

· 介入放射学 ·

旋转数字减影血管造影加重建技术在硬脊膜动静脉瘘诊断及治疗中的应用

何跃, 于加省, 陈如东, 李振强, 杨勇, 陈洋, 胡威, 雷霆

【摘要】 目的:探讨旋转数字减影血管造影(DSA)及重建技术在硬脊膜动静脉瘘诊断及治疗中的作用。**方法:**回顾了 2009 年 6 月 8 例经旋转 DSA 及重建后处理的硬脊膜动静脉瘘患者的完整影像学及临床资料。**结果:**二维与三维 DSA 图像均能清晰的显示瘘口位置。经 MPR 软件重建后,还能显示瘘口、供血动脉及引流静脉与周围骨质结构的关系。6 例选择手术治疗的病例经图像 90° 翻转模拟手术入路,2 例选择介入治疗的病例经重建后指导微导管超选到位。所有患者均成功地切断或闭塞瘘口。**结论:**旋转 DSA 加重建技术可多角度立体观察,更清晰的显示瘘口及周围结构的关系,指导手术或介入治疗过程的顺利进行,有效的避免术后并发症的发生。

【关键词】 血管造影术; 数字减影; 动静脉瘘; 图像处理, 计算机辅助

【中图分类号】 R445.2; R814.42; R543 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2012)12-1387-04

Application of rotating digital subtraction angiography and reconstruction technique in the diagnosis and treatment of spinal dural arteriovenous fistula HE Yue, YU Jia-xing, CHEN Ru-dong, et al. Tongji Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, P. R. China

【Abstracts】 Objective: To explore the value of rotating digital subtraction angiography and reconstruction technique in the diagnosis and treatment of spinal dural arteriovenous fistula. **Methods:** The imaging and clinical data of 8 patients with spinal dural arteriovenous fistula who underwent rotating digital subtraction angiography and reconstruction technique were retrospectively analyzed. **Results:** 2D-DSA and 3D-DSA were equally effective in demonstrating the fistula opening. The exact fistula location, supplying artery, drainage vein and their relationship with the surrounding structures could be shown by 3D reconstruction and MPR. Six patients who were treated by microsurgery could obtain the images by simulating the surgical approach, 2 patients who chose the endovascular treatment were guided by the reconstruction image during the course of catheterization. Fistulas of all patients were successfully blocked either by microsurgery or by endovascular treatment. **Conclusion:** Rotating DSA and reconstruction technique can clearly show the fistula location and its relationship with the surrounding structures, which can guide the surgical or endovascular process smoothly and avoid postoperative complications effectively.

【Key words】 Angiography; Digital subtraction; Arteriovenous fistula; Image processing, computer-assisted

硬脊膜动静脉瘘(spinal dural arteriovenous fistula, sDAVF)是指供应硬脊膜或神经根的动脉在椎间孔处穿过硬膜时与脊髓引流静脉相交通。MRI 是其重要的筛查手段, DSA 是其诊断的“金标准”^[1]。目前, 旋转 DSA 及各种后处理重建技术已广泛应用颅内血管疾病的诊断及治疗当中, 为临床医生详细了解病变的解剖结构、空间构象及与周围组织的毗邻关系提供了有力的依据, 但在脊髓血管疾病中的应用报道尚且不多。本文现将我们采用此方法在硬脊膜动静脉瘘诊断及治疗中的应用经验, 结合病例的临床资料, 报告如下。

材料与方法

1. 一般资料

作者单位: 430030 武汉, 华中科技大学同济医学院附属同济医院神经外科

作者简介: 何跃(1978—), 男, 湖北宜昌人, 博士, 主治医师, 主要从事脑、脊髓血管病的外科治疗工作。

通讯作者: 于加省, E-mail: yujiasheng2000@sina.com

搜集本院自 2009 年 6 月—2011 年 6 月收治的 8 例硬脊膜动静脉瘘患者的临床资料。其中男 7 例, 女 1 例。年龄 36~68 岁, 平均 54 岁。病程 3~24 个月, 平均 10 个月。

2. 临床表现

所有患者均表现为进行性加重的双下肢麻木、无力、行走障碍, 其中 4 例完全靠轮椅辅助。所有患者均伴有不同程度的大小便功能障碍, 1 例严重者已行膀胱造瘘手术。3 例男性患者伴有性功能障碍表现。8 例患者中有 2 例曾被误诊为椎间盘突出, 其中 1 例在外院已行椎间盘手术。3 例被误诊为脊髓炎或脊髓脱髓鞘病。

3. 影像学检查

设备: GE Signa 3.0T 超导磁共振扫描仪、Philips Allura Xper FD20 血管造影机、XtraVision 7.3.2 3D-RA 工作站、MARK V ProVis 高压注射器、碘海醇对比剂(300 mg I/ml)。

MRI 检查:所有患者均于术前行 MRI 检查,采用 GE Signa 3.0T 超导磁共振扫描仪分别行矢状面、横断面及冠状面 T₁WI、T₂WI 平扫及 T₁WI 增强扫描。

常规选择性脊髓 DSA 造影方法(二维脊髓 DSA):所有患者均采用 Seldinger 技术穿刺,经右侧股动脉插管,采用 4F Cobra 导管分别超选双侧每一根肋间动脉、腰动脉、髂动脉及骶正中动脉及双侧颈外血管。疑似颈髓病变者需行双侧椎动脉、甲状颈干、肋颈干造影。常规 2D-脊髓 DSA 造影剂量为肋间动脉、腰

动脉 1 ml/s,总量 3 ml;椎动脉 4 ml/s,总量 7 ml,压力 300 PSI。

旋转 DSA 图像采集方法:经插管 DSA 造影发现病变血管后,在 Philips Allura Xper FD20 血管造影机下行旋转 DSA。操作步骤:首先通过调整检查床的前后、上下使感兴趣位置(病变位置)在正位、侧位透视图像上均能显示位于平板探测器视野内,再选择 Head 3D 按钮,完成程序 1、2 的两次 C 臂旋转,以确定扫描的起始点。再输入注射器参数并启用高压注射器,完



图 1 显示脊髓后表面迂曲匍行的扩张的血管流空影,呈“虫蚀”样改变。脊髓实质内高信号改变,提示脊髓缺血、水肿。图 2 2D-DSA 图像证实为硬脊膜动静脉瘘(sDAVF)。图 3 3D-DSA 重建图像清晰的显示瘘口的位置及扩张、迂曲的引流静脉(箭:瘘口所在位置;

箭头:供血动脉;长箭:引流静脉)。图 4 冠状面重建示椎间孔部位,硬膜袖套处的瘘口。图 5 矢状面重建示迂曲的扩张血管位于脊髓的背侧和腹侧。图 6 轴面重建示迂曲的扩张血管穿过椎间孔进入椎管内。图 7 另一例患者 3D-DSA 重建图像经图像翻转,模拟手术入路(箭所示为瘘口所在)。图 8 手术中显示图像,与模拟手术入路所显示的血管走行、方位一致。

成 3D 旋转扫描过程。最大旋转范围为 240° 。旋转速度为 $55^{\circ}/s$; 3D-脊髓 DSA 对比剂量为肋间动脉、腰动脉 2 ml/s, 总量 7 ml, 延迟 3 s, 椎动脉 3 ml/s, 总量 15 ml, 延迟 2 s, 压力 300 PSI。总耗时约 4.5 s。

图像后处理工作: 完成扫描后, 旋转生成的 3D 图像自动传输至 XtraVision 7.3.2 3D-RA 工作站进行三维重建。自动三维重建图像以 256^3 三维像素的分辨率, VR(容积重建)的方法显示。后处理方法包括①采用多平面重建技术(multiplanar reconstruction, MPR)在冠状面、矢状面、轴面 3 个平面上对瘘口与周围骨质的关系进行判断。②可使用工具栏中的方位指示器图标根据手术的要求选择手术体位状态下病变的血管构象(如俯卧位时的头前尾后位)。③可自由旋转图像, 调整至供血动脉走行, 瘘口辨认清楚的角度, 选择 Follow 3D 图像操作, 将 C 臂可自动调整至所选择的角度进行介入操作。

4. 治疗方法

治疗分显微手术和血管内栓塞两种。8 例中 6 例采用半椎板入路瘘口切断术, 采用血管内治疗 2 例。显微手术治疗: 全麻后患者取俯卧位, 背部正中切口, 显露并打开瘘口所在侧的半椎板。切开硬脊膜, 依据三维图像所显示的血管形态, 在手术显微镜下辨认动脉化的引流静脉, 将引流静脉与硬脊膜连接处以电凝切断。栓塞治疗: 根据三维图像所显示的供血动脉、瘘口及引流静脉, 选择合适的栓塞角度。局麻下将 Marathon 1.3F 微导管超选至供应瘘口的硬脊膜支, 尽可能接近瘘口。将瘘口及近端一小段引流静脉完全扩散后停止栓塞并拔管。

结 果

1. MRI 检查发现

所有患者 MRI 均有 sDAVF 典型 MRI 表现: 脊髓表面的蛛网膜下腔有迂曲匍行的扩张血管流空信号影, 呈串珠样或虫蚀状改变, 以 T_2 像最为明显; T_2 像上脊髓呈高信号改变、脊髓增粗, 提示脊髓水肿。增强后呈不均匀斑状强化(图 1)。

2. 二维脊髓 DSA(2D-DSA)发现

本组患者经脊髓血管造影证实为 sDAVF(图 2)。瘘口位于胸段 4 例, 供血动脉为肋间动脉; 腰段 3 例, 供血动脉为腰动脉; 骶段 1 例, 供血动脉为右侧髂外动脉。晚期可见迂曲增粗的引流静脉经脊髓前或后静脉在脊髓表面向上、下引流。本组中 3 例根动脉发出 sDAVF 供血动脉的同时还发出根髓大动脉(Adamkiewicz 动脉)。

3. 旋转 DSA 及三维重建结果

本组中所有患者 3D 重建图像均能清晰的显示瘘

口(图 7)。后处理方法中对 3D 重建图像采用多平面进行后处理, 均可显示瘘口与骨质结构的关系, 以冠状面和轴面最为明显(图 4~6)。其中 3 例 2D 造影显示出根髓大动脉者, 3D 重建图像可清楚显示其起始部位及与瘘口的关系。6 例选择手术治疗的病例, 通过图像翻转, 模拟手术入路, 手术中能清晰的辨认瘘口及引流静脉, 且完全符合术中的血管形态(图 7、8)。2 例选择介入治疗的病例, 通过 3D 重建图像了解供血动脉、瘘口位置及引流静脉, 指导微导管超选至瘘口部位。

4. 治疗结果及随访

6 例接受显微手术治疗的患者, 术中均确认电凝切断瘘口。2 例接受栓塞治疗的患者均成功栓塞瘘口及近端引流静脉, 无手术操作相关并发症。术后所有患者感觉、运动功能均有不同的改善。门诊或电话随访, 随访时间 3~21 个月, 未见有症状复发。4 例术前靠轮椅辅助的患者可脱离轮椅自行行走。所有患者均行 MRI 复查, 脊髓表面的血管流空影均消失, 脊髓肿胀好转或恢复正常。6 例经手术治疗者均行 DSA 复查, 未再发现有瘘口及引流静脉显影。

讨 论

硬脊膜动静脉瘘是脊髓血管畸形最常见的一种类型, 约占整个脊髓血管病的 80%。多发生于中老年男性, 主要临床表现为进行性加重的双下肢感觉、运动功能障碍伴有大小便功能障碍。目前多数学者认为长期慢性脊髓静脉高压是硬脊膜动静脉瘘的主要病理机制。目前国人对该病认识尚不足, 误诊和漏诊现象严重。一旦病程发展至晚期, 经治疗后仍无法完全恢复其功能, 可能遗留永久的功能障碍, 因此, 早期诊断, 早期治疗显得尤为重要。

DSA 仍是目前诊断脑和脊髓血管病的“金标准”。随着现代医学设备及各种图像处理软件的不断发展及应用, 旋转 DSA 造影和各种重建技术已在脑血管病(如颅内动脉瘤)的诊断及治疗中发挥了极其重要的作用^[2], 但该技术 in 脊髓血管病的诊疗过程中临床应用报道尚且不多^[3-4]。

旋转 DSA 的工作原理是在系统曝光的同时, 利用 C 臂的两次旋转动作, 第一次旋转采集一系列蒙片像, 第二次旋转时注射对比剂, 在相同角度采集的两幅图像进行减影, 以获取序列减影图像。旋转完毕后, 系统自动将采集图像传至后处理工作站进行重建^[5]。该技术仅通过一次注射对比剂, 即获得感兴趣血管多角度, 立体形态影像, 较传统的 2D-DSA 造影可明显缩短造影次数, 减少射线量和曝光次数, 所获得清晰的三维图像为该病的诊断及选择合适的治疗方式奠定了良好的

基础。

传统的 2D-DSA 虽也可在术前明确对硬脊膜动静脉瘘的诊断,但旋转 DSA 可通过对感兴趣区的旋转 DSA,图像成像更清晰,避免了 2D-DSA 造影过程中呼吸、肠蠕动造成的伪影影响;在自动生成的三维立体重建图像中能从空间任意角度进行观察,精确的定位瘘口,避免了传统的正、侧位造影中血管重叠的影响。

MPR 重建是在原始图像基础上通过后处理软件得到的各层面的二维图像,无需再次扫描,且可根据需要调整层厚、切面等参数,灵活性强,克服了 MRI 检查时耗时长,对骨质结构显示不足的缺点。我们在后处理中通过该软件重建出矢状面、冠状面和轴位图像,找引流静脉到清晰显示瘘口及周围骨质的图像层面,了解瘘口,供血动脉与各骨性标志(椎间孔、棘突、上下椎体)的空间关系。

在硬脊膜动静脉瘘治疗前,三维立体血管重建图像可使术者在术前能更全面地认识 sDAVF 的血管构筑情况,对血管内栓塞和显微手术起到重要的指导作用。对本组中 6 例选择手术治疗的患者通过三维图像在术前模拟手术入路,对原始图像行 MPR 重建,从而更直观的反映术中瘘口、引流静脉的空间位置以及与周围骨质的关系,有利于术者准确定位和电凝瘘口,仅仅咬除瘘口一侧的半椎板即可极大减少手术创伤。本组中 3 例造影显示有功能血管发出的病例中,通过三维重建图像,辨认功能血管(如脊髓前动脉、脊髓后动脉)发出部位及与瘘口的关系,距离长短,选择电凝切断的安全位置,有效的避免术后并发症的发生。本组中 2 例选择介入治疗,通过任意角度的旋转,获得瘘口、供血动脉、引流静脉的最佳显示角度即治疗角度,通过自动置位功能可将工作站选择好的图像投射角度数据输送至 DSA 系统,介入手术中准确的指导微导管到位,同时还减少曝光次数,降低术中患者及医生的射线辐射剂量,减少对比剂的用量。

三维重建图像仅为“静态”图像,在脑动静脉畸形、动静脉瘘等病变中,3D 重建图像无法准确区分供血动脉、引流静脉以及反映病变的整个血流动力学情况,但对于 sDAVF,供血动脉均为根动脉的硬脊膜支,较细

小,容易区分^[6]。对于存在多个瘘口的 sDAVF,无法提供整个病变的血管构筑全貌,影像融合技术有可能改变这一不足^[7]。此外,旋转 DSA 过程中,患者的配合要求较高,整个扫描过程中需要患者完全平躺不动,才能获得满意的成像质量;单次旋转所使用的对比剂剂量较高,有可能加重患者脊髓缺血症状。

综上所述,对于 sDAVF 患者,旋转 DSA 加重重建技术可多角度立体观察,更清晰的显示瘘口位置、供血动脉、引流静脉及周围结构的关系,为患者选择手术治疗或介入治疗提供有力的参考依据,指导治疗过程的顺利进行,避免术后并发症的发生。随着计算机硬件及造影设备的不断发展,该技术在硬脊膜动静脉瘘的诊疗过程中将会有更为广阔的应用前景^[8]。

参考文献:

- [1] 于加省,杜蓉,雷霆,等.硬脊膜动静脉瘘的影像学表现及临床诊断[J].神经损伤与功能重建,2008,3(2):83-84.
- [2] 王金龙,凌峰,张鸿祺,等.旋转 DSA 及三维重建技术在颅内动脉瘤介入治疗中的价值[J].放射学实践,2004,19(11):791-794.
- [3] 王嵇,殷焱,陶静,等.GE Innova 3100 三维重建技术诊断脊髓硬脊膜动静脉瘘一例及文献复习[J].上海医学,2008,31(2):128-129.
- [4] Aadland TD, Thielen KR, Kaufmann TJ, et al. 3D C-arm cone-beam CT angiography as an adjunct in the precise anatomic characterization of spinal dural arteriovenous fistulas[J]. Am J Neuroradiol, 2010, 31(3):476-480.
- [5] 朱文芳,飞利浦 FD20 平板血管造影系统高级功能的应用[J].中国医疗设备,2008,23(6):52-53.
- [6] Jiang L, Huang CG, Liu P, et al. 3-Dimensional rotational angiography for the treatment of spinal cord vascular malformations[J]. Surg Neurol, 2008, 69(4):369-373.
- [7] Matsubara N, Miyachi S, Izumi T, et al. Usefulness of three-dimensional digital subtraction angiography in endovascular treatment of a spinal dural arteriovenous fistula[J]. J Neurosurg Spine, 2008, 8(5):462-467.
- [8] Prestigiacomo CJ, Niimi Y, Setton A, et al. Three-dimensional rotational spinal angiography in the evaluation and treatment of vascular malformations[J]. Am J Neuroradiol, 2003, 24(7):1429-1435.

(收稿日期:2012-02-01 修回日期:2012-03-27)