

## 急性脑静脉窦血栓及其脑损伤的 MRI 技术探讨

张景忠, 徐坚民, 曹诗林, 孙黎明, 李莹, 朱进, 王娟

**【摘要】** 目的:探讨不同 MRI 成像序列在急性脑静脉窦血栓形成及其脑损害诊断中的价值。方法:回顾性分析本院经临床和影像学证实的 11 例急性脑静脉窦血栓形成患者的影像学资料,比较常规  $T_1$  WI、 $T_2$  WI、 $T_2^*$  WI、DWI、CE- $T_1$  WI 和 MRV 对检出急性脑静脉窦闭塞及其继发脑损伤的优缺点,其中 6 例测量脑损害区的 ADC 值。结果:11 例中平扫  $T_1$  WI 能明确显示静脉窦血栓 9 例, $T_2$  WI 显示 8 例,CE- $T_1$  WI 和 CE-MRV 对 11 例均能明确显示;CE-MRV 还能更好地显示静脉窦的回流静脉和侧支血管。MRI 检查发现继发性脑损伤 8 例, $T_2$  WI 对缺血水肿的显示优于其它序列,对脑出血的检出以  $T_2^*$  WI 较好。ADC 值与脑损伤的面积和位置有关。结论:MRI 对脑静脉窦血栓及其相应脑损害的诊断具有重要作用,联合应用多种 MRI 检查方法能更可靠地提供脑静脉窦血栓的诊断信息及其脑损害的程度。

**【关键词】** 磁共振成像; 脑静脉; 血栓形成

**【中图分类号】** R445.2; R743.32 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2009)07-0788-04

**Techniques of MRI in the Imaging Diagnosis of Cerebral Venous Thrombosis and its Secondary Brain Damage** ZHANG Jing-zhong, XU Jian-min, Cao Shi-lin, et al. Department of Radiology, Shenzhen People's Hospital, the Second Clinical College of Jinan University, Shenzhen 518020, P. R. China

**【Abstract】 Objective:** To explore the value of different MRI sequences in the diagnosis of cerebral venous thrombosis (CVT) and its secondary brain damage. **Methods:** MRI finding of 11 cases with clinical and imaging diagnosed CVT were retrospectively analyzed. Comparison of  $T_1$  WI,  $T_2$  WI,  $T_2^*$  WI, DWI, contrast enhanced  $T_1$  WI (CE- $T_1$  WI), and MR venogram (CE-MRV) in the detection of acute CVT and its secondary brain damage as well as their advantages and disadvantages were made. Apparent diffusion coefficient (ADC) in abnormal brain were measured in 6 cases. **Results:** Venous thrombus could be directly visualized in 9 cases on  $T_1$  WI, 8 cases on  $T_2$  WI and in all 11 cases with CE- $T_1$  WI and CE-MRV. CE-MRV provides better depiction of the major drainage pathway of the cerebral veins and the collateral blood vessels. Secondary brain damages were identified in 8 cases. Ischemic edema was better depicted on  $T_2$  WI than other sequences and parenchymal hemorrhage was better visualized on  $T_2^*$  WI. The ADC values were related to the size and location of the brain damage. **Conclusion:** MRI plays a very important role in the diagnosis of CVT and its secondary brain damage. Combination of various sequences provides more reliable diagnostic information for CVT and the degree of secondary brain damage.

**【Key words】** Magnetic resonance venography; Cerebral veins; Thrombosis

脑静脉血栓形成(cerebral venous thrombosis, CVT)和脑静脉窦血栓形成(venous sinus thrombosis, VST)的临床表现缺乏特异性,延误诊断后常造成脑实质损害。MRI 检查的多种序列已应用于 CVT 和 VST 的诊断及其预后的评价。现对本院经临床和影像学证实的 11 例急性 CVT 和 VST 患者的病例资料进行回顾性分析,旨在探讨不同 MRI 序列对本病的诊断价值,了解其优缺点。

## 材料与方 法

### 1. 病例资料

本组 11 例中男 5 例,女 6 例,年龄 24~71 岁,平均 40 岁。主要临床表现为头痛、呕吐、肢体无力、视乳头水肿和偏侧肢体无力或偏瘫,其中 1 例昏迷,频繁癫痫发作 2 例。MRI 检查距发病时间 1~15 d,平均 4.2 d。发病后 7 天内行 MRI 检查 7 例,7~10 d 2 例,10~15 d 2 例。

### 2. MRI 检查方法

使用 Siemens 1.5T Avento 和 Essensa。常规行横轴面、冠状面成像,个别病例加扫矢状面。SE/TSE 序列: $T_1$  WI TR 540 ms, TE 11 ms; $T_2$  WI TR 4000 ms, TE 97 ms。DWI:TR 2900 ms, TE 89 ms, b 值取 0 和 1000 s/mm<sup>2</sup>;

作者单位: 518020 广东,暨南大学第二临床学院附属深圳市人民医院放射科  
作者简介:张景忠(1965-),男,江西九江人,主管技师,主要从事 MRI 和 CT 技术工作。  
通讯作者:徐坚民, E-mail: xjmxxs@21cn.com  
基金项目:深圳市科技局立项项目(200802089),深圳市重点专科经费资助。

MRA 检查 11 例,其中 10 例采用对比增强法动脉三维血管成像(magnetic resonance angiography, MRA)和静脉血管成像(magnetic resonance venography, MRV),成像参数分别为 TR 3.3 ms、TE 1.2 ms 和 TR 2.7 ms、TE 1.2 ms;另 1 例行三维 TOF 法 MRA 和 MRV,成像参数为 TR 28 ms、TE 7 ms 和 TR 32 ms、TE 9.6 ms。

### 3. 资料分析

由 2 位有经验的 MRI 诊断医师独立观察脑静脉窦血栓及脑损伤的 MRI 表现,分别比较各序列之间对脑静脉窦血栓的显示、血栓范围、回流静脉、侧支血管及其继发性脑出血和缺血水肿的范围等。对 8 例同时行 DWI 检查的患者,测量脑损伤中心区(避开出血区 0.5~1.0 cm)和边缘区的 ADC 值,并对 2 位医师的测量结果进行一致性检验。

## 结 果

### 1. 脑静脉窦血栓的位置与继发性脑损伤

本组 11 例均有上矢状窦血栓,合并横窦血栓 7 例,直窦血栓 6 例,乙状窦血栓 3 例,下矢状窦血栓 2 例。11 例中单纯上矢状窦血栓 1 例,上矢状窦、横窦、直窦血栓 5 例,上矢状窦、横窦 2 例,上矢状窦、直窦血栓 1 例,上矢状窦、横窦、乙状窦和直窦血栓 2 例。MRI 检查发现继发性脑损伤 8 例,其中脑出血性梗死 6 例,单纯缺血性梗死 2 例,无脑损伤 MRI 表现 3 例。

### 2. 脑静脉窦血栓在常规 MRI 序列上的表现

发病 7 天以内 MRI 检查示上矢状窦血栓  $T_1$  WI 呈中等略低信号, $T_2$  WI 呈混杂不均信号;发病 7 天后的 4 例上矢状窦、横窦、乙状窦血栓  $T_1$  WI 和  $T_2$  WI 均

呈较高信号;发病后 10~15 天的 2 例上矢状窦血栓  $T_1$  WI 和  $T_2$  WI 均呈明显高信号。3 例上矢状窦血栓信号有别于横窦、乙状窦血栓信号,提示血栓形成的时期不同。

### 3. 各检查序列对显示脑静脉窦血栓和继发性脑损伤的比较

CE-MRV、3D-TOF 法 MRV 和增强  $T_1$  WI 均明确显示脑静脉窦血栓,CE-MRV 还能较好地显示汇流至静脉窦的扩张静脉和血栓(图 1);平扫  $T_1$  WI 显示静脉窦血栓 9 例, $T_2$  WI 显示 8 例。常规平扫  $T_1$  WI、 $T_2$  WI 和增强  $T_1$  WI 对汇流静脉内血栓均难以良好显示。

8 例继发性脑损伤中,对脑出血的检出以  $T_2^*$  WI 最敏感,其后依次为 DWI、 $T_2$  WI 和  $T_1$  WI;对脑缺血水肿的检出以  $T_2$  WI 最敏感,其次为 b 值为 0 时的 DWI、 $T_2^*$  WI、 $T_1$  WI 和 b 值为 1000s/mm<sup>2</sup> 的 DWI。脑出血性脑梗死在  $T_2^*$  WI、DWI 和  $T_2$  WI 均为高低混杂信号,在 ADC 图上也呈高低混杂信号(图 2)。3 例无脑损伤 MRI 表现者在临床上仅有头痛,MRI 检查距发病时间均大于 7 天,平均 11 天,表明患者起病缓慢。

### 4. 继发性脑损伤 ADC 值测量结果

本组 11 例中 8 例行 DWI,6 例行缺血水肿区 ADC 值的测量,结果见表 1;2 例仅有少量皮层出血,无法测量其 ADC 值。本组结果显示缺血坏死中央区的 ADC 值高于边缘区,面积较大的病灶中央区 ADC 值高于病灶较小者。两位医师对 ADC 值的测量结果进行一致性检验,ICC 值为 0.99 ( $F = 325, P < 0.0001$ ),说明 2 位测量者之间一致性较高。

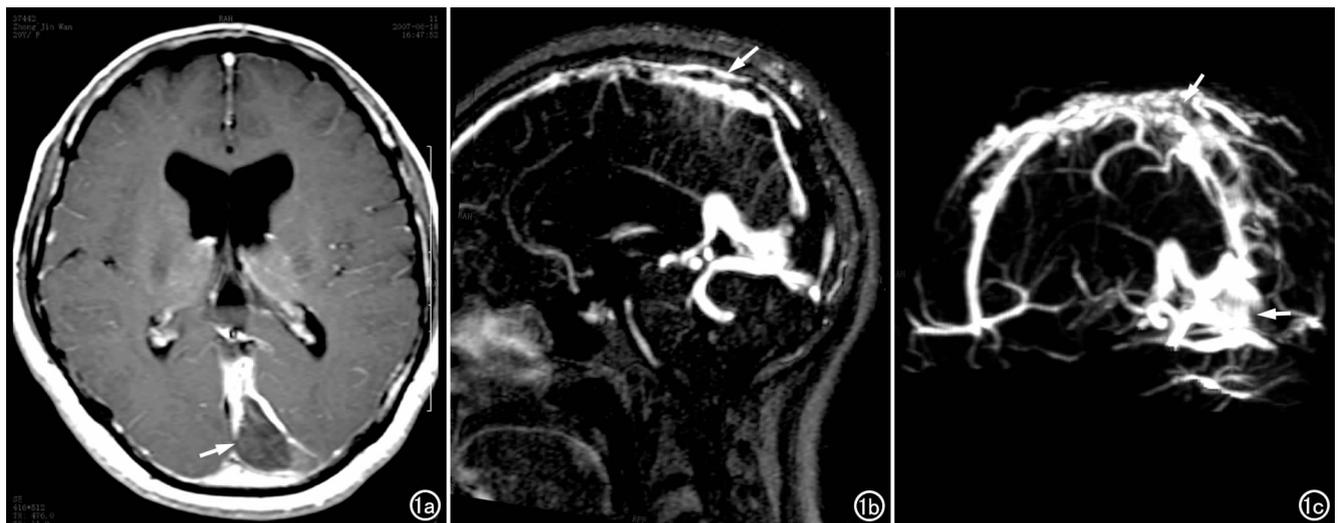


图 1 发病后 1 天的患者,MRI 增强扫描示上矢状窦和窦汇内充盈缺损(箭),脑表面静脉扩张,部分血管内血栓形成、中断。a) 横轴面图像;b) 矢状面图像;c) 3D-MRV 图像。

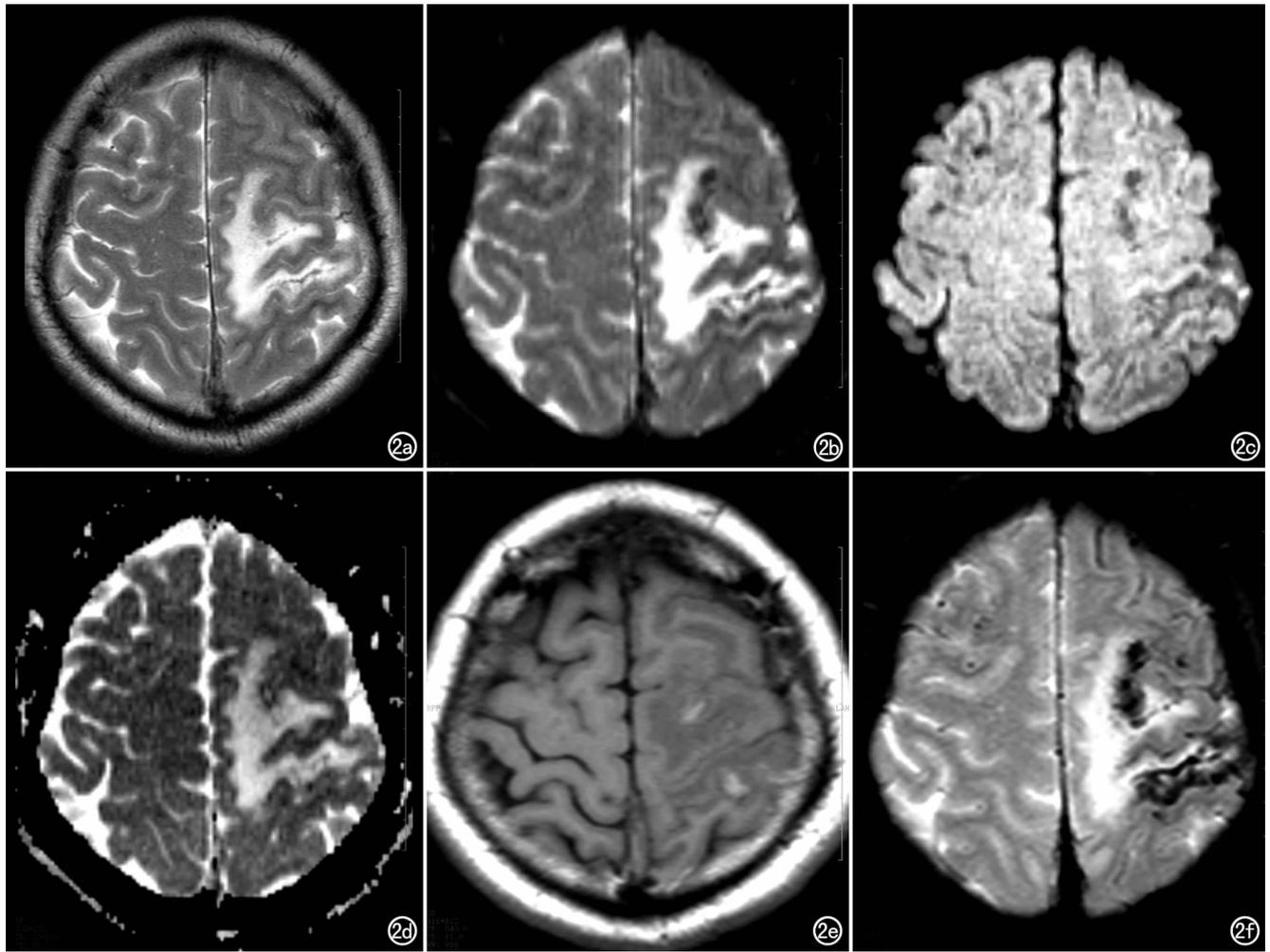


图2 左侧额顶叶出血性脑梗死(发病后15天患者)。a) 横轴面  $T_2$  WI 示左侧额顶叶病灶呈混杂低信号,周围大片高信号水肿区; b) DWI( $b=0$ ) 示病灶信号特点与  $T_2$  WI 相似; c) DWI( $b=1000\text{s}/\text{mm}^2$ ) 示出血灶呈低信号,周围水肿显示不清; d) ADC 图示出血灶为不均匀混杂信号; e) 横轴面  $T_1$  WI 示出血灶呈小条形高信号; f)  $T_2^*$  WI 示出血灶呈低信号,显示最明显,范围最大。

表1 6例缺血坏死病灶大小及ADC值 ( $\text{mm}^2/\text{s}$ )

序号	病程(d)	最大横断面积	中央区	边缘区
1	15	3.3cm×1.5cm	$0.524 \times 10^{-3}$	$1.275 \times 10^{-3}$
2	3	4.1cm×4.1cm	$0.523 \times 10^{-3}$	$1.270 \times 10^{-3}$
3	3	5.3cm×4.3cm	$0.446 \times 10^{-3}$	$1.135 \times 10^{-3}$
4	15	5.4cm×5.2cm	$0.625 \times 10^{-3}$	$1.330 \times 10^{-3}$
5	5	8.1cm×4.7cm	$0.112 \times 10^{-3}$	$0.155 \times 10^{-3}$
6	1	7.5cm×8.6cm	$0.088 \times 10^{-3}$	$0.108 \times 10^{-3}$

## 讨论

脑静脉窦血栓形成可导致脑静脉回流障碍和颅内压增高,可并发脑梗死、皮层出血等相应脑实质损害,病损范围与闭塞静脉窦的引流区域关系密切,因此,早期诊断、明确静脉窦闭塞的范围和判断继发性脑损伤及其程度对临床治疗具有重要意义<sup>[1,2]</sup>。

### 1. 不同MRI序列对脑静脉窦血栓显示的的特点

脑静脉窦血栓好发于上矢状窦、横窦,其MRI表现与血栓形成的时间有关,血栓的信号异常仅在亚急性期最具特征性,其它时期的血栓信号很容易与脑实质或正常血管内的流空信号相混淆。

脑静脉窦血栓依其形成时间的长短和MRI表现的差异可分为急性期( $<1$ 周),亚急性期(1~2周)和慢性期( $>2$ 周)。起病3天内,由于血栓内主要为脱氧血红蛋白,使之在  $T_1$  WI 上呈等信号、 $T_2$  WI 为低信号;另外,静脉窦血栓多发生在上矢状窦,常规横轴面MRI平扫容易遗漏,对横窦的血栓也易误认为慢血流或血流伪影,导致延误诊断。本组11例中MRI平扫诊断正确9例,2例不能在平扫MRI上显示,增强后正常静脉窦明显强化,可明确显示脑静脉窦内三角形和条束状充盈缺损的血栓。因此,对于出现非动脉供血区分布的梗死灶和额顶部皮层下出血和水肿,尤其

是中青年患者, 应行增强 MRI 检查。增强  $T_1$  WI 的缺点是难以全面显示回流静脉的血栓和侧支血管形成。

MRV 包括 2D-TOF、3D-TOF 成像技术和三维对比增强 MRA。有关 2D-TOF、3D-TOF 成像技术已有较多报道<sup>[3,4]</sup>。正常静脉窦和脑静脉表现为高信号, 脑静脉窦血栓形成的直接征象是高信号缺失, 其直接征象为受累静脉窦闭塞、不规则狭窄和充盈缺损。由于静脉窦回流障碍, 常见脑表面及深部静脉扩张、静脉血郁滞及侧支循环形成。2D-MRV 法不能真实显示窦腔的解剖形态, 对管径细小的侧支静脉显示较差。3D-MRV 法不仅可以消除背景高信号, 且对慢血流显示优于 2D-MRV。3D-CE 法具有扫描速度快、血管图像质量高、图像后处理技术简便等优点, 可显示静脉窦内充盈缺损及其侧支静脉内血栓, 同时也克服了 MRI 扫描技术对血流状态依赖性的特点, 缺点是受轴位 FOV 限制, 未能包括大脑半球两侧边缘的静脉, 因此, 如果能联合多种成像和后处理技术, 可更好显示血栓的范围、窦腔闭塞程度和侧支静脉循环情况, 同时也克服了 MRI 技术对血流状态依赖的缺点。

## 2. 静脉性脑损害的特点

静脉性脑损害病灶的 MRI 表现为  $T_1$  WI 上呈低信号或等信号,  $T_2$  WI 上呈高信号, 边界略模糊。脑梗死的分布与动脉性完全不一致, 其梗死部位表浅, 累及皮层和皮层邻近白质, 冠状面图像上呈紧靠皮层的圆形或三角形病灶, 横轴面或矢状面上显示长轴在前后方向的卵圆形病灶, 伴有脑肿胀和水肿, 皮层脑沟消失和程度不等的占位效应。

由于静脉淤血, 小静脉和毛细血管内流体静压升高, 加之脑组织疏松, 所以梗死灶内极易发生出血。出血的信号取决于血红蛋白的演变过程, 本组病例发病距 MRI 检查时间均在 24 h 之后, 因此, 出血灶成分主要是脱氧血红蛋白和高铁血红蛋白, 两者均有短  $T_2$  效应, 可以解释本组病例对出血的检出以  $T_2^*$  WI 最为敏感。

由于静脉窦血栓形成的临床症状隐匿, 血栓形成后行 MRI 检查时脑组织已发生急性血管源性水肿<sup>[5]</sup>, 缺血区脑组织含水量明显增加, 导致本组病例对缺血面积的显示以  $T_2$  WI 显示最大, 与一般的动脉性急性梗死不同, b 值为 0 的 DWI 实际上相当于  $T_2$  WI, 这也可以解释 b 值值为 0 时缺血水肿显示清楚, 而 b 值为 1000  $s/mm^2$  时反而难以显示脑血管源性水肿情况。

## 3. ADC 值定量分析对脑梗死诊断的意义

从本组病例所测数据可以观察到, 虽然  $T_2$  WI 所显示的缺血坏死脑组织的 ADC 值较正常脑组织下降程度不一, 但病灶中心和边缘区的 ADC 值不同, 中央低, 边缘相对高, 呈由中央至外周逐渐减轻的过程, 病灶越大中央区 ADC 值越低。这一改变与脑组织受损病理演变情况大致相符, 即急性期细胞受损, 细胞毒性水肿明显, 水分子扩散受限, 随着病情发展, 血管源性水肿加剧, 大量水分子进入细胞外间隙, 使自由扩散增加, 同时, 大病灶的中心区缺血更为严重, 导致扩散受限更为明显。由于本组病例较少, 发病距检查时间有较大的差异, 表明本组病例的脑损害分散处于脑组织缺血坏死的不同时期, 难以进行统计学处理。文献<sup>[6]</sup>也报道静脉性的出血性梗死尽管在 ADC 上显示为血管源性水肿, 但并不是完全不可逆的。

总之, MRI 对脑静脉窦血栓和静脉闭塞的诊断及其相应的脑损害具有重要的作用, 联合应用多种 MRI 检查方法, 可以更全面评价静脉窦和其回流静脉内血栓及侧支静脉形成的情况, 也更有利于判断出血的时期及其脑缺血坏死的程度。本文不足之处是没有将增强 MRV 与 TOF 法 MRV 进行比较。

## 参考文献:

- [1] Poon CS, Chang JK, Swarnkar A, et al. Radiologic Diagnosis of Cerebral Venous Thrombosis: Pictorial Review [J]. AJR, 2007, 189(1): 64-75.
- [2] Leach JL, Fortuna RB, Jones BV, et al. Imaging of Cerebral Venous Thrombosis: Current Techniques, Spectrum of Findings and Diagnostic Pitfalls [J]. RadioGraphics, 2006, 26 (suppl 1): S19-S43.
- [3] Liang L, Korogi Y, Sugahara T, et al. Evaluation of the Intracranial Dural Sinuses with a 3D Contrast-enhanced MP-RAGE Sequence: Prospective Comparison with 2D-TOF MR Venography and Digital Subtraction Angiography [J]. AJNR, 2001, 22(3): 481-492.
- [4] 曹惠霞, 吴迪, 王俊, 等. 三维增强磁共振静脉成像评价颅内静脉系统 [J]. 放射学实践, 2007, 22(11): 1185-1188.
- [5] 王娟, 周义成, 李祥, 等. 急性脑静脉闭塞脑损伤治疗时间窗初探: DWI 与病理学对照实验研究 [J]. 放射学实践, 2007, 22(2): 119-123.
- [6] Ducreux D, Oppenheim C, Vandamme X, et al. Diffusion-weighted Imaging Patterns of Brain Damage Associated with Cerebral Venous Thrombosis [J]. AJNR, 2001, 22(2): 261-268.

(收稿日期: 2008-12-24 修回日期: 2009-05-15)