

快速成像技术在下肢动脉疾病 3D DCE-MRA 中的应用

李泓渊, 张 玲*

(南京医科大学第一附属医院放射科, 江苏 南京 210029)

[摘要] 目的:探讨使用快速成像技术行下肢动脉 3D DCE-MRA 检查的方法,从而为准确评估下肢动脉性病变提供依据。方法:回顾性分析临床怀疑下肢动脉狭窄或闭塞病变者 13 例,1 次注射对比剂 15 mL,行下肢动脉 3D DCE-MRA 检查。采用透视触发技术(care-bolus 法)测试延迟时间,应用结合各种快速成像技术的小角度快速激发梯度回波序列,显示全下肢动脉包括腹主动脉下端、髂总动脉、髂外动脉、髂内动脉起始段、股动脉、腘动脉、胫前动脉、胫后动脉、腓动脉以及各侧支循环,图像质量分为优、良、差等级。结果:13 例患者无检查失败者,下肢动脉血管显示清晰,静脉污染程度较轻,其中图像质量被评为优者占 52.03%(115/221)、良占 42.99%(95/221)、差占 4.98%(11/221),1 例左侧下肢动脉因患者不自主抖动而有运动伪影。结论:在 3.0T MR 上行结合各种快速成像技术的双下肢动脉 3D DCE-MRA 检查,可以满足临床诊断下肢动脉疾病需求。

[关键词] 磁共振血管成像;下肢;动脉

[中图分类号] R445.2

[文献标志码] B

[文章编号] 1007-4368(2016)08-1009-03

doi:10.7655/NYDXBNS20160825

三维对比增强磁共振血管成像(3D dynamic contrast enhanced MR angiography, 3D DCE-MRA)已成为下肢动脉病变的主要检查手段,其敏感度、特异度均在 95%以上^[1]。尽管磁共振对比剂与 CT、数学减影血管造影(DSA)等检查所使用的碘对比剂比较相对较安全,但近年来不良反应的报道逐渐增多,部分中期至终末期肾病患者在应用对比剂后发展成为肾源性纤维性皮肤病(nephrogenic fibrosing dermopathy, NFD)^[2],因此不主张应用大剂量对比剂。本研究旨在探讨利用全景成像矩阵 Tim 技术、K 空间优先采集以及并行采集 iPAT 等快速成像技术,一次注射对比剂 15 mL,行下肢动脉 3D DCE-MRA 检查,以便为临床诊断提供较为可靠的依据。

1 对象和方法

1.1 对象

收集本院 13 例 2010 年 10 月—2011 年 7 月门诊及住院怀疑下肢动脉狭窄或闭塞的患者行 3D DCE-MRA 检查,其中男 10 例,女 3 例,年龄 37~83 岁,平均(69.69 ± 13.00)岁。

1.2 方法

采用西门子公司生产的 3.0T MR 扫描仪 3.0T MAGNETOM Trio a Tim 高场强超导型磁共振机(梯度场:45 mT/m,切换率:200 mT/m/s)结合 Tim 联合一体化线圈(包括体部和下肢相控阵专用线圈)、K 空间优先采集以及并行采集 iPAT 等快速成像技术。共分为 3 段采集:第 1 段包括腹主动脉中下段和髂动脉,第 2、3 段分别覆盖大腿、小腿和足背动脉。患者采用足先进仰卧位,双下肢伸直,在扫描以前建立肘静脉通道。

注射对比剂前先行 3 个部位的常规定位和血管定位扫描,再用 3D FLASH 序列采集 3 段靶血管图像作为剪影蒙片。延迟时间采用基于 K 空间优先采集原理的 care-bolus 透视触发技术,待对比剂进入腹主动脉近髂动脉分叉水平时手动启动 3D FLASH 序列行注射对比剂后的扫描。3D FLASH 序列参数:TR 2.76 ms,TE 1.14 ms,扫描野 400 mm × 300 mm,翻转角 18°,矩阵 512 × 307,层厚 1.3 mm,采集次数 1 次,并行采集加速因子为 3。

对比剂注射方法:钆喷酸葡胺注射液(Gd-DTPA);商品名:马根维显,469.01 mg/mL × 15 mL,德国拜耳先灵有限公司生产。先注射生理盐水 21 mL,之后注入 15 mL Gd-DTPA,待对比剂注射完毕后再注入生理盐水 21 mL。

扫描结束采集原始数据经最大信号强度投影(MIP)和多平面重组(MPR)技术三维重建,获得多角度和位置的 CE-MRA 图像,并结合原始图像进行

[基金项目] 江苏高校优势学科建设工程资助项目(JX10231801)

*通信作者(Corresponding author),E-mail:zl_phx@126.com

综合观察和分析。运用 compositing 拼接软件获得自腹主动脉至足背动脉的全景图像。

血管图像评估标准：将下肢动脉树分为如下部分：腹主动脉下端、髂总动脉、髂内动脉(仅起始段)、髂外动脉、股浅动脉、腘动脉、胫前动脉、胫后动脉、腓动脉^[3]。以血管可见程度、血管-背景对比和伪影作为评判标准,将 DCE-MRA 图像质量分为 3 级^[4]：①优：血管轮廓清晰,无或较少静脉重叠,符合诊断要求；②良：血管轮廓显示尚可,部分与静脉重叠,不影响诊断分析；③差：血管轮廓不清或未显示,大部分或完全与静脉重叠,不符合诊断要求。由 2 位有经验的专业医师独立评价 3D DCE-MRA 显示的下肢动脉血管图像质量,如意见不一致,协商取得一致。

2 结果

13 例临床怀疑下肢动脉狭窄或闭塞性病变行结合快速成像技术的 3D DCE-MRA 患者,质量被评为优、良、差的分别占血管总支数的 52.03%(115/221)、42.99%(95/221)及 4.98%(11/221),图像质量分级情况见表 1,结合快速成像技术的 3D DCE-MRA 扫描后经无缝拼接出的全景图像中某些血管段图像质量被评为优和差(图 1)。

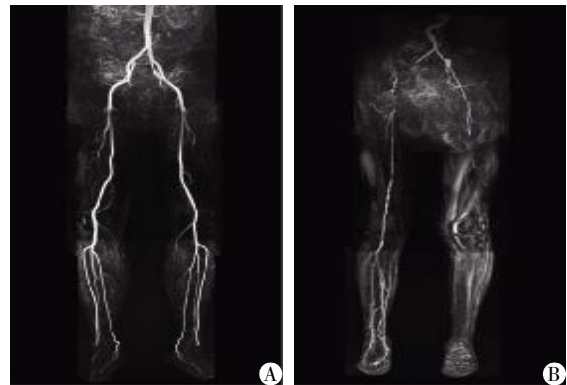
3 讨论

对比增强 MRA(contrast enhancement MRA, CE-MRA)是目前最常用的血管成像方法,可用于介入手术和外科血管重建术疗效的评价。CE-MRA 使用极短 TR 与极短 TE 的快速梯度回波序列,在如此短 TR 与 TE 的情况下,各种组织的纵向磁化都很小,其信号强度也很小。再在血管内团注磁共振顺磁性对比剂,使血液的 T1 弛豫时间极度缩短,血管 T1 弛豫时间远短于背景组织的 T1 弛豫时间,采用超快速 T1 加权序列记录这种 T1 弛豫差别,血液呈高信号,在血管与背景间形成强烈对比^[5]。3D DCE-MRA 技术采用快速梯度回波技术,缩短了 TR 时间从而缩短成像时间,腹部、盆腔、下肢至足部血管顺次移床分 3 段扫描,每段扫描仅需 20 s 左右,扫描范围能够紧密跟踪对比剂在血管内的最大浓度,从而使腹部、盆腔到足部的血管均得以清晰显示;3 段血管重建图像经冠状位拼接后,得到完整的腹、盆、下肢血管图像,另外各段图像还可以任意方向、任意角度旋转,多方位多角度显示血管病变。

近年来,随着钆对比剂不良反应报道的逐渐增多,严重者甚至可导致患者死亡^[6],因此不再主张大

表 1 3.0T MR 3D DCE-MRA 下肢动脉图像质量 [n(%)]

血管名称	总支数	图像质量		
		差	良	优
腹主动脉下端	13	0(0.00)	3(23.08)	10(76.92)
髂总动脉	26	2(7.69)	7(26.92)	17(65.39)
髂内动脉起始段	26	0(0.00)	8(30.77)	18(69.23)
髂外动脉	26	1(3.84)	9(34.62)	16(61.54)
股浅动脉	26	2(7.69)	17(65.39)	7(26.92)
腘动脉	26	0(0.00)	4(15.38)	22(84.62)
胫前动脉	26	0(0.00)	14(53.85)	12(46.15)
胫后动脉	26	2(7.69)	15(57.69)	9(34.62)
腓动脉	26	4(15.38)	18(69.24)	4(15.38)
总计	221	11(4.98)	95(42.99)	115(52.03)



A: 血管轮廓清晰、信号均匀,腘动脉以上动脉血管无静脉污染现象;B:左侧下肢动脉因患者不自主抖动而有运动伪影,显示不清。

图 1 3D DCE-MRA 图像质量优(A)与差(B)

剂量对比剂的使用。对比剂的用量并没有统一标准,通常将 20 mL 作为单倍剂量,全下肢三段法 3D CE-MRA 常用双倍剂量,有时可达 3 倍剂量,即常为 40 mL 或 60 mL,本组病例采用了 15 mL 对比剂结合快速成像技术的 3D CE-MRA 扫描。

3.1 线圈

3D DCE-MRA 检查使用的线圈经历了标准梯度线圈、头线圈、体线圈、正交线圈和阵列线圈。本组病例采用的 Tim 线圈,同时检查床自动步式进出,避免手动带来的速度不均及错位等^[7]。Tim 系列(包括下肢专用线圈、1 个体部柔性线圈),其核心技术主要在于全景和矩阵两方面,支持多个独立的矩阵线圈同时进行扫描,各线圈之间可以通过自由组合、无缝连接,构成一个拥有超大视场角(FOV)的全景成像矩阵,可以将下腹部、下肢及足部全部包括在扫描野内。Tim 线圈由 72 个线圈单元组成,同时有 32 个独立的信号接收通道,每个 FOV 最高可同时使用 32 个接收通道。Tim 技术结合多通道技术,保证了沿 3 个梯度编码方向能做加速因子为 2 的

并行采集^[8]。虽然下肢血管范围广泛,但在此技术的支持下,一次性注入对比剂、分段采集便可实现双下肢多个节段的血管成像。本组在摆放下肢专用线圈时得出的经验是:要保证底座同时接触患者胯部和脊柱矩阵线圈,这是获得最佳图像质量的唯一途径,同时体部线圈和下肢专用线圈之间必须有重叠,使下肢血管尽量处于同一水平面,避免部分动脉超出检查野,产生假性动脉狭窄或闭塞,这些扫描细节都是决定扫描成败的关键。本课题组曾在 3.0T MR 机器上扫描 2 个体部柔性线圈加下肢专用线圈范围内的全部血管,但发现由于扫描范围大、扫描时间长、对比剂剂量小,待扫到小腿段时静脉污染已比较严重,动脉显影效果也不好。因此将对于仅有 15 mL 的对比剂剂量扫描范围改为从腹主动脉下端扫至足背动脉(下肢专用线圈加 1 个体部柔性线圈)。

3.2 扫描时机的把握

扫描时机的掌握是 3D DCE-MRA 成败的关键。扫描序列启动过早或过晚都会严重影响 3D DCE-MRA 的质量,甚至导致检查失败。本研究采用透视触发技术(care-bolus 法),该法充分利用 K 空间优先采集技术。K 空间中心区域的 MR 信号决定图像对比度、周围区域的信号决定图像细节,它通过一次注入对比剂快速移床分 3 段扫描完成整个盆部及双下肢扫描。扫描范围自腹主动脉下端至足背,注射对比剂前行第 1 个动态扫描,扫描顺序为小腿、大腿、盆部,得到的图像作为减影蒙片。开始注射对比剂后同时启动超快速二维梯度回波序列,对腹主动脉至髂动脉分支处进行监控,当发现对比剂进入目标血管时,立即切换到 3D DCE-MRA 序列并启动扫描,从开始切换到启动 3D DCE-MRA 序列一般仅需 1 s。该技术无需计算循环时间,简单实用。

3.3 并行采集技术及图像后处理技术的应用

并行采集技术是利用多个表面线圈中每个线圈单元所包含的空间信息,部分取代常规情况下由梯度场控制的空间编码次数,以达到缩短扫描时间和/或增加空间分辨率的目的。当使用加速因子为 2 的并行采集时,扫描时间可缩短 50%。本研究使用的西门子机器的 iPAT 技术包括 SENSE 技术和 GRA-PA 技术,在 3.0T MR 机器上使用 iPAT 为 3,这样大大提高采集速度缩短采集时间,提高了扫描的时间分辨率,同时可以通过增加重复采集次数、缩小回

波链的回波间隙来达到提高图像质量的目的,并且可以大大减少 SAR 值。

对于所有下肢动脉 3D DCE-MRA 检查本组病例都采用 MIP 结合 MPR 一起观察。MIP 对显示和存档有用,但当背景组织内存在脂肪、出血或金属与运动伪影时,MIP 图像会出现类似血管狭窄或闭塞等假阳性征象,另外由于血管走行迂曲及狭窄程度不同,必须对原始图像资料进行 3D MIP 重组,通过旋转角度获得感兴趣区域多角度三维图像。MPR 可以消除扭曲重叠的血管显示血管病变,结合 MPR 可以避免血管转弯幅度较大处表现在 MIP 图像上的假阳性狭窄。

3.0T MR 机器上采用结合快速成像技术的 3D DCE-MRA 检查能获得高质量、高分辨率、大范围的下肢动脉全景图像。本研究的不足在于:病例数偏少,尚未对血管分支的显示情况进行系统评价,缺乏 3D DCE-MRA 对下肢动脉成像特异性和敏感性的评价。不足之处有待于在下一步研究中加以解决。

[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] 朱飞鹏,张龙江,卢光明.肾源性系统性纤维化与磁共振钆对比剂[J].放射学实践,2010,25(2):219-221
- [3] Huber A,Heuck A,Baur A. Dynamic contrast-enhanced MR angiography from the distal aorta to the ankle joint with step-by-step technique [J]. AJR Am J Roentgenol, 2000,175(5):1291-1298
- [4] 宋金松,刘玉清,朱杰敏,等.三维增强磁共振血管造影(60 例临床应用分析)[J].中华放射学杂志,1999,35(9):602-605
- [5] Huegli RW,Aschwanden M,Bongartz G,et al. Intraarterial MR angiography and DSA in patients with peripheral arterial occlusive disease:Prospective comparison[J]. Radiology,2006,239(3):901-908
- [6] Thomsen HS. ESUR guideline:gadolinium-based contrast media and nephrogenic systemic fibrosis[J]. Eur Radiol, 2007,17(10):2692-2696
- [7] 宋云龙,孟利民,张挽时,等. Tim 技术 3D CE-MRA 对下肢动脉狭窄的诊断应用[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2007,5(1):18-20
- [8] 朱向玉,武乐斌,史 浩. 3D CE-MRA 对下肢动脉疾病的诊断价值[J]. 医学影像学杂志,2005,15(11):1001-1003

[收稿日期] 2015-09-13