维普资讯 http://www.cqvip.com

文章编号：0253-3626(2006)04-0575-04

三维动态增强磁共振血管成像技术显示脊髓 Adamkiewicz 动脉

曾　燕，赵建农，谢微波，陈维娟，李　杰，沈　霞

（重庆医科大学附属第二医院放射科，重庆　400010）

【摘　要】目的：探讨三维动态增强磁共振血管成像技术（3D-DCE MRA）显示脊髓 Adamkiewicz 动脉（AKA）的最佳扫描参数、扫描延迟时间及图像重建方法。方法：17 例行胸、腰椎 MRI 检查，发现有脊髓、椎体或附件病变而需行 MRI 增强检查的病例，利用 test bolus 技术来预测对比剂注射延迟时间，采用 3D-DCE MRA 技术和各种图像后处理方法来显示脊髓 AKA。结果：3D-DCE MRA 的扫描参数为 TR/TE 5.3/1.4，翻转角 35°，扫描层厚 1.4 mm，重建层厚 0.7mm，K 空间采用椭圆填充技术，FOV 43cm × 22cm，覆盖范围包括 T5 ~ L4 的区域。MPR 和 MIP 在显示脊髓 AKA 方面具有优势。结论：采用优化的扫描参数和恰当的图像重建技术，3D-DCE MRA 能清晰显示脊髓 AKA，可作为无创性血管成像的首选检查。

【关键词】Adamkiewicz动脉；核磁共振；MR 血管成像

【中国图书分类法分类号】R 814　　【文献标识码】A　　【收稿日期】2006-03-30

Imaging of the artery of adamkiewicz by using three-dimensional dynamic contrast-enhanced magnetic resonance angiography

ZENG Yan, et al.

(*Department of Radiology, the Second Affiliated Hospital, Chongqing Medical University*)

【Abstract】*Objective:* Using three-dimensional dynamic contrast-enhanced magnetic resonance angiography (3D-DCE MRA) to visualize the artery of Adamkiewicz (AKA), and to investigate the optimized scanning parameters, scan delay time and image post-processing methods. *Methods:* 17 patients with lesions of the spinal cord or vertebrae underwent contrast-enhanced MR angiography of the thoracoabdominal aorta. Test bolus was used to predict the scan delay time, 3D-DCE MRA technique and various image post-processing methods were applied to visualize the artery of AKA. *Results:* The scanning parameters were as follows: TR/TE 5.3/1.4, flip angle 35°, slice thickness was 1.4 mm with reconstruction interval of 0.7 mm. The K-space was filled by using an elliptic-centric order. FOV 43cm × 22cm. Scanning coverage was from the level of T5 to L4. Multiplannar projection reconstruction (MPR) and maximum intensity projection (MIP) were advantageous in depicting AKA. *Conclusion:* Using the optimized scanning and reconstruction techniques, 3D-DCE MRA is able to depict AKA clearly. As a noninvasive imaging technique, optimized 3D-DCE MRA should therefore be the method of choice for the depiction of AKA.

【Key words】Artery of Adamkiewicz; Magnetic resonance(MR); MR angiography

脊髓血供是人体血液循环最复杂的部位之一，胸腰段脊髓最重要的动脉营养血供来源于 Adamkiewicz 动脉（Adamkiewicz artery，AKA）[1]，又称大根髓动脉，它的准确定位对于各类胸腹主动脉瘤、脊髓肿瘤及脊柱病变病人的外科手术计划十分重要。术前详尽了解有关 AKA 的局部解剖情况可以帮助设计周密的手术应对方案，能有效地降低术中脊髓血供损害和避免术后脊髓局部缺血等并发症或截瘫的危险性。三维动态增强磁共振血管成像技术(three - dimensional dynamic contrast—enhanced magnetic resonance angiography，3D-DCE MRA) 以其扫描速度快、血管影像质量高、图像后处理技术简便等优势，临床应用日趋广泛，特别是在主动脉和大的分支动脉显像方面已应用较多，但用于显示脊髓动脉的报道尚不多[2-6]。为此，我们采用 1.5T 超导磁共振 3D-DCE MRA 技术来显示脊髓主要动脉，包括脊髓前动脉（anterior spinal artery, ASA）和 A-KA，探讨影响其显示率的相关技术因素。

作者介绍：曾　燕（1964-　），女，硕士，副教授，
主要研究方向：腹部影像诊断学。

1　资料与方法

维普资讯 http://www.cqvip.com

1.1 研究对象

收集行胸、腰椎 MRI 检查，发现有脊髓、椎体、椎间盘或附件病变而需行 MRI 增强检查的病例 17 例，包括脊髓血管畸形 3 例，椎体血管瘤 4 例，椎体转移性肿瘤 3 例，椎体结核 3 例，骨折 2 例，椎间盘脱出 2 例。其中男 10 例，女 7 例，年龄 29~68 岁，平均 52 岁。

1.2 影像学检查

1.2.1 检查设备 MRI 设备为 1.5T 超导磁共振仪（GE Signa EchoSpeed Excite Ⅱ）。使用颈胸腹联合线圈（USCTL）。

1.2.2 MRI 序列及参数 采用团注法（test holus）来预测注射延迟时间，使用高压注射器从肘静脉注射 2ml Gd-DTPA 后立即注入生理盐水 25ml，速率均为 3 ml/s，寻找对比剂达到峰值的时间，并以此计算出注射对比剂后的延迟扫描时间。

3D-DCE MRA 采用 3D 快速扰相梯度回波（3D FSP-GR）T1WI 序列：TR/TE 5.3/1.4，翻转角 35°，冠状位扫描层厚 1.4 mm，重建层厚 0.7mm，FOV 43cm × 22cm，覆盖范围包括 T5 ~ L4 的区域，矩阵 448 × 350，激励次数 1，K 空间采用椭圆形填充方式。注射对比剂前扫描 1 次，然后按 0.3 mmol/kg 体重从肘静脉注射 Gd-DTPA 后立即注射生理盐水 25ml，注射速率均为 3 ml/s。注射对比剂后采用 3D FSPGR T1WI 序列无时间间隔连续 2 次（动脉期、静脉期）成像，动脉期采集所需时间 71s。

1.2.3 图像后处理 原始图像发送至后处理工作站（GE MEDICAL SYSTEMS），利用多平面投影重建技术(multiplanar projection reconstruction，MPR) 和最大强度投影(maximum intensity projection，MIP)对动脉期和静脉期的图像进行分析，如果怀疑有从节段动脉即肋间动脉通过椎间孔进入椎管再到脊髓前方的血管，则需采用稍倾斜的冠状面 MPR 和 MIP 来尽可能显示 ASA 和 AKA。将 3D FSPGR T1WI 序列增强后的 2 期原始图像分别与注射对比剂前原始图像进行减影处理，将减影前后的图像分别进行 MIP 重建。由两位有经验的影像诊断医生分别在工作站上利用重建图像纪录观察结果，辨认 ASA 和 AKA，得出一致性意见。

2 结 果

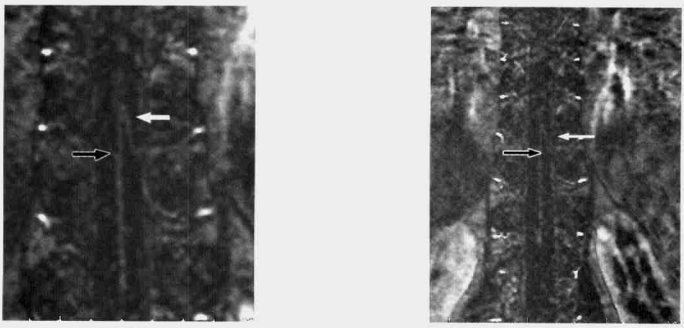
所有行 3D-DCE MRA 检查的病例均顺利完成，没有发生过敏反应或不适。全部 17 例（100%）均能清楚显示 ASA，15 例（15/17，88.2%）能显示 AKA 的分支水平和起源方向（图 1、2），其中有 2 例（2/15，13.3%）可见两支 AKA，有 13 支（13/17，76.5%）动脉起源于左侧，16 支（16/17，94.1%）均起源在 T7~T12 之间（表 1）。

表 1 15 例 17 支 AKA 的分支水平和起源方向

脊椎水平	右侧	左侧
T-7		1
T-8	1	3
T-9	2	4
T-10	1	2
T-11		1
T-12		1
L-1		1
合计	4	13

3 讨 论

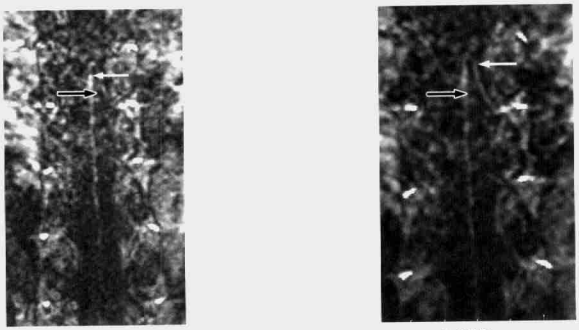
3.1 脊髓 ASA 和 AKA 3D-DCE MRA 血管成像关



a. MPR　　b. MIP

图 1 （a，b）男性，27 岁，T12 血管瘤，稍倾斜的冠状位 MPR 和 MIP 图示 AKA（白箭）起自左侧 T9 水平，与 ASA（黑箭）形成特征性的“发卡”样连接。

维普资讯 http://www.cqvip.com



a.MPR　　b.MIP

图 2 （a,b）女性,50 岁,L1 转移瘤,稍倾斜的冠状位 MPR 和 MIP 图示 AKA（白箭头）起自左侧 T8 水平,与 ASA（黑箭头）形成特征性的“发卡”样连接。

键技术参数

3.1.1 序列选择

高分辨的 3D-DCE MRA 采用尽可能短重复时间（TR）的三维超快速梯度回波（FSPGR）序列[7],在靶血管内对比剂浓度达高峰显著缩短血液 T1 弛豫时间时采集 K 空间中央的数据,从而获得高信噪比的血管图像。该技术扫描时间明显缩短,也避免了扭曲血管、涡流及慢血流等所致的信号丧失,血管影像质量高。

3.1.2 FOV 的范围

由于 AKA 起源于胸腰段较大的范围,Cargill 等[8]的尸检结果显示有 75%的 AKA 起源于 T7~T12 水平,因此需要获得较大的 FOV 覆盖从 T5~L4 的区域,才能够将 AKA 包括在视野内,在本研究中由于采用了颈胸腹联合线圈（USCTL）能够获得较大的 FOV（430mm）,大于 Yamada 等[5,6]所报道的 FOV,280~300mm,以及 Yoshioka 等[4]采用的FOV,240mm,因此使 ASA 和 AKA 有较高的显示率,分别为 100%、88.2%。

3.1.3 对比剂用量、注射速率

要获得高信噪比及对比度的血管影像,就必须注射足够的 Gd-DTPA 以降低血液的 T1,使之明显小于周围组织的 T1,而动脉血 Gd-DTPA 浓度与静脉注射速度成正比、与心搏出量成反比,因此我们利用足够量的对比剂（0.3 mmol/kg 体重）及较快的注射速度（3ml/s）,快于 Yamada 等[5,6]的 0.8~2ml/s,从而得到了高信噪比的血管图像。

3.1.4 扫描时间的确定

采用 K-空间的椭圆填充技术来获得动脉内对比剂峰值浓度图像,是 3D-DCE MRA 血管成像技术成功的关键之一,因为采集图像过早或过晚均会丢失大量的信号,K-空间的椭圆填充技术是首先填充 K-空间的中央,而它决定了血管图像的主要信噪比和对比度,然后,再填充 K-空间的外围部分,它决定图像结构的空间分辨率。K-空间中心的数据位于整个扫描时间的 1/9 处。因此,为了避免个体血流动力学的影响,必须要采用 test bolus 技术准确计算出扫描延迟时间,以利于对 ASA 和 AKA 等小血管的显示,本组动脉期采集时间约为 71s,K-空间中心数据采集时间大约在 8s 左右,再加上扫描延迟时间即为准确的扫描启动时间。

3.2 图像后处理方法

本研究中 MIP 与 MPR 图像对 ASA 和 AKA 的显示在冠状位上没有明显差别。MPR 重建图像可以同时得到横断面、矢状面及冠状面图像,可以消除静脉重叠的影响,扭曲血管的行程也被展开,利用 MPR 图像可以连续显示从 T5~L4 整个脊髓血管情况,以寻找 ASA 和 AKA。MIP 技术是将沿某一投射方向的最大信号强度的像素投影而成,它不是像素的叠加,而是只显示强度最大的像素,MIP 图像可用来寻找 ASA、AKA 并确定发出 AKA 的节段动脉,对比减影前后 ASA 和 AKA 的 MIP 图像,发现减影后的图像血管显示得更清晰一些。由于 AKA 的整个行程不在一个平面上,在椎管内走行有一个向前、向内、向上的倾斜度,所以多需采用稍倾斜的冠状 MPR 和 MIP 图像来显示。

维普资讯 http://www.cqvip.com

3.3 脊髓 ASA 和 AKA 的影像学辨认

我们通过以下影像学特点来辨认 ASA 和 AKA：（1）血管结构均在动脉期较清楚显示；（2）ASA 为在脊髓腹侧表面中央一根单独强化的血管；（3）冠状位 MPR 和 MIP 上一支强化的血管影，通过椎间孔进入椎管，走向脊髓的腹侧面，与 ASA 形成特征性的“发卡”样连接，即为 AKA。在本研究组中有 13 支（76.5%）AKA 起源于左侧，略高于 Koshino 等[9]的尸检检出率（72%）；Cargill 等[10]的尸检结果显示有 75%的 AKA 起源于 T7~T12 水平，而本组中 16 支（94.1%）AKA 均来自 T7~T12 水平。

3.4 临床意义

胸腹主动脉瘤、脊髓肿瘤、脊髓血管畸形、脊柱外伤以及椎间盘突出症等都是临床上常见的且需手术治疗的病症，但术中脊髓的缺血性损伤及术后截瘫一直是手术严重并发症之一。降主动脉瘤手术中由于阻断主动脉时间较长，需要结扎肋间动脉和术中阻断脊髓血供，往往在术后出现脊髓神经的损伤，造成轻瘫或完全截瘫，尤以胸主动脉下段发生的可能性较大，发生率约为 1%~11%[11]；而涉及到胸腰段脊柱病变的外科、介入及胸腔镜等微创手术，也常常可能因为损伤到脊髓的血管而造成术后截瘫。3D-DCE MRA 技术为无创性显示脊髓血供寻找到最佳的成像方法学，这将有利于为胸腹主动脉瘤和胸腰段脊柱病变的病人术前提供详细的脊髓血供情况，帮助制定恰当的手术计划，例如对于胸腰段脊柱椎间盘突出症行脊柱胸腔镜手术，可以通过改变手术路径来避免对发出脊髓 AKA 动脉的节段性动脉的损伤，对减少术中脊髓的缺血性损害和降低术后脊髓截瘫等并发症的发生起到积极的作用。综上，3D-DCE MRA 技术简单、准确、安全、无创，能清楚显示脊髓 ASA 和 AKA，可以作为无创性评价脊髓动脉的首选影像学检查方法，将会在胸腹主动脉瘤以及脊柱、脊髓疾病病人的术前全面评价、制定恰当的手术方案、减少术中脊髓缺血性损害和降低术后脊髓截瘫并发症等方面发挥较大的作用。

参 考 文 献

[1] Adamkiewicz A.Die Blutgefasse des Menschlichen Ruckenmarkes. I. Die Gefasse der Ruckenmarksubstanz [J]. Sitz Akad Wiss Wien Math Natur Klass, 1882; 84:469-502.

[2] Nijenhuis RJ, Leiner T, Cornips EMJ, et al. Spinal Cord Feeding Arteries at MR Angiography for Thoracoscopic Spinal Surgery: Feasibility Study and Implications for Surgical Approach[J]. Radiology, 2004; 233: 541-547.

[3] Yoshioka K, Niinuma H, Ohira A, et al. MR angiography and CT angiography of the artery of Adamkiewicz: noninvasive preoperative assessment of thoracoabdominal aortic aneurysm [J]. Radiographics, 2003; 23(5): 1215-1225.

[4] Kawaharada N, Morishita K, Fukada J, et al. Thoracoabdominal or descending aortic aneurysm repair after preoperative demonstration of the Adamkiewicz artery hy magnetic resonance angiography [J]. Eur J Cardiothorac Surg, 2002; 21(6):970-974.

[5] Yamada N, Takamiya M, Kuribayashi S, et al. MRA of the Adamkiewicz artery: a preoperative study for thoracic aortic aneurysm [J]. J Comput Assist Tomogr, 2000; 24(3):362-368.

[6] Yamada N, Okita Y, Minatoya K, et al. Preoperative demonstration of the Adamkiewicz artery hy magnetic resonance angiography in patients with descending or thoracoahdominal aortic aneurysms [J]. Eur J Cardiothorac Surg, 2000; 18:104-111.

[7] 周康荣，陈祖望.体部磁共振成像[M].上海：上海医科大学出版社，2000.53-58.

[8] Cargill H, Alleyne Jr, Cawley CM, et al. Microsurgical anatomy of the artery of Adamkiewicz and its segmental artery [J]. J Neurosurg, 1998; 89 (5): 791-795.

[9] Koshino T, Murakami G, Morishita K, et al. Does the Adamkiewicz artery originate from the larger segmental arteries [J]? J Thorac Cardiovasc Surg, 1999;117(5):898-905.

[10] Cargill H, Alleyne Jr, Cawley CM, et al. Microsurgical anatomy of the artery of Adamkiewicz and its segmental artery [J].J Neurosurg, 1998; 89(5): 791-795.

[11] 孙衍庆.现代胸心外科学[M].北京：人民军医出版社，2000. 1442-1443.