

❖ 心脏、血管影像学

3. 0T three-dimensional contrast-enhanced MR angiography in diagnosis of spinal vascular malformations

CAO Ji-bin¹, CUI Ling-ling¹, HAN Peng², GAO Si-jia^{1*},
LI Yan-yan³, YUAN Xiao³, GU Lian-yuan¹

(1. Department of Radiology, 2. Department of Neurosurgery, the First Hospital of China Medical University, Shenyang 110001, China; 3. Department of Radiology, Tangdu Hospital, the Fourth Military Medical University, Xi'an 710038, China)

[Abstract] **Objective** To explore the value of three-dimensional contrast-enhanced MR angiography (3D-CE-MRA) using 3.0T MR scanner in the diagnosis of spinal vascular malformations. **Methods** Fourteen patients with suspected spinal vascular diseases by initial MRI and clinical manifestations underwent 3D-CE-MRA, among them 13 underwent DSA within 3—5 days, 6 finally underwent surgical operation. The results of MRA and DSA or surgical findings were compared. **Results** CE-MRA diagnosed spinal dural arteriovenous fistula (SDAVF) in 8 patients, perimedullary arteriovenous fistula (PMAVF) in 5 patients, and spinal cord arteriovenous malformations (SCAVM) in one case. Compared with DSA, the fistula and feeding vessels were accurately showed in 11 of 14 cases with MRA. **Conclusion** Spinal angiography with 3D-CE-MRA using 3.0T MR scanner can clearly show the feeding arteries and the location of fistula of spinal vascular malformations, which plays an important role in the diagnosis, treatment and postoperative follow-up of these diseases.

[Key words] Spinal cord vascular diseases; Magnetic resonance imaging; Angiography, digital subtraction

3. 0T 三维动态增强 MR 血管成像诊断脊髓血管畸形

曹际斌¹, 崔玲玲¹, 韩鹏², 高思佳^{1*}, 李燕燕³, 袁逍³, 谷连元¹

(1. 中国医科大学附属第一医院放射科, 2. 神经外科, 辽宁 沈阳 110001;
3. 第四军医大学唐都医院放射科, 陕西 西安 710038)

[摘要] **目的** 评价 3.0T MR 脊髓三维动态增强 MR 血管成像(CE-MRA)诊断脊髓血管畸形的临床价值。**方法** 对临床及 MR 平扫疑诊脊髓血管病的 14 例患者行 CE-MRA 检查, 其中 13 例于 3~5 天内接受 DSA 检查, 6 例接受手术治疗, 对比分析 MRA 与 DSA 及手术结果。**结果** CE-MRA 诊断 8 例为硬脊膜动静脉瘘(SDAVF), 5 例为髓周动静脉瘘(PMAVF), 1 例为脊髓动静脉畸形(SCAVM); 与 DSA 检查结果对照, 14 例中, MRA 可以准确判断 11 例的供血动脉及瘘口。**结论** 3.0T 3D-CE-MRA 可快速、无创、清晰地显示脊髓血管畸形的供血动脉及瘘口, 在诊断脊髓血管畸形、协助制定治疗方案及术后随访等方面具有重要价值。

[关键词] 脊髓血管疾病; 磁共振成像; 血管造影术, 数字减影

[中图分类号] R445; R744.1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1003-3289(2013)04-0553-04

正常脊髓血管非常纤细, 如脊髓前动脉(anterior

spinal artery, ASA)直径约 0.2~0.8 mm, Adamkiewicz 动脉(adamkiewicz artery, AKA)直径约 0.5~1.0 mm^[1]。DSA 对脊髓的分辨力较高, 一直以来作为检查脊髓血管的“金标准”^[2-3], 但 DSA 是一种有创检查方法, 操作复杂, 并发症及禁忌证多。利用脊髓三维动态增强 MR 血管成像(three-dimensional contrast-enhanced MR angiography, 3D-CE-MRA)技术

[作者简介] 曹际斌(1986—), 男, 山东临沂人, 硕士, 技师。研究方向: 中枢神经系统影像学。E-mail: caojb-009@163.com

[通讯作者] 高思佳, 中国医科大学附属第一医院放射科, 110001。
E-mail: scarlettgao@126.com

[收稿日期] 2012-08-19 **[修回日期]** 2013-03-13

能够得到较高质量的图像,观察到更细小的血管,同时支持多期(动脉期、静脉期、延迟期)扫描,因此能够较清晰地显示脊髓的正常或畸形血管。脊髓血管畸形虽然不是常见病,但致残率较高,早期诊断、早期治疗能明显改善患者的预后^[4-6]。本研究探讨 3.0T 3D CE-MRA 技术诊断脊髓血管畸形的临床价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集 2010 年 6 月—2012 年 5 月 14 例脊髓血管畸形患者,男 10 例,女 4 例,年龄 33~81 岁,中位年龄 59.5 岁。主要临床表现:进行性双下肢麻木、无力、疼痛,其中 9 例伴有感觉障碍,4 例有腰部疼痛史,1 例以头痛为主诉。14 例临床表现及常规脊髓 MR 检查均疑有脊髓血管性病变,建议行脊髓血管增强 MRA 检查;其中 13 例在 3~5 天内接受 DSA 检查,6 例于 2 周内接受手术治疗。检查前所有患者均知情同意。

1.2 仪器与方法

1.2.1 3D-CE-MRA 采用 GE HDx Twinspeed 3.0T MR 仪,8 通道 CTL 脊柱线圈,应用高压注射器经肘静脉团注约 20 ml MR 对比剂(钆双胺,0.5 mmol/ml),流率 3 ml/s。行增强扫描之前先采用 Test-bolus 技术测出对比剂的循环时间,然后采用椭圆形中心 K 空间填充的快速损毁梯度回波序列,TR 3.6 ms,TE 1.3 ms,FA 20°,FOV 36 cm,矩阵 448×384,层厚 1.2 mm,带宽 125 Hz,矢状位上采集一次原始数据作为蒙片,注射对比剂达循环时间后进行扫描,

连续采集 3 个时相数据,扫描时间约 3 min。扫描完成后,将图像上传至 AW 4.4 工作站进行 VR、MIP、CPR、MPR 等图像后处理。

1.2.2 DSA 采用 GE Innova3100 DSA 机,以 Seldinger 技术行股动脉穿刺,选择性插管入各节段脊髓供血动脉(双侧椎动脉、甲状颈干、肋颈干、各肋间动脉、腰、骶动脉等),注入适量碘海醇(300 mgI/ml)进行造影。

1.2.3 图像评价 由 3 名神经放射医师分析脊髓血管增强 MRA 图像,评价脊髓血管畸形的类型、供血动脉、瘘口等,经共同讨论得出结论后,与 DSA 或手术结果进行对比。

2 结果

14 例患者的脊髓 MRA、DSA 及手术诊断结果见表 1。

2.1 病变类型 MRA 诊断硬脊膜动静脉瘘(spinal dural arteriovenous fistula, SDAVF)8 例,7 例与 DSA 或手术结果一致(图 1、2),另 1 例 DSA 结果为阴性、未行手术治疗;髓周动静脉瘘(perimedullary arteriovenous fistula, PMAVF)5 例,2 例与 DSA 诊断一致,1 例与手术结果一致,另外 2 例分别为 DSA 阴性或未行手术治疗;脊髓动静脉畸形(spinal cord arteriovenous malformations, SCAVM)1 例,与 DSA 结果一致。

2.2 供血动脉起源 8 例 SDAVF 中,7 例 MRA 诊断的供血动脉与 DSA 结果一致;5 例 PMAVF 中,2 例 MRA 与 DSA 结果一致,1 例与手术结果一致,另 2 例

表 1 14 例患者脊髓 MRA、DSA 检查及手术所见

病例编号	年龄(岁) /性别	MRA			DSA			手术		
		病变类型	供血动脉*	瘘口位置	病变类型	供血动脉*	瘘口位置	病变类型	供血动脉*	瘘口位置
1	49/男	SDAVF	左 VA	C2	SDAVF	左 VA	C2	—	—	—
2	61/男	SDAVF	左 T8	T8	阴性	阴性	阴性	—	—	—
3	59/男	SDAVF	左 T11	T12	SDAVF	左 T11	T12	SDAVF	左 T11	T12
4	52/男	SDAVF	左 T4	T4	SDAVF	左 T4	T4	SDAVF	左 T4	T4
5	33/女	SDAVF	左 T11	T12	SDAVF	左 T11	T12	SDAVF	左 T11	T12
6	60/男	SDAVF	左 T11	T11	SDAVF	左 T11	T11	SDAVF	左 T11	T11
7	66/女	SDAVF	左 T6	T6	SDAVF	左 T6	T6	SDAVF	左 T6	T6
8	43/男	SDAVF	右 L1	L1	SDAVF	右 L1	L1	—	—	—
9	63/男	PMAVF	阴性	T11	阴性	阴性	阴性	—	—	—
10	81/男	PMAVF	右 T10	T11	—	—	—	PMAVF	右 T10	T11
11	63/男	PMAVF	阴性	C5	阴性	阴性	阴性	—	—	—
12	55/男	PMAVF	右 T5	T3	PMAVF	右 T5	T3	—	—	—
13	66/女	PMAVF	左 T12	T12	PMAVF	左 T12	T12	—	—	—
14	34/女	SCAVM	双 VA	阴性	SCAVM	双 VA	阴性	—	—	—

注:SDAVF:硬脊膜动静脉瘘;PMAVF:髓周动静脉瘘;SCAVM:脊髓动静脉畸形;VA:椎动脉;—:未行该检查或手术;* :供血动脉走行于所标示椎体的上方椎间孔

MRA 及 DSA 诊断结果均为阴性; 1 例 SCAVM, MRA 及 DSA 均诊断为供血动脉来自双侧椎动脉。

2.3 瘘口位置 8 例 SDAVF 中, 7 例 MRA 诊断的瘘口位置与 DSA 结果一致; 5 例 PMAVF 中, MRA 均能找到瘘口, 而其中 2 例 DSA 结果为阴性, 无法对比, 不能完全确定; 1 例 SCAVM, MRA 及 DSA 均未发现瘘口。

3 讨论

Merland 等^[7]基于血管构筑学特点将脊髓血管畸形分为 SCAVM、SDAVF 和 PMAVF。脊髓动静脉瘘(包括 SDAVF 和 PMAVF)是脊髓血管畸形中最常见的类型^[8], 本组 14 例中, 13 例为脊髓动静脉瘘。脊髓血管畸形缺乏特征性的临床表现, 诊断主要依赖于影像学检查。

目前 DSA 是诊断脊髓血管畸形的金标准, 可以实时、准确地观察瘘口、供血动脉及引流静脉, 但为有创性检查, 辐射剂量大, 需大量含碘对比剂, 且技术要求高、操作复杂、可能出现截瘫等严重并发症。MRA 具有无电离辐射、检查时间较短、操作方便、可重复检查、能够观察脊髓内部结构改变等优点, 可广泛应用于临床, 且图像质量较好, 时间分辨率较高, 能够观察到多期图像(图 2), 有利于观察细微血管及区分脊髓动、静脉。

1995 年, Bowen 等^[9]指出脊髓 CE-MRA 能够定位脊髓血管畸形的病变位置并指导 DSA, 从而避免不必要的对比剂注射; 但受技术方面的限制, CE-MRA 不能进行动态扫描, 因而对病变分类及后续相关治疗不能提供更多帮助。随着技术的进步发展, 特别是 SENSE 及其他类似技术在 3.0T MR 中的应用, MR 图像的空间/时间分辨率得到明显提高, 能够实现脊髓增强 MRA 的多期

动态扫描, 可更准确、方便地查找供血动脉、引流静脉及瘘口位置, 为脊髓血管畸形的诊断及治疗提供更多信息。MRI 空间和时间分辨率的提高, 有利于发现更多的微小病变, 减少遗漏, 有助于检出多支供血动脉的脊髓血管畸形及小动脉瘤等。目前关于脊髓血管 3D-CE-MRA 的研究大部分基于 1.5T MR, 所需对比剂剂量在 25~45 ml 之间^[10-11]。钆对比剂可能具有致肾源性系统性纤维化等不良反应, 本研究仅用 20 ml 即可

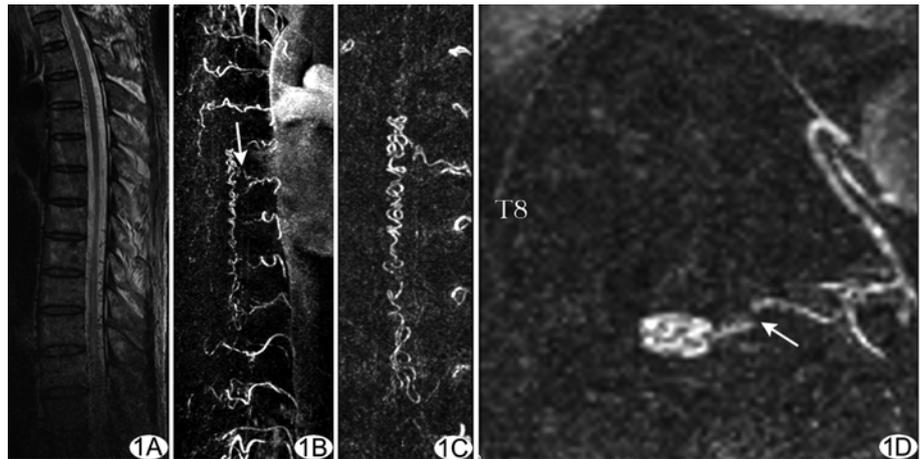


图 1 病例 2, 腰痛 18 个月, 双下肢麻木、无力 12 个月, 进行性加重 4 个月, MRA 诊断为硬脊膜动静脉瘘 A. 矢状位 MR T2WI, 脊髓内见长条状稍长 T2 信号, 髓周见纤曲流空血管影; B. MRA-MIP 图像, 周围软组织及椎体减影消失, 直观显示畸形血管的形态及瘘口位置(箭); C. MRA-CPR 冠状位图像, 清晰显示病变供血动脉及瘘口的位置; D. 供血动脉进入椎管的轴位图像, 箭示瘘口位置 (T8; 第 8 胸椎)

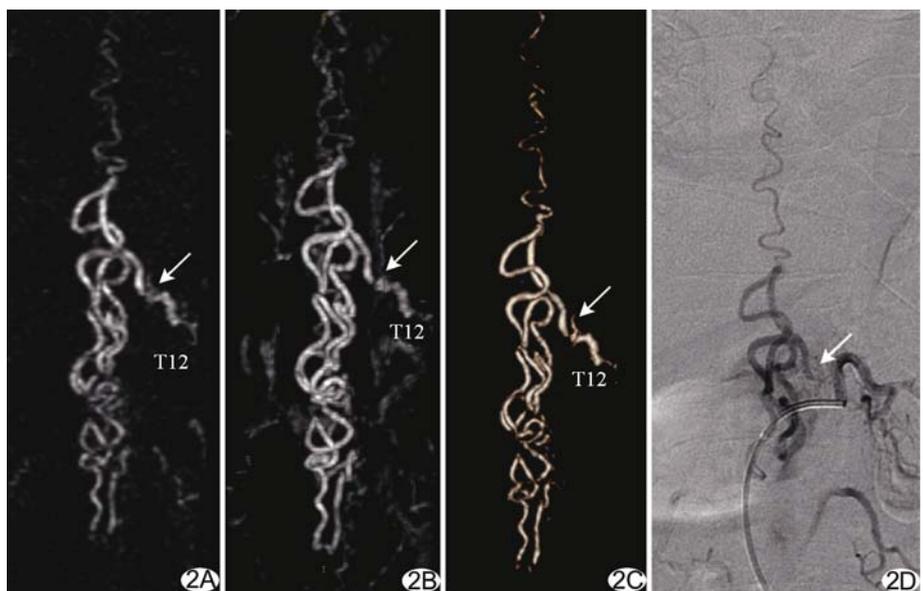


图 2 病例 3, 双下肢麻木、无力 5 个月, 进行性加重 2 个月, 术后诊断为硬脊膜动静脉瘘 MRA-CPR 冠状位减影后动脉期(A)及静脉期(B)清晰显示供血动脉及瘘口位置, 减影后 MRA 动脉期 VR 图像(C)显示病变更加直观; DSA(D)诊断结果与 MRA 一致 (箭示瘘口位置; T12; 第 12 胸椎)

完全达到检查需要。

脊髓 CTA 较 CE-MRA 的扫描时间更短, 单次扫描可以完成全脊髓检查, 且具有良好的椎体定位^[12]; 但患者接受的辐射量较大, 所用对比剂较多, 由于骨骼与周围软组织的存在, 显示血管不如 CE-MRA 清晰^[13]。与 DSA 相比, 3D-CE-MRA 不能实时观察及空间分辨力低为其主要缺点; 相信随着 MR 技术的进步, 其分辨力会进一步提高。

本组中 3 例 DSA 检查结果为阴性。病例 2(图 1) 经 3D-CE-MRA 清晰显示供血动脉及瘘口, 而 DSA 检查结果为阴性, 原因可能与脊髓血管病变的复杂性有关, 如血管造影时供血动脉与引流静脉之间的压力相持, 使对比剂不能通过瘘口到达引流静脉; 病例 9 及病例 11 3D-CE-MRA 均能显示病变及瘘口, 而 DSA 未能发现供血动脉。上述结果提示, DSA 虽为诊断脊髓血管畸形的“金标准”, 但其结果却并不完全可靠。由于病例 10 对对比剂轻度过敏, 未行 DSA 检查, 参照 MRA 结果直接手术, 术后证实 MRA 诊断准确, 提示 MRA 诊断结果也可用以指导手术。

本组 5 例 PMAVF 中, 2 例 CE-MRA 未找到供血动脉, 且 DSA 结果也为阴性。MRA 对于 PMAVF 的检出率低于 SDAVF, 考虑与病变本身特征有关: SDAVF 是硬脊膜动脉在脊髓蛛网膜下腔处与脊髓表面静脉之间的直接交通, 供血动脉管径较粗, 而 PMAVF 为根髓动脉与髓周静脉间的异常沟通, 供血动脉管径相对较细。

综上所述, 脊髓 3.0T 3D-CE-MRA 是一种无创、安全、方便、准确的检查方法, 能够用于诊断脊髓血管畸形, 有利于缩短诊疗时间, 帮助制定手术治疗方案及术后随访, 有望在部分病例中取代 DSA 检查。

[参考文献]

- [1] Backes WH, Nijenhuis RJ. Advances in spinal cord MR angiography. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2008, 29(4):619-631.
- [2] Berenstein A, Lasjaunias P. Spine and spinal cord vascular lesions//Lasjaunias P, Berenstein A, Ter Brugge KG. *Surgical Neuroangiography*. Berlin: Springer-Verlag, 1992:1-85.
- [3] Brandt T, Caplan LR, Dichgans J, et al. *Vascular malformations and interventional neuroradiology of the spinal cord*//Brandt T. *Neurological disorders course and treatment*. 2nd ed. Boston: Academic Press, 2003:517-528.
- [4] Si-jia G, Meng-wei Z, Xi-ping L, et al. The clinical application studies of CT spinal angiography with 64-detector row spiral CT in diagnosing spinal vascular malformations. *Eur J Radiol*, 2009, 71(1):22-28.
- [5] Vargas MI, Nguyen D, Viallon M, et al. Dynamic MR angiography (MRA) of spinal vascular diseases at 3T. *Eur Radiol*, 2010, 20(10):2491-2495.
- [6] 石巍巍, 高勇安, 杨丕丕, 等. 三维动态增强 MRA 诊断硬脊膜静脉瘘的价值分析. *临床放射学杂志*, 2009, 28(7):904-907.
- [7] Merland JJ, Reizine D, Laurent A, et al. Embolization of spinal cord vascular lesions//Vinuela F, Halbach VV, Dion JE. *Interventional neuroradiology: Endovascular therapy of the central nervous system*. New York: Raven Press, 1992:153-167.
- [8] 凌锋, 张鸿祺, 李萌, 等. 脊髓血管畸形的治疗和长期随访. *中华神经外科杂志*, 2004, 20(2):46-50.
- [9] Bowen BC, Fraser K, Kochan JP, et al. Spinal dural arteriovenous fistulas: Evaluation with MR angiography. *AJNR Am J Neuroradiol*, 1995, 16(10):2029-2043.
- [10] Sharma AK, Per-Lennart W. Preoperative evaluation of spinal vascular malformation by MR angiography: How reliable is the technique. *Clin Neurol Neurosurg*, 2008, 110(5):521-524.
- [11] Mull M, Nijenhuis RJ, Backes WH, et al. Value and limitations of contrast-enhanced MR angiography in spinal arteriovenous malformations and dural arteriovenous fistulas. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2007, 28(7):1249-1258.
- [12] 刘亚欧, 杨延辉, 李坤成, 等. 64 层螺旋 CT 血管成像对脊髓血管畸形的初步研究. *中国医学影像技术*, 2006, 22(10):1528-1531.
- [13] 曹际斌, 高思佳, 李燕燕, 等. 无创性脊髓血管成像诊断脊髓血管畸形的临床应用价值. *中华放射学杂志*, 2012, 46(5):430-434.