

· 骨骼肌肉影像学 ·

三维增强磁共振血管成像在糖尿病足病外周动脉病变中的应用

孟利民, 张挽时, 宋云龙, 毕永民, 王东, 吴冰, 方红, 祝红线, 袁群

【摘要】 目的:探讨3D CE MRA在糖尿病足病外周动脉病变检查中的成像方法及应用价值。方法:对17例临床怀疑外周动脉病变的糖尿病足病患者,运用MR 3D FLASH自减影序列行CE MRA检查,检查范围自腹主动脉下段至足背动脉,对靶血管作最大强度投影(MIP)重组。另对其中4例小腿及足部动脉单独行二次增强扫描(Gd-DTPA 15ml, 2.5ml/s)。对外周动脉进行观察,分析其狭窄情况并分级。结果:所有患者显示目标动脉基本满意,血管解剖形态较清晰,病变显示较明确。正常或轻度狭窄169个节段,中度狭窄94个节段,重度狭窄45个节段,闭塞49个节段。结论:3D CE MRA在糖尿病足病外周动脉病变检查中具有重要意义,但尚有一定局限性。

【关键词】 磁共振成像; 成像,三维; 糖尿病足; 血管

【中图分类号】 R445.2; R587.1 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2006)03-0295-04

Three-Dimensional CE-MRA Study of Peripheral Arterial Disease in Diabetic Patients with Foot Problems MENG Li-min, ZHANG Wan-shi, SONG Yun-long, et al. Postgraduate College, the Fourth Military Medical University, Xi'an 710032, P. R. China

【Abstract】 Objective: To study the method and diagnostic value of 3D CE-MRA of peripheral arterial disease in diabetic patients with foot problems. **Methods:** Seventeen diabetic cases suspected of peripheral arterial disease underwent CE-MRA using 3D FLASH automatic subtraction sequence. CE MRA was performed with a FOV from the distal abdominal aorta to the dorsal artery of foot. Postprocessing techniques including 3D MIP reconstruction of the subtraction images and integration of the anteroposterior MIP images. Lower leg and pedal arteries of 4 in the 17 cases accepted additional enhancing re-scan (Gd-DTPA 15ml, 2.5ml/s). Peripheral artery tree was studied to assess stenosis grading. **Results:** In 17 cases, all target arteries were well demonstrated and the diagnosis was definite. In a total of 357 arterial segments, normal or mild stenosis were found in 169 segments, moderate stenosis in 94, severe stenosis in 45 and occlusion in 49 segments. **Conclusion:** 3D CE-MRA was a promising and valuable method for the examination of peripheral arterial disease in diabetic patients with foot problems, however, some limitations still existed.

【Key words】 Magnetic resonance imaging; Imaging, three-dimensional; Diabetic foot; Blood vessels

糖尿病足部病变(简称糖尿病足)是糖尿病最常见的严重并发症之一。周围血管病变是糖尿病足的重要发病原因,也是其预后的决定因素。明确糖尿病患者从腹主动脉下端至足部动脉血管损害的部位、范围及程度对于制定治疗方案具有重要意义^[1]。传统X线血管造影或DSA一直是血管病变诊断的金标准,但由于其放射线辐射、侵入性损伤、碘剂的使用及糖尿病患者的病变特点,使其在临床应用方面有一定局限性。在目前国外研究中,增强磁共振血管成像(contrast enhanced magnetic resonance angiography, CE MRA)对糖尿病外周血管病变的诊断价值得到充分肯定^[2-4],但国内报道较少。本文应用3D CE MRA对糖尿病足患者行外周动脉成像检查,取得较好效果,现报道如下。

材料与方 法

1. 临床资料

2005年2月至2005年5月对17例临床怀疑外周血管病变的糖尿病足患者行外周动脉3D CE MRA检查。男11例,女6例,年龄45~82岁,平均65岁;糖尿病史3~31年,平均19年;临床表现为足部溃疡、坏疽10例,下肢发凉5例,下肢静息痛14例。全部病例行下肢血管彩色多普勒超声检查,1例行下肢动脉CTA检查,均发现不同程度动脉狭窄或闭塞。

2. 检查方法

采用Siemens 1.5T Magnetom Avanto型全身磁共振扫描机(梯度场45 mT/m,切换率200 mT/m/s),联合使用TIM(Total image matrix)外周血管线圈(PA线圈)、体部线圈及脊柱线圈采集从腹主动脉下段至足背动脉的图像数据。对比剂为磁显葡胺(Gd-DTPA,先灵有限公司,德国),通过磁共振专用高压注射器经由肘前静脉注射。

作者单位:710032 陕西,西安第四军医大学研究生院2003级硕士队(孟利民);100036 北京,北京空军总医院CT&MR室(张挽时、宋云龙、毕永民、王东、吴冰、方红、祝红线);100036 北京,空军总医院糖尿病中心(袁群)

作者简介:孟利民(1977-),男,山西太谷人,硕士研究生,医师,主要从事心血管影像工作。

扫描前准备:患者仰卧位,建立肘前静脉对比剂注射通道,足先进,双手放置于躯干两侧,使用缚带及固定垫妥善固定患者。如患者伴静息痛,则在检查前约15 min 给予镇静止痛药。

平扫:靶血管分腹盆部、大腿部、小腿及足部三段扫描,首先以快速二维相位对比法获得腹盆部及大腿部靶血管的矢状面及冠状面的大致影像作为血管定位像。用三维小角度激发快速梯度回波序列(three dimensional fast low angle shot, 3D FLASH)冠状面分别采集三段靶血管图像作为后期减影的蒙片。扫描顺序为腹盆部、大腿部、小腿及足部。三段靶血管扫描通过两次自动进床完成,每次进床距离为420 mm。调整各段3D FLASH 序列参数,使其成像体素大小完全一致,具体成像参数见表1。

表1 各段靶血管3D FLASH 序列参数

参数	腹盆部	大腿部	小腿及足部
TR/ TE(ms)	2.47/1.07	3.46/1.21	3.46/1.21
扫描野(mm)	500×375	500×375	500×375
翻转角(°)	20	25	25
扫描层数	64	80	80
矩阵	512×307	512×307	512×307
K 空间中心填充时间(s)	5.7	5.8	0.5
层厚(mm)	1.5	1.5	1.5
采集时间(s)	15	15	26
体素(mm)	1.6×1.0×1.5	1.6×1.0×1.5	1.6×1.0×1.5

测量对比剂到达时间并计算采集延迟时间:首先以2.5 ml/s 的流率注入2 ml 对比剂,随后以相同流率注入20 ml 生理盐水,在注射对比剂的同时启动一2D 快速梯度回波序列,在腹盆部血管定位像上腹主动脉接近髂动脉分叉水平进行轴位单层动态扫描(1层/s),通过测定腹主动脉内信号强度变化曲线的峰值来确定对比剂的到达时间(图1),根据此到达时间计算3D FLASH 序列的启动延迟时间。计算公式为:

$$T = T_1 - T_2 + 2S$$

注:T 为采集延迟时间, T_1 为对比剂到达时间, T_2 为K 空间中心填充时间

增强扫描:启动高压注射器并同步计时,以2.5 ml/s 的流率注入28ml 对比剂,随后以相同流率注入20 ml 生理盐水,根据采集延迟时间启动3D FLASH 序列,以与平扫相同的程序采集图像并自动进行增强前后图像减影及前后位最大强度投影(maximum intensity projection, MIP) 图像重组。增强前后腹盆部图像采集均不屏气。

对4例小腿及足部动脉显示不理想(1例足部动脉显影欠佳;1例重度运动伪影;2例中度浅静脉重叠)

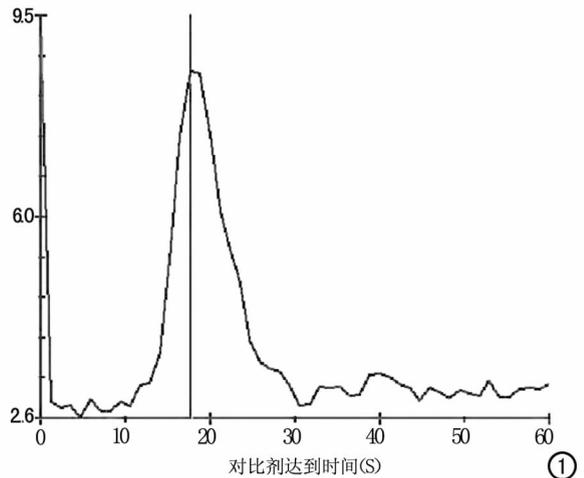


图1 团注试验获得腹主动脉下段时间-信号强度曲线图。

的患者行相应靶血管二次注药扫描,两次检查间隔时间为10 min。在腘动脉水平测得对比剂到达时间并计算采集延迟时间,单独采集小腿及足部靶血管增强前后图像,对比剂总量为15 ml,注药流率为2.5 ml/s。

3. 后处理

运用 composing 软件将各段靶血管前后位 MIP 图像进行拼接,获得自腹主动脉至足背动脉的全景图像。

对各段靶血管增强前后减影数据分别进行3D MIP 重组,并左右以15°间隔旋转180°,获得靶血管多角度3D 图像。

4. 影像学评价

CE MRA 图像由2名有经验的放射科医师从MIP 图像质量及动脉狭窄程度等级两方面进行双盲评价。

图像质量评价。依据三项评分标准对腹盆部、大腿部、小腿及足部三段靶血管 MIP 图像质量分别进行评价^[5]。①血管解剖显示:1级很好,2级好,3级满足临床需要,4级差;②运动伪影:1级无运动伪影,2级轻度运动伪影,仅见小斑片状皮下脂肪减影不全,3级中度运动伪影,大片状皮下脂肪减影不全,4级重度运动伪影,肌肉或骨骼减影不全;③静脉重叠:1级无,2级为轻度浅静脉重叠,局限于小腿下1/3及足部,3级为中度浅静脉重叠,到达小腿中、上1/3,4级为深静脉重叠)。三项标准中最差评分为该段靶血管图像质量最终评分。

动脉节段狭窄程度评价:每例患者的目标血管树分为21个节段——腹主动脉下段及双侧髂总、髂外、髂内、股、股深、腘、胫前、胫后、腓、足背动脉。在MIP 图像上动脉节段狭窄程度分为4级^[6,7]: I级(0%~

49%),血管轮廓大小正常或轻度不规则;Ⅱ级(50%~69%),血管中度变细或狭窄,但无节段性血流信号缺失;Ⅲ级(70%~99%),血管重度狭窄,狭窄段有局限性信号中断,其远侧仍有血流信号;Ⅳ级(100%),血管闭塞,其远端无血流信号。

结果

1. 图像质量

第1次增强扫描17例患者中9例(约53%)MIP图像血管显示清晰,无运动伪影,无静脉重叠(图2)。1例由于患者合并腹主动脉瘤,导致采集延迟时间计算偏早,双足动脉显影欠佳;8例大腿部轻至中度运动伪影(图3);1例小腿及足部重度运动伪影;6例小腿及足部浅静脉轻度重叠;2例小腿及足部浅静脉中度重叠。17例患者三段靶血管MIP图像质量平均得分分别如下:腹盆部为1.61;大腿部为2.38;小腿及足部为2.17。

第2次增强扫描4例患者小腿及足部靶血管显示清晰,1例轻度运动伪影,1例浅静脉轻度重叠,MIP图像质量平均得分为1.75。

2. 动脉节段狭窄程度

从表2可以看出,糖尿病足患者外周动脉病变以小腿及足部动脉受累最多且病变程度最重。

表2 17例患者357个动脉节段狭窄程度 (节段)

狭窄程度	腹盆部	大腿部	小腿及足部	合计
正常或轻度狭窄	83	44	42	169
中度狭窄	29	39	26	94
重度狭窄	5	11	29	45
闭塞	2	8	39	49
合计	119	102	136	357

讨论

1. 3D CE MRA 的临床应用优势

CE MRA克服了TOF法的采集时间长、对层面内血流信号不敏感等局限,与X线血管造影相比具有其独特优势:无X线辐射,无需动脉插管、损伤小,对比剂无肾毒性,图像后处理性能优越及操作相对简单等。

2. 3D CE MRA 检查的技术要点

扫描前准备:检查部位的运动会影响注射对比剂



图2 双侧股、腘动脉搭桥术后。a) 3D CE MRA示右侧人工血管与腘动脉桥接处、左侧人工血管全程及左足背动脉闭塞(箭); b) 双下肢动脉多发狭窄(箭)。图3 大腿部运动伪影。双侧大腿部皮下脂肪减影不全(箭),右胫前动脉及足背动脉闭塞(箭头)。

前后皮下脂肪甚至骨骼肌肉减影不全。要减少运动伪影,在检查前须向患者交代清楚检查时可能出现的情况;摆位时体位要舒适,特别是大腿部及足部;线圈固定要切实,合理使用沙袋或固定垫;提前建立对比剂静脉注射通道;如伴有静息痛,可使用止痛药。

确定扫描时机:本文使用团注试验法计算对比剂到达腹主动脉下段的时间。Siemens公司推荐计算公式为:

$$T = T_1 - T_2 + 1/2T_3$$

注: T_3 为对比剂注射时间

考虑到对于糖尿病足患者显示小腿及足部血管病变更为重要,实际运用公式为:

$$T = T_1 - T_2 + 2S$$

本文17例患者平均扫描延迟时间为17s。

计算采集延迟时间并不能完全避免小腿及足部静脉重叠。本文中2例小腿及足部浅静脉中度重叠,6例小腿及足部浅静脉轻度重叠。分析原因有两方面:

①患者下肢动脉侧支循环丰富或局部炎症导致血液循环加速;②扫描序列本身限制。三段靶血管扫描时间为56s,采集延迟时间为17s左右,两次进床共需5s左右,而小腿及足部动静脉时间窗通常为60s左右,因此该段靶血管较容易出现静脉重叠。在检查过程中必须权衡各段靶血管的采集时机,才能尽可能提高图像整体质量。

扫描序列及其参数:调整各段靶血管扫描序列参数要在满足空间及时间分辨力的前提下使各段靶血管成像体素大小完全一致,才能在后处理中成功拼接靶血管MIP图像。本文各段靶血管成像体素均为 $1.6\text{ mm}\times 1.0\text{ mm}\times 1.5\text{ mm}$ 。此外,在进行小腿及足部动脉扫描时,为了显示完整的足背动脉及足底深弓,常需根据定位像上靶血管的走行方向调整扫描角度,根据本文经验,纵向角度调整不能超过 3.5° ,否则会导致MIP图像拼接不匹配。

二次增强扫描:主要用于小腿及足部重度运动伪影或浅静脉中度重叠的病例。两次增强须间隔10min以上,并重新采集蒙片,尽量减少第一次残留对比剂的影响。二次增强无需进床,根据对比剂到达腘动脉时间启动扫描更为准确,因此图像质量会有较大提高。本文中4例患者小腿及足部血管第一次MIP图像质量平均评分为3.25;二次增强扫描平均采集延迟时间为32s,MIP图像质量平均评分为1.75,优于第一次。

图像后处理:无缝拼接三段靶血管的前后位MIP图像,可以获得连续完整的外周血管全景图,有利于作出系统整体的诊断。由于血管走行及狭窄差异,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MIP重组,并多角度旋转,全方位显示血管

和病变。

总之,3D CE MRA为糖尿病足外周动脉病变的诊断提供了一种准确可靠、方便快捷的影像学新途径,但也有一定局限性。准确把握扫描延迟时间、合理适量应用对比剂、选择合适的扫描序列及参数、必要时二次增强扫描能够保证优良的图像质量。

参考文献:

- [1] Steffens JC, Schafer FK, Oberscheid B, et al. Bolus-chasing Contrast-enhanced 3D MRA of the Lower Extremity. Comparison with intraarterial DSA[J]. Acta Radiologica, 2003, 44(2): 185-192.
- [2] Chomel S, Douek P, Moulin P, et al. Contrast-enhanced MR Angio-graphy of the Foot: Anatomy and Clinical Application in Patients with Diabetes[J]. AJR, 2004, 182(6): 1435-1442.
- [3] Kreitner KF, Kalden P, Neufang A, et al. Diabetes and Peripheral Arterial Occlusive Disease: Prospective Comparison of Contrast-Enhanced Three-dimensional MR Angiography with Conventional Digital Subtraction Angiography[J]. AJR, 2000, 174(1): 171-179.
- [4] Cotroneo AR, Manfredi R, Settecasì C, et al. Angiography and MR Angiography in the Diagnosis of Peripheral Arterial Occlusive Disease in Diabetic Patients[J]. Rays, 1997, 22(4): 579-590.
- [5] Janka R, Fellner C, Wenkel E, et al. Contrast-enhanced MR Angiography of Peripheral Arteries including Pedal Vessels at 1.0 T: Feasibility Study with Dedicated Peripheral Angiography Coil[J]. Radiology, 2005, 235(4): 319-326.
- [6] 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[J]. Radiology, 1993, 187(3): 637-641.
- [7] 王佩芬, 周康荣, 陈祖望, 等. 下肢动脉慢性闭塞症的MRA诊断[J]. 中华放射学杂志, 1997, 31(6): 396-399.

(收稿日期:2005-06-20 修回日期:2005-08-22)

· 影像动态 ·

采用磁共振扩散加权成像和动态增强 T_2^* 加权灌注成像评价腮腺恶性肿瘤

Kandeel A, Ezzat A, Megahed AS

目的:采用磁共振扩散加权成像和动态增强 T_2^* 加权灌注成像评价腮腺恶性肿瘤,探讨其最佳参数。**方法:**45例经病理证实为腮腺肿瘤的患者,其中男26例,女19例,平均55岁。采用单次激发EPI进行扩散加权成像和动态增强 T_2^* 加权首过灌注成像,得到b值为0、500、1000 s/mm^2 的扩散加权图像,重组出表观扩散系数图(ADC图),计算肿瘤的ADC值。团注Gd-DTPA(0.3 $\text{ml mol}/\text{kg BW}$)后进行磁共振动态增强成像,得到肿瘤的信号-时间曲线及最大信号强度衰减曲线。进行多变量的logistic回归分析,得出判断恶性肿瘤的阈值,计算其诊断符合率、敏感度、特异度、阳性预测值(PPV)、阴性预测值(NPV)。**结果:**良、恶性腮腺肿瘤的ADC值和最大信号强度衰

减均有显著性差异(P 值分别 <0.001 及 0.003)。判断肿瘤为恶性的ADC阈值为 $1.3\times 0.001\text{ mm}^2/\text{s}$ 时,其诊断符合率为86%、敏感度84%、特异度90%、阳性预测值94%、阴性预测值76%。最大信号强度衰减选择24%作为阈值时,其诊断符合率为88%、敏感度85%、特异度88%、阳性预测值92%、阴性预测值72%。联合二者则诊断符合率为90%、敏感度93%、特异度91%、阳性预测值89%、阴性预测值83%。**结论:**联合ADC值和最大信号强度衰减能更好地评价腮腺恶性肿瘤。

华中科技大学同济医学院附属同济医院 李华玲译 周义成校
2005年RSNA年会论文汇编摘选(代码:SSA15-03)