

• 中枢神经影像学 •

脊髓血管畸形: MRI 和 CE-MRA 的诊断价值

刘城霞, 朱文珍

【摘要】 目的:探讨脊髓血管畸形在 MRI、对比剂增强磁共振血管成像(CE-MRA)中的特征性表现,评估 MRI 和 CE-MRA 在诊断 SCVM 上的临床价值。**方法:**14 例经 DSA 证实的 SCVM 病例和 14 例 DSA 阴性的对照病例行 1.5T 或 3.0T MR 平扫、增强及时间分辨对比剂动态成像(TRICKS)检查。由 3 位神经放射科医师采用双盲法对 MRI 和 CE-MRA 图像进行评估,并以 DSA 诊断为金标准,对诊断结果的敏感度、特异度和符合率进行比较。**结果:**3 位医师运用 MRI、MRI 联合 MRA 诊断 SCVM 的敏感度为 93%~100%、100%,特异度为 93%~100%、93%~100%,符合率为 57%~64%、71%~86%。**结论:**MRI 和 CE-MRA 诊断 SCVM 具有很高的敏感度和特异度;MRI 与 CE-MRA 联合应用能进一步提高符合率,明确 SCVM 的分型和供养血管,从而指导并优化 DSA 和手术治疗方案。

【关键词】 磁共振成像;磁共振血管成像;脊髓血管疾病;动静脉畸形;诊断

【中图分类号】 R445.2;R744.1 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2014)03-0272-04

Spinal cord vascular malformation; diagnostic value of MRI and CE-MRA LIU Cheng-xia, ZHU Wen-zhen, Department of radiology, Tongji Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, P. R. China

【Abstract】 Objective: To investigate the typical appearance of spinal cord vascular malformation (SCVM) in MRI and contrast enhanced MR angiography (CE-MRA), and evaluate the clinical value of MRI and CE-MRA. **Methods:** 14 patients with proven SCVM by DSA and 14 control patients who have negative DSA underwent routine MRI and CE-MRA with time-resolved imaging of contrast kinetics (TRICKS) scan of the spine at 1.5T or 3.0T system. Images were evaluated by 3 experienced neuroradiologists who were blinded to the final diagnoses following 2 steps. **Results:** The sensitivity of the three reviewers in detecting the presence of SCVM by MRI and MRI plus MRA was 93%~100%, 100% and the specificity was 93%~100%, 93%~100%, while the accuracy was 57%~64%, 71%~86%. **Conclusion:** The sensitivity and specificity of MRI and CE-MRA in diagnosing SCVM are satisfying; MRI plus MRA further improve the accuracy, help clarifying the structural relationship around, thus refine the procedure of the following DSA and operation.

【Key words】 Magnetic resonance imaging; Magnetic resonance angiography; Spinal cord vascular disease; Arteriovenous malformations; Diagnosis

脊髓血管畸形(spinal cord vascular malformation, SCVM)是一种临床上易发生误诊和漏诊的少见疾病,其中硬脊膜动静脉瘘(spinal dural arteriovenous fistula, SDAVF),硬脊膜内动静脉瘘(intradural arteriovenous fistula, IAVF)和脊髓动静脉畸形(spinal arteriovenous malformation, SAVM)是其最常见的分型^[1-2]。在磁共振常规扫描时能及时发现 SCVM 存在,并指导临床进一步行 MRA 和 DSA 检查,是控制误诊、漏诊的关键。对于 SCVM 的各种影像学表现国内外报道较多^[3-6],但关于 MRI 及 MRA 诊断 SCVM 的有效性的研究不多^[7-8]。本实验的目的是通过研究 MRI 和对比剂增强磁共振血管成像(contrast enhanced magnetic resonance angiography, CE-MRA)诊断 SCVM 的敏感度、特异度和符合率,确定其在指

导 DSA 和手术诊断、治疗 SCVM 中的价值。

材料与方法

1. 临床资料

搜集本院 2002 年 1 月—2012 年 3 月经 DSA 确诊的 14 例 SCVM 的病例资料(实验组),其中男 10 例,女 4 例,年龄 16~57 岁,平均 35.1 岁。SCVM 病例包含 SDAVF 3 例,IAVF 6 例和 SAVM 5 例。病灶部位包括颈段 3 例,胸段 8 例,腰段 3 例。供养动脉包含根软膜动脉 3 例,脊髓前动脉 6 例,脊髓后动脉 3 例,脊髓前动脉和脊髓后动脉 2 例。引流静脉为脊髓前静脉 4 例,脊髓后静脉 6 例,脊髓前静脉和脊髓后静脉 3 例,椎旁静脉丛 1 例。选取同期临床疑似 SCVM 而 MRI、MRA 未见明显异常血管信号、DSA 检查阴性的 14 例患者为对照组,年龄 23~65 岁,平均 46 岁。

2. 检查方法

两组病例都经 1.5T 或 3.0T 磁共振扫描仪扫描,患者取仰卧位,采用脊柱专用相位阵列线圈(八通道)。

作者单位:430030 武汉,华中科技大学同济医学院附属同济医院放射科

作者简介:刘城霞(1984—),女,湖北武汉人,硕士,住院医师,主要从事中枢神经系统影像学诊断工作。

通讯作者:朱文珍, E-mail: zhuwenzhen@hotmail.com

根据临床体征定位,扫描范围分为颈段(延髓至 Th_2)、胸段($Th_1 \sim L_2$)和胸腰段($Th_6 \sim S_5$)。矢状面 SE T_1 WI: TR 360~560 ms, TE 9~12 ms; FSE T_2 WI 和 T_2 WI+脂肪抑制序列: TR 2440 ms, TE 82 ms。CE-MRA 采用时间分辨对比剂动态成像(time-resolved imaging of contrast kinetics, TRICKS)序列: TR 4.5 ms, TE 1.3 ms, 视野 32~42 cm, 层厚 1.8~2.4 mm, 翻转角 $20^\circ \sim 25^\circ$, 带宽 62.5~83.3 Hz, 矩阵 384×280 , 动态扫描时间 6~10 mins。通过高压注射器单侧肘静脉快速团注对比剂钆贝葡胺(0.2 mmol/kg), 注射流率为 2 ml/s。注射对比剂开始后 10~15 s 自动触发, 连续扫描 8~12 期, 单期扫描时间为 6~10 s。后期处理: 在图像处理工作站(Sun Microsystem ADW 4.4)上运用 MPR 和 MIP 重组得出 3D CE-MRA 图像。

3. DSA 与手术

选择性脊椎动脉造影在 CE-MRA 检查后 3~14 d 内行。在 Philips 平板 DSA 机下行造影导管插管, 对比剂为 300 mg/mL 的碘必乐, 每支血管注射速率为 1~2 mL/s, 总量 3~6 mL/s, 摄片 3~6 帧/s。实验组中 3 例病例在行 DSA 后 7~10 d 内进行了手术治疗。

4. 图像评估方法

采用双盲法、回答问题的形式, 由 3 名有经验的神经放射学医师对随机病例的 MRI 和 CE-MRA 图像进行评估。首先对 MRI 图像进行评估: ①在 T_2 WI 和增强 MRI 上脊髓内或髓周是否存在血管流空效应或异常强化的血管信号; ②上述异常血管信号的范围是否超过 4 个连续椎体; ③此病例是否存在 SCVM; 如果是, 能否指出其供养动脉及神经孔层面。然后对 CE-

MRA 图像进行评估: ①脊髓内或髓周是否存在 2 个或以上异常迂曲、增粗的血管; ②病灶有无瘘口或瘤巢, 并确定分型; ③能否确定其供养动脉及神经孔层面, 位于左侧或(和)右侧; ④能否确定静脉引流的方向。

将 3 位医师的评估意见与“金标准”DSA 意见对照, 使用统计软件 SPSS 13.0 分别计算 MRI、MRI+MRA(即 MRI 联合 CE-MRA)的敏感度、特异度和符合率, 并进行一致性检验(Kappa 检验)。本实验中准确性是指 MRI 与 MRA 确定的供养动脉的神经孔层面与 DSA 确定的层面相比, 向上或向下相差不超过 1 个椎体范围的正确比例。

结 果

14 例 SCVM 在 MRI 和 MRA 上均表现为硬脊膜周围或脊髓周围多发的、显著迂曲的血管信号, MRA 能清晰显示病变细节(图 1)。3 位医师运用 MRI 和 MRI+MRA 诊断 SCVM 的灵敏度、特异度和符合率见表 1。医师 1 和医师 2 分析 MRI 图像时将 1 例 SAVM 病例误判为阴性(假阴性), 运用 MRI+MRA 时均正确判断其为阳性。医师 1 分析 MRI 和 MRI+MRA 图像时将 1 例对照组病例误判为阳性(假阳性)。医师 3 运用 MRI 和 MRI+MRA 时均正确区分阳性病例和阴性病例。3 位医师运用 MRI 诊断 SCVM 的符合率分别为 57%, 64%, 64%, 运用 MRI+MRA 时符合率分别提高到 71%, 79%, 86%。

将 MRI 评估结果与 DSA 进行一致性检验, 医师 1、2、3 评估结果的 Kappa 值分别为 0.857, 0.929 和 1.00($P < 0.001$); 而 MRI+MRA 与 DSA 行一致性检



图 1 男, 46 岁, SDAVF。a) T_2 WI 示畸形血管的范围为 $C_1 \sim Th_2$ 椎体(箭); b) 增强扫描上示畸形血管的范围为 $C_1 \sim Th_2$ 椎体(箭); c) CE-MRA 示右侧椎动脉来源的脊髓前动脉(长箭)向病灶供血, 并通过迂曲的脊髓后静脉(短箭)向下引流; d) CE-MRA 示右侧椎动脉来源的脊髓前动脉(箭)向病灶供血; e) DSA 示病灶血供来源于右侧椎动脉(短箭), 并通过脊髓后静脉(长箭)引流, 与 CE-MRA 完全符合。

表 1 MRI 和 MRI+MRA 检测 SCVM 效率的评估

(%)

医师	敏感度		特异度		符合率	
	MRI	MRI+MRA	MRI	MRI+MRA	MRI	MRI+MRA
医师 1	93	100	93	93	57	71
医师 2	93	100	100	100	64	79
医师 3	100	100	100	100	64	86

注: MRI 指单独 MRI 评估, MRI+MRA 指 MRI 和 MRA 联合评估。

验, 医师 1、2、3 评估结果的 Kappa 值分别为 0.929, 1.00 和 1.00 ($P < 0.001$)。即对三位医师来说, MRI 与 DSA、MRI+MRA 与 DSA 在检测 SCVM 存在与否方面都具有极佳一致性。用熊宗潘等^[9]的方法对医师之间的评估差异作综合一致性检验, Kappa 值为 0.86, 可以认为三位医师的评估之间具有良好的一致性。

讨 论

既往关于 SCVM 的磁共振研究多局限于扫描方法和准确性评估等方面, 均未设立对照组综合评估 MRI 和 MRA 的临床价值。本实验采用回顾性方法, 用双盲和设立对照的形式对 MRI 和 CE-MRA 诊断 SCVM 的敏感度、特异度和准确性进行评价。

1. 运用 MRI 和 MRI+MRA 评估 SCVM 的敏感度

3 位医师运用 MRI 评判 SCVM 的敏感度较高, 达 93%~100%; 而联合 MRA 后更提高到 100%。而 Kappa 检验也表明 MRI 与金标准之间具有很高的一致性。因此, 如仅从 SCVM 的检出率角度出发, 对有症状的患者仅仅进行 MRI 检查已能够达到较满意的敏感度。医师 1 和医师 2 都将 1 例 SAVM 病例的 MRI 图像误判为阴性(假阴性)。此病例的 MRI 上可见脊髓出血, 2 位医师均认为 T₂WI 上血管流空信号和增强扫描中的强化血管未达到显著异常水平, 但在 MRA 上认定存在 2 根异常粗大迂曲血管, 从而正确将该病例判断为阳性。所以 MRA 可以进一步提高无创性诊断 SCVM 的敏感度。

2. 运用 MRI 和 MRI+MRA 评估 SCVM 的特异度

MRI 平扫和增强图像上出现脊髓内或髓周多发的血管流空信号及显著迂曲的强化血管强烈提示 SCVM 的存在。Mascalchi 等^[10]指出 SDAVF 病例的畸形血管与正常的迂曲血管的长度差别较大, 前者为 4.22~6.40 个椎体长度, 而正常迂曲血管为 0.50~1.50 个椎体长度。本实验中 3 位医师判断的畸形血管长达 5.66~12.08 个椎体(图 1~5), 来源于右侧椎动脉脊髓支的 SDAVF 畸形血管范围包括 C₁~Th₂ 的 9 个椎体长度。因此可以利用迂曲血管的长度区分 SCVM 的畸形血管和正常的脊髓血管。按照本实验

的评估步骤, 3 位医师运用 MRI 和 MRI+MRA 评估 SCVM 的特异度均较高(93%~100%), 并且 MRI 和 MRI+MRA 诊断 SCVM 的特异度没有差别。因此可以认为, 单独运用 MRI 已能较为满意地将实际未患病者诊断为阴性。

值得一提的是, 医师 1 在评估 1 例对照组病例的 MRI 和 MRI+MRA 图像时认为存在明显迂曲的异常血管, 且范围达到 4 个椎体长度, 结果将此病例误判为阳性(假阳性)。为了避免这种将正常迂曲的血管误判的情况, Efrat 等^[8]采用血管弯曲数/单个椎体这一指标来评价血管迂曲程度, 并指出 SDAFV 的血管迂曲程度在 4.04~8.02 个弯曲/单个椎体, 而正常对照组为 1.25~4.22 个弯曲/单个椎体。本实验未采用该指标, 而是由医师根据个人经验判断是否存在异常血管。医师 1 回顾性分析此假阳性病例, 认为血管迂曲程度为 1.50 个弯曲/单个椎体, 最终判断此血管为正常的迂曲血管。因此可以考虑在测量迂曲血管长度的基础上, 将血管弯曲数/单个椎体作为判断畸形血管的另一个参考指标。

3. 运用 MRI 和 MRI+MRA 评估 SCVM 的符合率

本实验中符合率是将 MRI、MRA 确定的神经孔层面与 DSA 确定的层面相比, 向上或向下相差不超过 1 个椎体范围的病例所占百分比。这样处理的理由是 MRI 和 MRA 主要是辅助 DSA 和手术诊断和治疗 SCVM 的重要手段, 但 MRI 精确测定神经孔层面的符合率极低, 为 15%~50%^[4]。在这种不理想的情况下, 为了探讨磁共振检查对 DSA 和手术诊断治疗的指导价值, 确定一个可靠的神经孔层面的范围更具临床价值。于是笔者采用供养动脉层面±1 个椎体范围为标准, 3 位医师运用 MRI 的符合率分别为 57%、64%、64%, 联合 MRA 后符合率显著提高, 达 71%~86%。由此可见, MRI 联合 MRA 的主要优势是提高了诊断 SCVM 的符合率。通过 MRI+MRA 的指导, DSA 术前即可定位于 1 个或少数几个椎体范围, 从而缩短手术时间, 减少患者所受辐射量和碘对比剂的用量。

本研究从敏感度、特异度和符合率三方面评价了 MRI 和 CE-MRA 诊断 SCVM 的临床价值。MRI 检测 SCVM 的已具有令人满意的敏感度和特异度, 对有症状的患者仅行 MRI 检查即足以判断是否存在

SCVM。MRI 联合 CE-MRA 的重要性主要体现在能显著提高检测 SCVM 供养动脉和神经孔层面的准确性,有助于优化 DSA 和手术方案。

参考文献:

- [1] Zozulya YP, Slin'ko EI, Al-Qashqish II. Spinal arteriovenous malformations; new classification and surgical treatment[J]. Neurosurgical Focus, 2006, 20(5): ET.
- [2] Kim LJ, Spetzler RF. Classification and surgical management of spinal arteriovenous lesions; arteriovenous fistulae and arteriovenous malformations[J]. Neurosurgery, 2006, 59(5): S195-S201.
- [3] Binkert CA, Kollias SS, Valavanis A. Spinal cord vascular disease; characterization with fast three-dimensional contrast-enhanced MR angiography[J]. AJNR, 1999, 20(10): 1785-1793.
- [4] Mull M, Nijenhuis RJ, Backes WH, et al. Value and limitations of contrast-enhanced MR angiography in spinal arteriovenous malformations and dural arteriovenous fistulas[J]. AJNR, 2007, 28(7): 1249-1258.
- [5] 曹际斌. 无创性脊髓血管成像诊断脊髓血管畸形的临床应用价值[J]. 中华放射学杂志, 2012, 46(5): .
- [6] Vargas MI, Nguyen D, Viallon M, et al. Dynamic MR angiography (MRA) of spinal vascular diseases at 3T[J]. European Radiology, 2010, 20(10): 2491-2495.
- [7] 王武. 脊髓血管畸形的快速增强 MRA 与 DSA 诊断的比较研究[J]. 介入放射学杂志, 2007, 16(8): .
- [8] Saraf-Lavi E, Bowen BC, Quencer RM, et al. Detection of spinal dural arteriovenous fistulae with MR imaging and contrast-enhanced MR angiography; sensitivity, specificity, and prediction of vertebral level[J]. AJNR, 2002, 23(5): 858-867.
- [9] 熊宗璠, 苏炳华. 两个以上处理, 多类别配伍计数资料的 Kappa 统计量[J]. 现代预防医学, 1992, 4(3): 3.
- [10] Mascalchi M, Ferrito G, Quilici N, et al. Spinal vascular malformations; MR angiography after treatment[J]. Radiology, 2001, 219(2): 346-353.

(收稿日期: 2013-08-27 修回日期: 2013-11-12)

· 书讯 ·

《儿科影像病例点评 200 例》由武汉市儿童医院邵剑波教授和深圳市人民医院杨敏洁教授主译, 上海交通大学附属上海儿童医学中心朱铭教授审校的《儿科影像病例点评 200 例》一书, 于 2013 年 5 月由北京大学医学出版社出版。该书是《Pediatric Imaging-Case Review Series》第 2 版, 原著主编 Thierry A. G. M. Huisman。

该书得到了 Johns Hopkins 医院和大学儿科医生们的支持和帮助。本书共分基础篇、提高篇和挑战篇 3 部分, 具有 4 个显著特点: ①收录的儿科病例数量达 200 例, 涉及面广, 几乎覆盖了各个系统疾病与类型; ②语言简练流畅, 书写手法新颖独特。首先以提问的方式切入主题, 再逐个问题一一对应回复, 重点突出, 简明扼要, 便于记忆; ③点评内容丰富, 涵盖多学科知识与新技术, 除影像学外, 还包括胚胎学、遗传学、解剖学、生理学、病理学、新生儿学、儿科学、外科学、产科学及产前诊断学等; ④病例图片清晰、征象突出, 直观可信, 易于诊断与鉴别诊断, 有利于在临床工作中推广应用。

欲购此书者请将 110 元(含包装、挂号邮寄费)寄至: 武汉市香港路 100 号, 武汉市儿童医院 CT·MRI 科 郑楠楠(联系电话: 027-82433396 或 15827102185), 邮编 430016。敬请在留言栏中附上联系人电话。

《肿瘤影像诊断图谱》由周纯武教授主编, 于 2011 年 6 月由人民卫生出版社出版发行。该书是由中国医学科学院肿瘤医院领衔, 北京天坛医院和北京积水潭医院参与共同编纂完成。全书共 9 篇 47 章涵盖头颈、胸、腹、盆腔、乳腺、中枢神经系统、骨与软组织多个系统的肿瘤及肿瘤样病变, 涉及超声、CT、MRI、PET-CT 等多种影像手段, 图片丰富、文字精练、内容精良、印刷精美, 堪称肿瘤影像诊断的经典工具书。定价 228 元。购书热线: 010-67605754 65264830 59787586 59787592。

《心血管磁共振诊断学》由阜外心血管病医院赵世华教授主编, 人民军医出版社出版。该书的出版得到刘玉清院士和胡大一教授的充分肯定和高度评价, 并亲自作序, 由韩美林先生题写书名。全书 40 余万字、600 余幅图片, 系统的阐述了心脏 MR 成像技术及其在常见心血管疾病中的诊断价值、优势及不足。本书全部内容皆由作者根据自己在阜外医院丰富的临床经验以及多年来所总结的心得历尽心血凝练而成, 具有突出的临床实用性。所有图片基本都取材于该院, 病种全面, 内容翔实, 是一本在该领域具有国内领先水平的参考书, 可供医学影像学、心脏内外科医师和技术人员参考阅读, 也可作为研究生和进修生的辅导教材。定价 98 元, 各地新华书店和当当网有售。邮购联系人: 高爱英 13611070304。