

• 中枢神经影像学 •

PC 机辅助 MR 脑灌注成像初步研究

卢洁, 李坤成, 梁志刚

【摘要】 目的:研究 PC 机辅助 MR 脑灌注成像软件,探讨其临床应用价值。**方法:**在 PC 机上使用 MR 脑灌注成像软件,对 5 例健康人和 18 例脑缺血患者的灌注图像进行后处理,计算出有关脑灌注参数图,包括相对脑血流量(rrCBF)图、相对脑血容量(rrCBV)图、局部灌注达峰时间(TTP)图和团注平均通过时间(bMTT)图。**结果:**应用 MR 脑灌注成像软件可以在 PC 机上实现灌注图像的后处理,脑灌注参数图能够为脑缺血患者提供有价值的脑血液动力学信息,显示灌注异常的范围。**结论:**PC 机辅助 MR 脑灌注成像软件简单易行,可显示常规 MR 无法显示的血流动力学异常,对临床和科研具有重要价值。

【关键词】 灌注,脑;磁共振成像;计算机辅助

【中图分类号】 R445.2 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2006)06-0546-03

MR Cerebral Perfusion Imaging on Personal Computer LU Jie, LI Kun-cheng, LIANG Zhi-gang. Department of Radiology, Xuanwu Hospital, Capital University of Medical Sciences, Beijing 100053, P. R. China

【Abstract】 Objective: To introduce a method of making MR cerebral perfusion weighted imaging based on Personal Computer (PC) and probe into the clinical diagnostic value of the method. **Methods:** MR cerebral perfusion weighted imaging was performed in 5 normal adults and 18 patients with cerebral ischemia. Perfusion-weighted images were analyzed with a software running on PC. Cerebral perfusion mapping with parameters including relative regional cerebral blood flow (rrCBF), relative regional cerebral blood volume (rrCBV), time to peak (TTP) and bolus mean transit time (bMTT) were conducted on PC. **Results:** The process and analysis could be performed successfully on PC. The cerebral perfusion mapping provided valuable hemodynamic information and showed the extent of perfusion disturbances. **Conclusion:** PC aided mapping of MR cerebral perfusion weighted imaging is a simple and accessible technique for delineating the hemodynamic abnormalities. The methods could obtain more diagnostic information, and has great practical value in both clinical and research works.

【Key words】 Perfusion, brain; Magnetic resonance imaging; Computer-assisted

近年来,随 MR 快速成像技术的发展,有关 MR 脑灌注加权成像(perfusion weighted imaging, PWI)的临床应用报道日益增多,尤其对脑缺血的研究更是大家关注的热点^[1,2]。但是由于 MR 脑灌注软件作为工作站中的选件,价格昂贵,限制其在国内的临床应用。目前,由于计算机辅助诊断(computer assisted diagnosis, CAD)的进步,使脑灌注成像的发展前景更为广阔。本研究针对国内现状,在 PC 机平台上使用脑灌注成像软件,实现对灌注图像的后处理。现将研究的初步结果报道如下。

材料与方法

正常健康成人 5 例,均无神经系统症状及体征,其中男 3 例,女 2 例,年龄 20~66 岁,平均 39.8 岁。另有 18 例均为我院神经科收治的脑缺血患者,起病时间为 1~30 d。其中 8 例为脑梗死,10 例为短暂性脑缺血发作(transient ischemic attack, TIA),男女各 9 例,

年龄 21~73 岁,平均 49.2 岁。

PWI 检查方法:使用 1.5 T 全身磁共振扫描仪(Siemens Sonata)获取 PWI 图像。在检查开始前,于患者肘静脉放置一个 18 G 的静脉插管。应用对 T₂* 敏感的平面回波自由衰减序列连续扫描 60 次,在第 10 次扫描时,使用 Medrad 高压注射器,经静脉插管快速团注 Gd-DTPA,剂量 0.2 mmol/kg,然后立即推注相同体积的生理盐水,注药流量为 5 ml/s。根据 MRI 平扫发现病灶的部位和范围选择 PWI 的扫描层面。具体扫描参数:TR 4900 ms, TE 40 ms,反转角 90°,视野 230 mm,层厚 5 mm,层间距 1.5 mm,采集矩阵 128×128 和激励次数 1。完成 PWI 扫描后,每一个扫描层面共获得 60 帧连续图像,这些图像用于脑血流灌注分析。

根据中心容积原理的理论,以 Visual C++ 为开发语言进行程序编写。

MR 脑灌注软件运行的 PC 机系统环境:①硬件配置为 Pentium 300 微处理器,128MB 内存,12G 硬盘,15B 三菱彩色显示器,ATI 128M 显卡;② Windows 98 操作系统。

作者单位:100053 北京,首都医科大学宣武医院医学影像学部放射科

作者简介:卢洁(1975—),女,河北人,博士,主要从事神经影像学诊断工作。

数据获取与后处理:经 PACS 网络及程序将患者 PWI 图像的 DICOM 3.0 标准格式数据下载到微机上,使用 MR 脑灌注成像软件进行:①图像数据读入:读入的数据为 60 个连续序列,使用者可以任意根据需要进行选择序列;②图像预处理:首先对选择序列的所有图像进行平滑,去除图像噪声;③确定首次通过时间:在第一次扫描的图像上,选择感兴趣区,软件根据读入的全部数据自动给出团注对比剂首次通过曲线,从而确定首次通过时间 t_1 和 t_2 (图 1);④计算脑灌注参数图:输入时间 t_1 和 t_2 ,程序可自动计算出一系列脑灌注参数图,包括相对局部脑血流量(relative region cerebral blood flow, rrCBF)图、相对局部脑血容量(relative region cerebral blood volume, rrCBV)图、局部灌注达峰时间(time to peak, TTP)图和团注平均通过时间(bolus mean transit time, bMTT)图,这些图像均可以黑白、伪彩色显示,并可以自行调节亮度和对比度,以达到最佳的显示效果,伪彩色显示更加能突出病变区域的对比度;⑤定量测量:在 TTP、bMTT、rrCBF、rrCBV 任意脑灌注参数图上,用鼠标选取某一感兴趣区,就可自动计算出其灌注参数值。

结 果

1. 正常成人脑灌注表现

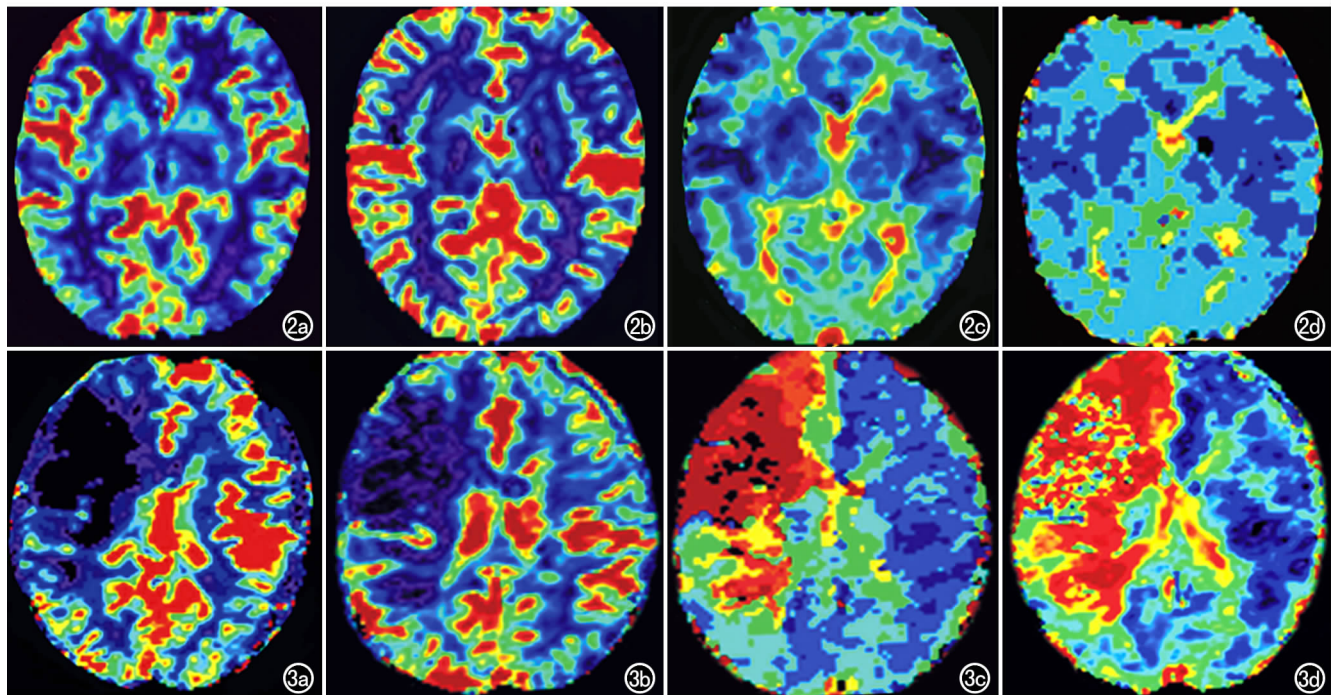


图 2 女,21 岁,正常成人,脑灌注图未发现明确异常。a) rrCBF; b) rrCBV 图,均显示灰质区明显高于白质。c) TTP; d) bMTT 图,均示白质区较灰质区延长。图 3 男,64 岁,左侧肢体无力 1 天。a) rrCBF 图示右额颞叶血流量较明显对侧降低; b) rrCBV 图示右额颞叶血容量较对侧明显降低; c) TTP 图示右额侧、颞叶达峰时间较对侧明显延迟; d) bMTT 图示右额、颞叶平均通过时间较对侧明显延迟。

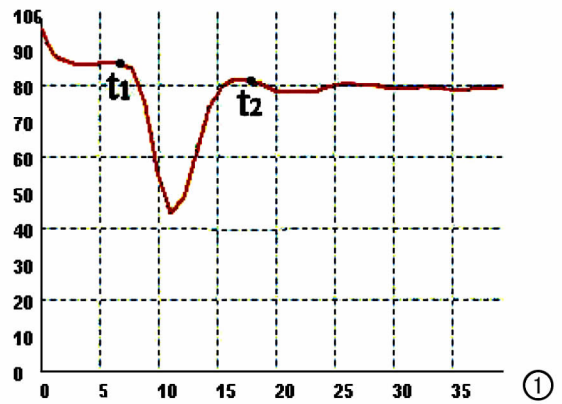


图 1 对比剂首次通过曲线。

rrCBF、rrCBV 图显示灰质区明显高于白质, TTP、bMTT 图显示白质区较灰质区延长(图 2)。

2. 脑缺血患者的脑灌注表现

8 例脑梗死患者显示病变区 rrCBF、rrCBV 较对侧明显降低, TTP、bMTT 较对侧明显延迟(图 3); 10 例 TIA 患者显示责任病变区 TTP、bMTT 较对侧明显延迟, rrCBF、rrCBV 未见明显异常。

讨 论

1. MR 脑灌注成像的概念和方法

灌注表示血流通过毛细血管网,将携带的氧及其他物质输送给周围组织的功能。脑灌注指血液输送氧气和营养物质至脑组织并加以利用的过程,一般将之等同于血流过程。Villringer 等于 1988 年首次使用 Gd-DTPA,进行组织灌注的探索性研究。将顺磁性对比剂以团注方式快速注入血流,可导致成像组织的 T_1 、 T_2 (T_2^*) 值下降,以 T_2 值下降明显。由于对比剂采用团注方式,第一次循环的持续时间很短, MRI 扫描速度必须足够快(达亚秒级),才能观察到灌注效应。所以多采用 EPI 和快速梯度回波技术获取 PWI 图像^[3]。

2. 理论基础及脑灌注参数计算

使用非扩散标记物,即注射顺磁性对比剂 Gd-DTPA 来估算灌注,由于它只在血流而不扩散到组织中,因此可以用中心容积原理来表达^[4,5]。MR 图像信号强度与对比剂浓度的关系:

$$C(t) = -\log \frac{S(t)}{S_0} / TE \quad (1)$$

其中 $C(t)$ 为对比剂浓度, $S(t)$ 为 t 时刻的信号强度, S_0 为注射对比剂前基线水平的信号强度, TE 为回波时间。

bMTT 根据对比剂首次通过的时间-信号(对比剂浓度)曲线计算:

$$MTT = \frac{\int_{t_1}^{t_2} t C(t) dt}{\int_{t_1}^{t_2} C(t) dt} \quad (2)$$

rrCBV 是通过局部脑组织的相对血容量,计算公式为:

$$rrCBV = \int_{t_1}^{t_2} C(t) dt \quad (3)$$

根据中心容积原理可计算 rrCBF, 计算公式为:

$$rrCBF = \frac{rrCBV}{bMTT} \quad (4)$$

3. 临床应用价值

目前用于评价脑血流动力学的影像学方法有 SPECT、氙气 CT 扫描、PET 以及 MR 脑灌注成像等。氙 CT 扫描具有操作较复杂,要求患者至少静卧 6 min,检查可引起患者呼吸频率改变等缺点。SPECT 与 PET 均使用放射性同位素, PET 是测量局部脑血流量、脑血容量和脑代谢的“金标准”,但是其检查费用昂贵,设备普及率低,难以临床常规使用。而 PWI 具有检查快速、图像空间分辨力高、无射线辐射等优点,发现脑组织血流动力学异常的敏感性很高,主要用于脑缺血的研究^[5]。由于 PWI 扫描图像多,使用手绘感兴趣区方法进行图像后处理和计算较为复杂,世界上不少国家已经投入大量人力和财力,对灌注图

像的后处理软件进行研究,并取得进展,我国在这方面的发展相对落后。

随计算机及微电子技术的不断发展,PC 机已经具有大规模数据运算处理的能力,在很大程度上已经能够满足医学图像后处理的需要,与专门图像工作站相比,PC 机价格相对低廉,软件开发成本较低,而且 Window 98 操作系统界面友好,易于掌握,所以适于推广普及。本研究所用 MR 脑灌注软件资源消耗小,操作简单易行,能够快速提供脑血流动力学的详细情况,具有多个灌注参数,整个处理过程仅需十几分钟,适用于急性脑缺血患者的检查。使用鼠标点击灌注参数图上的任意感兴趣区,即可得到该区域相应参数的半定量数值;通过使用伪彩色技术,使病变区更加突出,不仅满足影像医师的科研要求,而且为临床医师提供了直观、明确影像诊断结果。通过对脑灌注软件的使用,我们认为它具有重要的临床应用价值,对于脑梗死患者,可提供缺血病灶的 TTP、bMTT、rrCBF、rrCBV 信息,了解血流改变的具体情况;对 TIA 患者,可显示 TTP、bMTT 异常的范围,估计侧枝循环血流情况,有助于临床治疗。

总之,随医学影像技术的不断更新与发展,掀起了医学图像后处理的新热潮,计算机在放射科广泛应用, CAD 的应用研究也不断深入,医学影像学与理工科结合是未来发展的方向,这将进一步推动 PC 机辅助 MR 脑灌注软件的开发与推广,对科研和临床都具有重大意义。

参考文献:

- [1] Neumann-Haefelin T, Witsack HJ, Wenserski F, et al. Diffusion- and Perfusion-weighted MRI: the DWI/PWI Mismatch Region in Acute Stroke[J]. Stroke, 1999, 30(8): 1591-1597.
- [2] Perkins CJ, Kahya E, Roque CT, et al. Fluid-attenuated Inversion Recovery and Diffusion- and Perfusion-weighted MRI Abnormalities in 117 Consecutive Patients with Stroke Symptoms[J]. Stroke, 2001, 32(12): 2774-281.
- [3] 卢洁, 李坤成. MR 脑灌注与弥散加权成像[J]. 中国医学影像技术, 2002, 18(10): 1083-1085.
- [4] Ostergaard L, Weisskoff RM, Chesler DA, et al. High Resolution Measurement of Cerebral Blood Flow Using Intravascular Tracer Bolus Passages. Part1: Mathematical Approach and Statistical Analysis[J]. MRM, 1996, 36(5): 715-725.
- [5] Ostergaard L, Weisskoff RM, Chesler DA, et al. High Resolution Measurement of Cerebral Blood Flow Using Intravascular Tracer Bolus Passages. Part2: Experimental Comparison and Preliminary Results[J]. MRM, 1996, 36(5): 726-736.
- [6] 卢洁, 李坤成. CT 脑灌注成像研究[J]. 国外医学: 临床放射学分册, 2002, 25(3): 149-151.

(收稿日期: 2005-12-20)