应用前景** Jurgen等对39例ASO患者行CTA检查并和DSA结果进行比较，CTA的特异性为97%、敏感性为96%<sup>[7]</sup>，因此有学者认为CTA应作为评估ASO的首选方法。本研究结果显示，对比DSA，3D CE-MRA敏感度为98.17%，特异度95.05%，准确率96.67%，说明3D CE-MRA对ASO的诊断与CTA及DSA同样准确，而CTA和DSA均有X线辐射、碘剂过敏及肾功能损害等多种危险因素，因此3D CE-MRA应成为评估ASO的主要筛查手段。

3D CE-MRA评估ASO的敏感性、特异性均较高，但存在假阳性及高估病变程度的现象。本组资料中5个节段狭窄被低估(2.38%)，15个节段狭窄被高估(7.14%)，显然3D CE-MRA更容易高估动脉狭窄，这可能是由于

3D CE-MRA不仅反映血管腔的形态改变，也同时反映了血管内血流的生理和病理特点。影响血流信号有诸多因素，血流速度较快或较慢的患者，扫描至感兴趣区段血管时，血管内对比剂不是高峰时间，充盈不足，而造成假阳性及高估狭窄程度<sup>[8]</sup>。

综上，虽然3D CE-MRA仍存在过分评估血管狭窄程度、无法识别动脉钙化、不能直接显示腔内硬化斑块等缺陷，但其具有同时显示全下肢血管病变、无创、无辐射的独特优势。随着磁共振场强、梯度硬件、脉冲序列、计算机性能上的发展和一系列快速成像技术的应用，3D CE-MRA对下肢动脉疾病的诊断优势将更突出<sup>[9]</sup>。

#### 参考文献

1. 何永胜, 潘少辉, 王粮钢, 等. 颈动脉狭窄三维对比增强MR血管成像与DSA的对照研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2010, 8(6): 15-18.
2. 牛磊, 朱蒙蒙, 王明皓, 等. 3D-CE MRA在糖尿病下肢动脉病变中的应用研究[J]. 医学影像学杂志, 2011, 21(9): 1419-1420.
3. 王翠艳, 赵斌, 王光斌, 等. 三维增强MR血管成像在周围型动脉闭塞症分级中的应用价值[J]. 中华放射学杂志, 2007, 41(6): 598-601.
4. Gustav A, Thomas P, Keistin G, et al. Peripheral Arteries in Diabetic Patients: Standerd Bolus-chase and Time-resolved MR Angigraphy[J].

- Radiology, 2007, 24(2): 610-620.
5. Ding X, Yang K, Zhu JM, et al. 3D-dimension contrast-enhanced digital subtraction MR angiography: A new way to diagnose vessel disease[J]. Journal of Practical Radiology, 2002, 18(2): 129-131.
6. Ota H, Takase K, Igarashi K, et al. MDCT compared with digital subtraction angiography for assessment of lower extremity arterial occlusive disease: importance of reviewing cross-section images[J]. AJR, 2004, 182: 201-209.
7. Jurgen K, Bernhard BA. Aortoiliac and lower extremity arteries assessed with 16-detector row CT angiography: prospective comparison with digital subtraction angiography[J]. Radiology, 2005, 236(4): 1083-1093.
8. Gustav A, Thomas P, Keistin G, et al. Peripheral Arteries in Diabetic Patients: Standerd Bolus-chase and Time-resolved MR Angigraphy[J]. Radiology, 2007, 24(2): 610-620.
9. 马岩, 陈传新, 程华才, 等. 单倍剂量对比剂结合快速成像技术在下肢动脉3D CE-MRA中的应用[J]. 中国CT和MRI杂志, 2014, 8(6): 101-104.

(本文编辑: 刘龙平)

【收稿日期】2014-12-23