

三维增强磁共振静脉成像评价颅内静脉系统

曹惠霞, 吴迪, 王俊, 余浩杰, 崔静, 韩立新

【摘要】 目的:比较三维增强 FLASH 序列和 2D TOF 序列 MR 静脉成像(MRV)对颅内静脉系统的诊断价值。**方法:**本组 11 例中健康志愿者 6 例(正常组),脑静脉窦血栓形成患者 5 例(病变组),均同时行 3D 增强 FLASH 和 2D TOF 序列 MRV 扫描,病变组 5 例患者同时行 DSA 检查。将脑内主要静脉(14 支)的显示情况分为 3 级:满意显示,一般显示和未显示。比较两种扫描方法对脑内静脉和静脉血栓的显示情况。**结果:**正常组中三维增强 FLASH 和 2D TOF 序列对所观察的 14 支脑静脉的满意显示率、一般显示率和未显示率分别为 88.10%,5.95%,5.95%和 30.95%,53.57%,15.48%。三维增强 FLASH 未显示结构主要为下矢状窦。病变组 5 例中 DSA 共发现 12 处血管病变,三维增强 FLASH 显示优于 2D TOF 10 处,两者相仿 2 处。**结论:**三维增强 FLASH 对脑静脉系统的显示优于 2D TOF 序列,可以提供高质量的脑内静脉结构的图像,对诊断脑静脉内血栓形成有重要临床价值。

【关键词】 磁共振成像; 磁共振静脉成像; 窦血栓形成, 颅内; 脑;

【中图分类号】 R445.2; R814.46; R543.6; R332.123 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2007)11-1185-04

Evaluation for Intracranial Venous System with 3-Dimensional Contrast Enhancing MR Venography CAO Hui-xia, WU Di, WANG Jun, et al. Department of Radiology, Guangzhou Army General Hospital, Guangzhou 510010, P. R. China

【Abstract】 Objective: To comparatively study the clinical diagnostic value of the three-dimensional gadolinium-enhancing fast low angle shot sequence (3DE FLASH) with that of the two-dimensional time of flight (2D TOF) in the diagnosis of intracranial venous system diseases. **Methods:** 3DE FLASH, 2D TOF and cranial DSA were all performed the same time intervals in 11 cases (including 5 healthy volunteers without any intracranial diseases, designated as group of volunteers, and 5 patients with intracranial venous thrombosis, designated as group of patients). The MR demonstration of intracranial veins with these 2 angiographic techniques was correlatively compared. On MR venograms, the demonstration of 14 major intracranial veins was defined as 3 grades: satisfactorily demonstrated, demonstrated and poorly demonstrated. Two readers were asked to compare and evaluate independently the demonstration of the 14 major intracranial veins and thrombosed veins on the MR venograms respectively scanned with the 2 different techniques. **Results:** In group of volunteers, the demonstration rates of the 14 major intracranial veins on the venograms scanned with 3DE FLASH and 2D TOF techniques were shown as: satisfactorily demonstrated rates 88.10% and 30.95%, demonstrated rates 5.95% and 53.57%, as well as poorly demonstrated rate 5.95% and 15.48% respectively. The venous structure that was poorly demonstrated on 3DE FLASH images was primarily the inferior sagittal sinus. Using the DSA demonstration of the major and thrombosed veins as a standard, 12 venous lesions were found with DSA in the 5 cases of group of patients. 10 of the 12 venous lesions were better demonstrated on 3DE FLASH scans than on 2D TOF images, however, their demonstration of the remaining 2 lesions was very much similar. **Conclusion:** 3DE FLASH was better than 2D TOF in displaying intracranial venous system. The former provided high quality images of intracranial venous structures and was very valuable for the detection and diagnosis of intracranial venous and sinus thrombosis.

【Key words】 Magnetic resonance imaging; Magnetic resonance venography; Sinus thrombosis; Brain

磁共振 2D 时间飞跃(time of flight, TOF)序列磁共振静脉成像(magnetic resonance venography, MRV)对慢血流敏感,常用于脑静脉窦血栓形成的诊断^[1]。但由于该序列对血液流动敏感,在血流出现涡流和湍流处常引起信号丢失,出现充盈缺损和中断的假像,给诊断带来困难。随着磁共振软件和硬件的更

新,增强快速血管成像在动脉系统已取得了满意的结果^[2]。笔者应用增强快速成像技术显示脑静脉系统,旨在探讨该技术对显示正常脑静脉和脑静脉内血栓的价值并与 2D TOF 序列进行比较。

材料与方法

本组 11 例研究对象,正常组 6 例(因身体其它部位病变来检查,无神经系统症状,头颅常规扫描未见明显异常),男 4 例,女 2 例,年龄 29~50 岁,平均 40.3

岁;病变组 5 例(临床疑诊脑静脉血栓形成),男 3 例,女 2 例,年龄 3~56 岁,平均 34.5 岁。11 例同时行 2D TOF 和三维增强快速小角度激发(fast low angle shot,FLASH)序列 MRV 扫描,病变组 5 例患者同时行 DSA 检查。

使用 Siemens Sonata 1.5T MR 机,标准头部线圈。首先行常规 MR T₁WI, T₂WI 和液体衰减翻转恢复序列,然后进行 MRV 检查。2D TOF 序列扫描参数:TR 25 ms, TE 7.2 ms, 翻转角 60°, 一次信号平均, 矩阵 256×256, 视野 250 mm×250 mm, 层厚 3 mm, 矢状面扫描, 范围从左颞至右颞, 扫描层块下方施加饱和带以抑制动脉成像。三维增强 FLASH 序列的扫描程序是先行上矢状窦后部血流的测定, 对比剂剂量 2 ml, 注射速率 3 ml/s, 20 ml 生理盐水冲管。扫描和注射同时启动, 将上矢状窦最佳显示时间定为最佳扫描延迟时间;扫描参数:TR 7.65 ms, TE 2.23 ms, 翻转角 30°, 矩阵 320×320, 视野 256×256, 层厚 1.3 mm, 带宽 420, 三维中心排序和椭圆形扫描序列, 矢状面扫描, 约 125 层, 扫描时间 3~4 min。

将 2D TOF 和 3D 增强 FLASH 序列扫描的原始图像传到工作站, 利用最大信号强度投影法, 每隔 10° 旋转共获得 18 张静脉三维重组图像。选取脑内 14 个主要静脉结构(上矢状窦, 下矢状窦, 窦汇, 直窦, 大脑内静脉, 基底静脉, 大脑大静脉, 双侧横窦, 双侧乙状窦, 双侧横窦与乙状窦的连接, 上引流静脉)为主要观察对象, 由 2 位高年资医生共同阅片并达到共识。将 MRV 图像上血管的显示情况分为 3 级:满意(血管连

续、清晰), 一般(血管显示但有中断或部分节段变细)和差(未显示)。以 DSA 为金标准, 比较两种扫描方法对上述结构及静脉血栓的显示情况。两组间率的比较使用卡方检验。

结 果

正常组 6 例共 84 支观察血管, 2 种扫描序列对血管的显示情况见表 1。三维增强 FLASH 序列满意显示 74 支(88.10%), 2D TOF 序列为 26 支(30.95%), 两者差异有显著性意义($P<0.01$), 三维增强 FLASH 序列图像质量明显优于 2D TOF 序列(图 1)。三维增强 FLASH 序列有 4 例下矢状窦未显影, 2D TOF 图像上有 5 例未显影。2D TOF 图像上所观察的血管显示为一般的占多数(45 例, 53.57%)。

病变组 5 例, 常规扫描未见明显异常 1 例;发现脑水肿或/和脑出血 2 例;静脉和静脉窦信号改变 4 例, 其中 T₁WI 显示静脉窦内等信号 3 例, 高信号 1 例, FLASH 序列 T₂WI 显示稍高信号 4 例。增强扫描示静脉内充盈缺损 5 例, 病侧小静脉增多、强化 1 例。5 例均行 DSA 检查, 共发现 12 支血管受累, 包括上矢状窦 4 支, 右侧乙状窦 1 支, 左侧乙状窦 3 支, 左侧横窦 2 支, 直窦 1 支, 右侧横窦与乙状窦交界 1 支;三维增强 FLASH 对病变血管的显示优于 2D TOF 序列共 10 支, 两者相仿 2 支[直窦和横窦与乙状窦交界各 1 支(图 2)]。5 例中 2 例脑静脉窦阻塞后侧支循环形成, 三维增强 FLASH 显示均优于 2D TOF 序列(图 3)。2 例非优势横窦、乙状窦, 在三维增强 FLASH 图

表 1 两种扫描方法对正常人脑静脉显示比较

静脉结构	3DE FLASH			2D TOF		
	未显示	一般显示	满意显示	未显示	一般显示	满意显示
上矢状窦	0	0	6	0	5	1
下矢状窦	4	0	2	5	1	0
窦汇	0	0	6	1	5	0
横窦						
左	0	1	5	0	5	1
右	0	0	6	0	2	4
横乙连接						
左	0	1	5	3	2	1
右	0	1	5	1	2	3
乙状窦						
左	0	0	6	1	3	2
右	0	0	6	0	3	3
大脑内静脉	0	0	6	0	6	0
基底静脉	1	2	3	0	1	5
大脑大静脉	0	0	6	0	1	5
直窦	0	0	6	2	4	0
上引流静脉	0	0	6	0	5	1
合计(%)	5(5.95%)	5(5.95%)	74(88.10%)	13(15.48%)	45(53.57%)	26(30.95%)

注:3DE FLASH 组与 2D TOF 序列满意显示率和一般显示率差异有显著性意义, $P<0.01$, 未显示组 $P<0.05$ 。

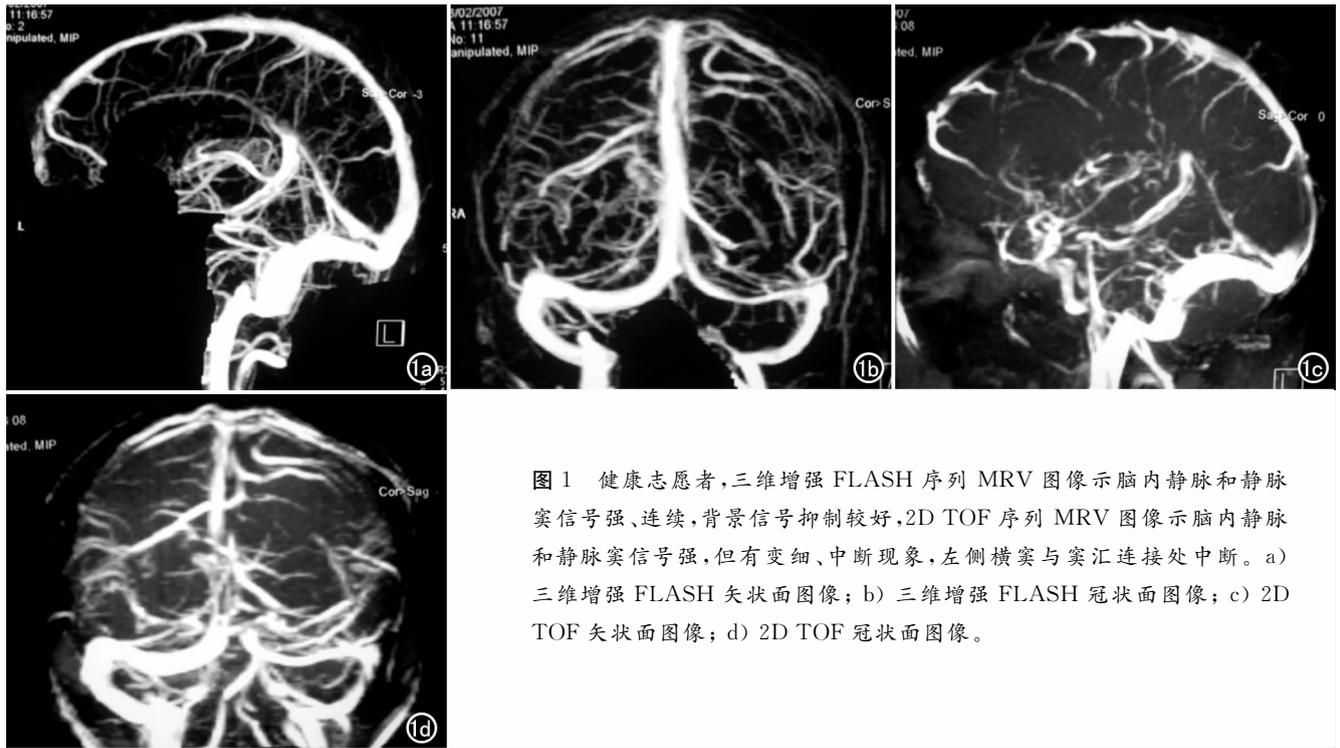


图1 健康志愿者,三维增强 FLASH 序列 MRV 图像示脑内静脉和静脉窦信号强、连续,背景信号抑制较好,2D TOF 序列 MRV 图像示脑内静脉和静脉窦信号强,但有变细、中断现象,左侧横窦与窦汇连接处中断。a) 三维增强 FLASH 矢状面图像; b) 三维增强 FLASH 冠状面图像; c) 2D TOF 矢状面图像; d) 2D TOF 冠状面图像。

像上显示较细,而在 2D TOF 图像上显示为狭窄或未显示。

讨论

目前脑静脉窦和脑静脉的主要成像序列有 2D 和 3D 相位对比法 (phase contrast, PC)、2D TOF、3D FLASH 增强扫描等。相位对比法成功与否与操作者所选择的血流流速编码有关。Liauw 等^[3]应用 PC 和

TOF 序列对 12 例患者进行了比较研究,结果显示 2D TOF 和 3D PC 法对大静脉窦的显示能力相似(显示率分别为 92% 和 85%),而非增强 3D TOF 和 2D PC 对静脉结构的显示能力较差。笔者曾使用 2D PC 法行脑静脉扫描,但仅能显示静脉窦主干,图像质量较差,不能提供准确的信息,只能作为脑静脉窦病尤其其是危重或难以耐受长时间检查患者的筛选。而 3D PC 序列扫描时间长,临床应用受到限制。

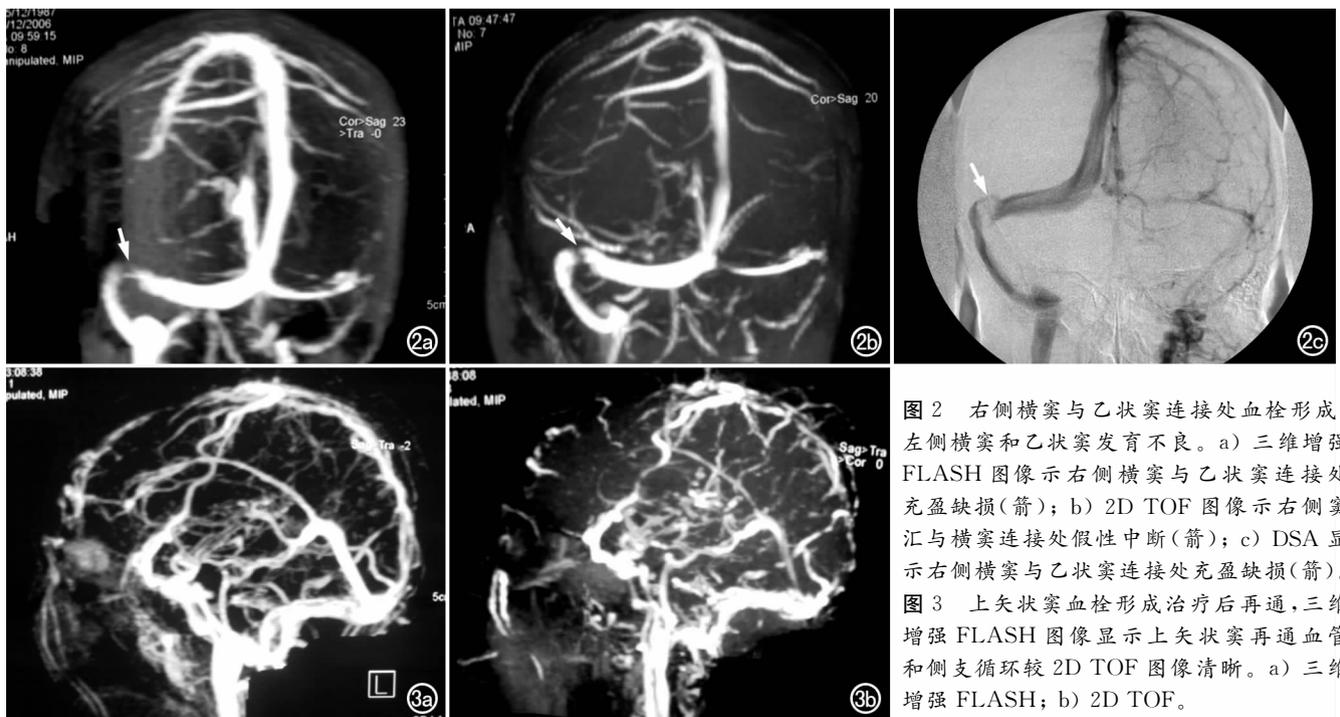


图2 右侧横窦与乙状窦连接处血栓形成,左侧横窦和乙状窦发育不良。a) 三维增强 FLASH 图像示右侧横窦与乙状窦连接处充盈缺损(箭); b) 2D TOF 图像示右侧窦汇与横窦连接处假性中断(箭); c) DSA 显示右侧横窦与乙状窦连接处充盈缺损(箭)。图3 上矢状窦血栓形成治疗后再通,三维增强 FLASH 图像显示上矢状窦再通血管和侧支循环较 2D TOF 图像清晰。a) 三维增强 FLASH; b) 2D TOF。

2D TOF 序列 MRV 为脑静脉血栓形成常用的检查方法。该序列对慢血流特别是对垂直扫描平面的血流显示最好。但对平面内的血流容易产生饱和,所以无论是矢状位或冠状位扫描都会出现某段静脉的不显影或显影较差;在血管拐弯处血流易出现涡流、湍流造成信号的丢失,形成血管的中断的假像,在应用该序列鉴别静脉发育不良和静脉窦血栓需特别谨慎,需要结合临床病史和原始图像综合评价。有作者^[4]比较了矢状面与冠状面 2D TOF 对脑内静脉系统的显示,结果显示冠状面 2D TOF 对上矢状窦完全显示率(80%)高于矢状面(56%)。本组中行矢状面 2D TOF 扫描,在上矢状窦后部常出现血管变细或无信号,在横乙连接处出现充盈缺损,这是本组中该序列满意显示率较文献^[5]报道低的主要原因。

三维对比增强血管成像是近年来发展起来的新技术,与 2D TOF 相比有以下优点:它是利用顺磁性对比剂缩短血液的 T_1 时间,与血液的流动无关,这就克服了湍流、涡流和扫描平面内质子饱和所引起的信号丢失;K 空间的采集能快速地捕捉到静脉最佳强化的时间,在保证扫描速度的前提下提高了图像的空间分辨率;3D FLASH 序列重复时间短(7.65 ms),对背景信号(如脂肪)较 TOF 序列抑制得更有效。本研究中的关键技术是快速团注对比剂,在静脉内对比剂浓度达到最高时快速采集数据。为了达到上述目的,首先测定对比剂到达靶静脉(本组选择上矢状窦)的时间,此时间为扫描的延迟时间。在参数选择上选择中心排序(centric reordering)和椭圆形扫描(elliptical scanning),两者的目的是尽可能快的采集椭圆形 K 空间中心的原始数据,以提高扫描速度而不影响图像的密度分辨率。本研究中正常组 84 支血管,3DE FLASH 满意显示 74 支(88.10%),而 2D TOF 仅为 26 支(30.95%),两者差异有显著意义。3DE FLASH 显示欠佳的主要是下矢状窦,有 4 例未显示,2D TOF 有 5 例未显示,可能与部分患者存在下矢状窦未发育有关^[5]。

在静脉窦血栓形成病例中,3DE FLASH 可以显示静脉腔内的充盈缺损和栓塞后再通的管腔,而 2D

TOF 往往夸大病变的范围和严重程度,甚至血管完全不显示。本组中 3DE FLASH 显示病变优于 2D TOF 者达 10 处,两者相仿 2 处(图 3),无 1 例 3D MRV 的显示差于 2D TOF。文献^[4]报道 3DE FLASH 对慢性期血栓不敏感,因为此期的血栓有血供可以强化,而 2D TOF 则可显示非流动的血栓,但本组病例中未见此表现,对此有必要作进一步研究。对侧支循环显示情况,3DE FLASH 较 2D TOF 更丰富和确切。本组中 3DE FLASH 脑静脉成像显示的受累血管部位及侧支循环与 DSA 检查一致性最好。

本序列不足之处是患者需静脉注射对比剂,扫描稍复杂;尽管成像中可以通过裁切的方法将动脉去掉,但仍会遮盖一些小静脉,以致外侧裂静脉及 LABBE 静脉显示不佳。需要强调的是任何血管成像的重组图像必须结合常规扫描序列影像和血管成像的原始图像才能最准确地作出诊断。另外本组的样本较小,今后尚需行大宗病例进一步研究。

总之,3DE FLASH 序列 MRV 可清晰显示脑内正常静脉窦和大的静脉系统,对静脉窦和静脉内血栓显示良好,可用于临床急性期患者的早期诊断,对疑有脑静脉病变的病例可列为常规扫描。

参考文献:

- [1] 张颖东,石静萍,刘文. 磁共振静脉血管成像是脑静脉窦血栓形成诊断中的应用[J]. 临床神经病学杂志,2004,17(1):14-16.
- [2] 陆建平,刘崎. 三维增强磁共振血管成像[M]. 上海:上海科学技术出版社,1999. 25-44.
- [3] Liauw L, van Buchem MA, Spilt A, et al. MR Angiography of the Intracranial Venous System[J]. Radiology, 2000, 214(3): 678-682.
- [4] Haroun A. Utility of Contrast-enhanced 3D Turbo-flash MR Angiography in Evaluating the Intracranial Venous System[J]. Neuroradiology, 2005, 47(5): 322-327.
- [5] Farb RI, Scott JN, Willinsk RA, et al. Intracranial Venous System: Gadolinium-enhanced Three Dimensional MR Venography with Auto-triggered Elliptic Centric-ordered Sequence, Initial Experience[J]. Radiology, 2003, 226(1): 203-209.

(收稿日期:2007-06-21 修回日期:2007-09-25)