

慢性大脑中动脉狭窄与闭塞的 MR 灌注成像研究

卢洁, 李坤成, 张苗, 焦力群

【摘要】 目的:探讨单侧大脑中动脉(MCA)慢性重度狭窄、闭塞患者的 MR 脑灌注成像表现及其应用价值。**方法:**28 例单侧 MCA 慢性重度狭窄或闭塞患者行 MR 脑灌注成像检查,得出有关脑灌注参数图,包括相对脑血流量(rCBF)、相对脑血容量(rCBV)、相对平均通过时间(rMTT)和达峰时间(TTP)图,对灌注成像表现进行定性和定量分析。**结果:**28 例 MCA 慢性重度狭窄或闭塞患者,磁共振灌注加权成像(PWI)均发现病变侧灌注异常,病变侧 rCBV、rMTT 和 TTP 与对侧比较差异有显著性意义($P < 0.01$),rCBF 差异无显著性意义($P > 0.05$)。rMTT 和 TTP 图显示病变侧较对侧明显延迟,24 例仅累及 MCA 供血区,4 例同时累及 MCA 和分水岭区。**结论:**PWI 检查能够显示单侧 MCA 慢性重度狭窄或闭塞患者脑血流动力学受损情况,对临床诊断和治疗具有重要价值。

【关键词】 大脑中动脉; 狭窄, 病理性的; 动脉闭塞性疾病; 磁共振成像

【中图分类号】 R743.4; R445.2 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2007)01-0013-04

Study of MR Perfusion-weighted Imaging in Patients with Chronic MCA Stenosis or Occlusion LU Jie, LI Kun-cheng, ZHANG Miao, et al. Department of Radiology, Xuanwu Hospital, Capital Medical University, Beijing 100053, P. R. China

【Abstract】 Objective: To investigate the diagnostic value of MR perfusion-weighted imaging (PWI) in patients with severe unilateral middle cerebral artery (MCA) chronic stenosis or occlusion. **Methods:** PWI was performed in 28 patients with severe unilateral MCA stenosis or occlusion. The cerebral perfusion parameters included rCBF, rCBV, rMTT and TTP of the occluded as well as the contralateral hemisphere. These values were calculated, and the qualitative as well as quantitative analysis were carried out. **Results:** Of the 28 patients with severe MCA stenosis or occlusion, the rCBV, rMTT and TTP values showed statistically significant difference ($P < 0.01$) of abnormal regions between the occluded and the contralateral hemisphere. However, the rCBF values showed no statistically significant difference ($P > 0.05$). The rMTT and TTP were significantly delayed on the occluded side. In 24 cases, only the MCA supplied territory were involved; in 4 cases the MCA supplied territory as well as the border zone were involved. **Conclusion:** The abnormal cerebral hemodynamic changes in patients with unilateral severe MCA stenosis or occlusion can be demonstrated by PWI.

【Key words】 Middle cerebral artery; Stenosis, pathologic; Arterial occlusive disease; Magnetic resonance imaging

脑卒中中以缺血性多见(约占 75%~90%)。动脉粥样硬化是引起缺血性脑卒中的最主要原因,颅内大动脉和颅外颈动脉狭窄是缺血性脑卒中的常见原因,大脑中动脉(middle cerebral artery, MCA)供血范围广泛,最常受累。MCA 重度狭窄或闭塞通常导致脑内血流动力学障碍,其引发脑卒中的危险性很大,所以必须对其进行早期诊断和治疗^[1,2]。

磁共振灌注加权成像(perfusion-weighted imaging, PWI)应用平面回波(echo-planar imaging, EPI)和团注对比剂示踪技术,能够显示脑组织血流动力学改变,其改变早于形态学异常^[3,4]。本研究对单侧 MCA 慢性重度狭窄或闭塞患者行 PWI 检查,分析其

脑灌注成像的表现及其临床应用价值。

材料与方 法

搜集我院神经内、外科收治的 28 例 MCA 慢性重度狭窄或闭塞的患者,其中男 20 例、女 8 例,年龄 26~73 岁,平均(50.8±13.0)岁。患者均表现为反复短暂性脑缺血发作(transient ischemic attacks, TIA),病程为 1 个月~3 年。全组病例均于住院后行数字减影血管造影(digital subtraction angiography, DSA)检查,单侧 MCA 重度狭窄(50%~99%)和闭塞(100%)患者各 14 例。28 例患者均于症状发作的间歇期行 PWI 检查。

MR 检查方法和图像分析:应用 1.5T 超导型 MR 扫描仪(Siemens Sonata),头线圈,取横断面定位扫描基线,扫描范围覆盖整个大脑和小脑。首先行常规横轴面自旋回波(spinecho, SE) T₁ WI (TR500ms, TE

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,副主任医师,主要从事神经影像学诊断工作。

通讯作者:李坤成 E-mail:likuncheng1955@yahoo.com.cn

基金项目:北京市优秀人才培养资助项目(20042D0501809)

14 ms)和 T_2 WI(TR 4000 ms, TE 94 ms)扫描。PWI 检查方法:扫描部位和范围与常规横轴面 T_2 加权相同,开始检查前于患者肘静脉放置一个 18G 的静脉插管。应用 SE-EPI 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,注药流率为 5 ml/s,然后立即推注相同体积的生理盐水,注射流率 5 ml/s。扫描参数为:TR 1590 ms,TE 40 ms,反转角 90° ,230 mm 视野,5 mm 层厚,1.5 mm 层间距,128×128 采集矩阵和 1 次激励。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。

图像分析:将患者 PWI 图像 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后处理,计算出一系列脑灌注参数图,包括相对脑血流量(relative cerebral blood flow, rCBF)、相对脑血容量(relative cerebral blood volume, rCBV)、相对平均通过时间(relative mean transit time, rMTT)和达峰时间(time to peak, TTP)图。对脑灌注参数图分别进行定性和定量分析。定性分析:由 2 位有经验的神经影像诊断医师对这些图像进行分析,观察比较脑内两侧灌注区别,然后再共同阅片,对灌注异常区达成统一意见。定量分析:由于 TTP 图通常能很好显示灌注异常边界,因此在病变范围最大层面,选择对侧为相对正常参考,计算较对侧 ≥ 2 s 的延迟图像,然后人工勾画出各层灌注异常区,由软件自动测量出平均 TTP、rMTT、rCBF、rCBV 值,用镜像的方法测量对侧相应区,在有陈旧梗死灶的患者,勾画 ROI 不包括梗死区域。本研究用小脑作为参照,将所有灌注参数值分别与小脑相应的参数值相比,取其比值,对灌注参数值进行标准化处理。

数据分析:数据统计:全部数据经 SPSS 统计软件处理,统计结果均以 $\bar{x} \pm s$ 表示,对照区域的各项参数均使用 t 检验以检验差异的显著性。

结 果

1. MCA 慢性重度狭窄或闭塞的灌注参数结果

28 例患者病变侧和对侧相应区的 rCBF、rCBV、rMTT 和 TTP 比值见表 1,经统计学分析,病变侧与对侧之间 rCBV、rMTT、TTP 差异均有显著性意义($P < 0.05$),rCBF 差异无显著性意义($P > 0.05$)。

表 1 28 例患者病变侧和对侧灌注参数比值

灌注参数	病变侧	对侧	t 值	P 值
rCBF	1.12 ± 0.16	1.17 ± 0.14	-1.05	0.299
rCBV	1.25 ± 0.13	1.16 ± 0.14	2.53	0.015
rMTT	1.35 ± 0.17	1.09 ± 0.11	6.75	< 0.001
TTP	1.31 ± 0.15	1.07 ± 0.10	7.24	< 0.001

2. MCA 慢性重度狭窄或闭塞的 PWI 表现

28 例 MCA 慢性重度狭窄或闭塞患者的 T_2 WI、 T_1 WI 均未发现与临床症状相对应的新发梗死灶,PWI 检查显示 TTP、rMTT 图均发现病变侧灌注延迟,而 rCBF、rCBV 图的变化不明显,表现为 rCBF 正常或轻度降低,rCBV 正常、轻度增高或降低。TTP、rMTT 病变侧灌注延迟范围分为 2 型:I 型,病变仅累及 MCA 区(图 1);II 型,病变累及 MCA 和分水岭区(图 2)。

讨 论

1. PWI 的成像原理

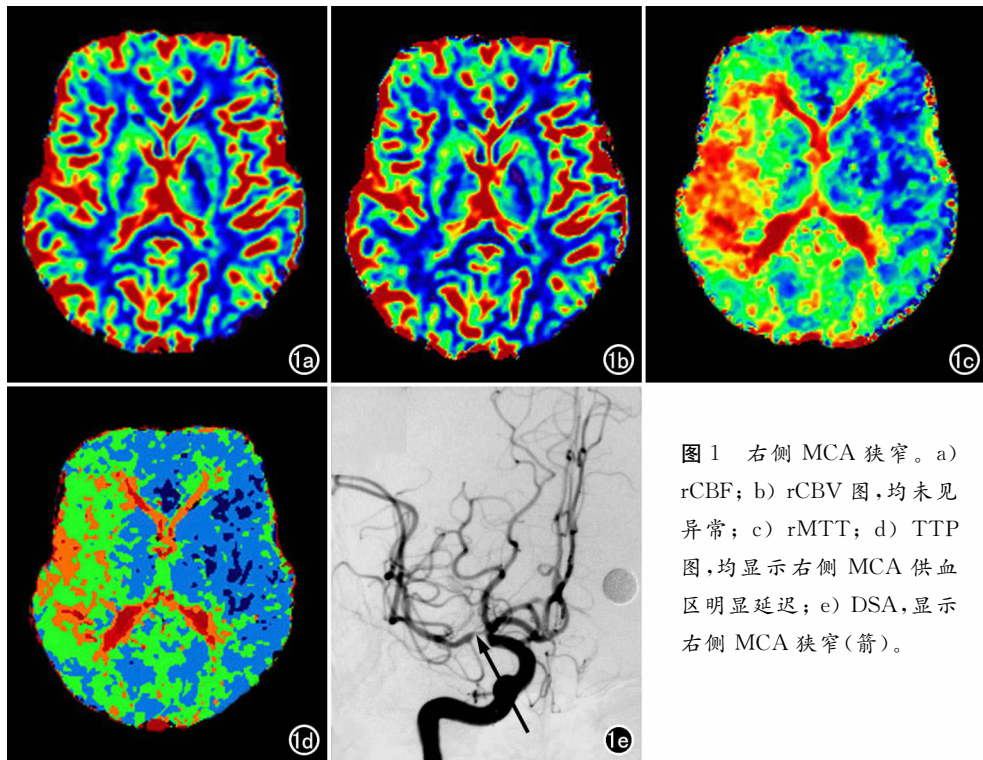


图 1 右侧 MCA 狭窄。a) rCBF; b) rCBV 图,均未见异常; c) rMTT; d) TTP 图,均显示右侧 MCA 供血区明显延迟; e) DSA,显示右侧 MCA 狭窄(箭)。

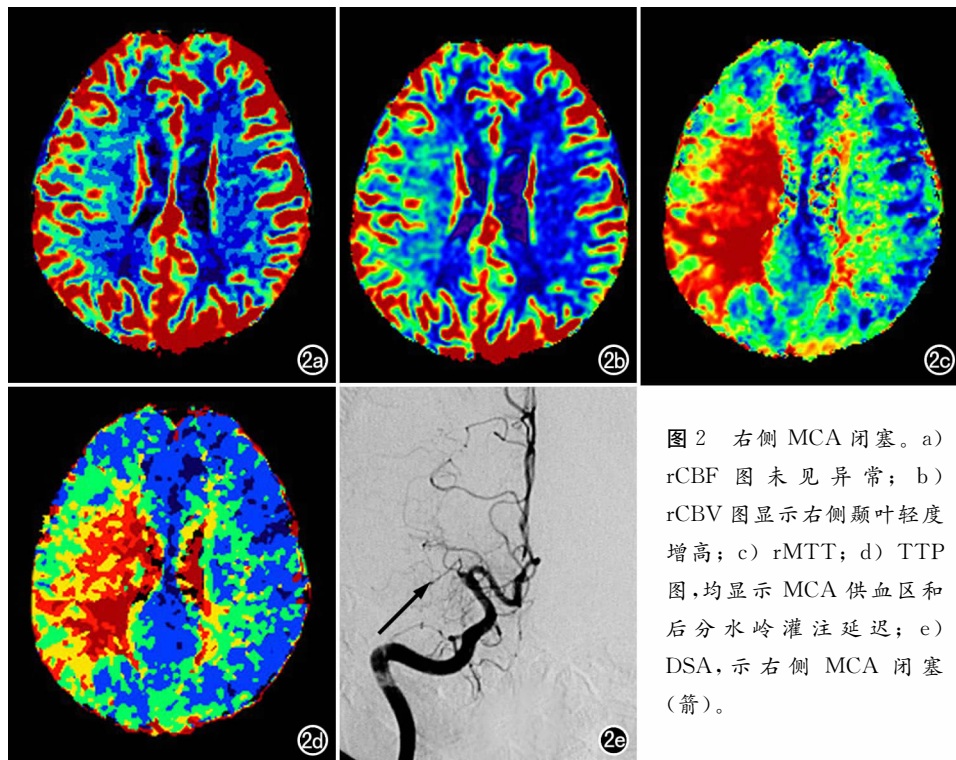


图 2 右侧 MCA 闭塞。a) rCBF 图未见异常；b) rCBV 图显示右侧额叶轻度增高；c) rMTT；d) TTP 图，均显示 MCA 供血区和后分水岭灌注延迟；e) DSA，示右侧 MCA 闭塞（箭）。

常，主要表现为 TTP、rMTT 的改变，rCBV 和 rCBF 改变不明显，因为慢性 MCA 重度狭窄或闭塞后，按照脑血流量自动调节机制和侧支循环形成，脑灌注可以维持于“灌注贫乏”状态，不发生脑梗死，因此 rCBV 和 rCBF 没有明显下降。TTP、rMTT 对脑灌注损伤敏感，可以清楚显示灌注异常区域的范围，在 rCBF、rCBV 改变以前早期发现脑缺血性病变。TTP、rMTT 延迟的主要原因是：脑缺血后发生局部神经生物化学改变，导致脑血管扩张、循环阻力下降，以代偿因血流速度减低引起的局部脑血流量下降，当血管扩张达到最大限度时，脑血流量才开始下降，因此，在脑血流量下降前仅有达峰时间延迟；达峰时间延迟与侧支循环有关，因为 MCA 慢性狭窄或闭塞后，侧支循环参与病变动脉支配区脑组织的供血，但是血液经侧支循环比正常的动脉直接供血时间长，导致对比剂通过时间延长^[8,9]。综合分析 rCBF、rCBV、rMTT 和 TTP 的改变，可以为临床提供有价值的血流动力学信息。近年来，MCA 狭窄或闭塞引起分水岭脑梗死引起了人们的重视，提示这些患者也存在狭窄远端脑组织低灌注^[2]，但 MCA 重度狭窄或闭塞主要影响其分布区灌注，本研究 28 例患者中，24 例 rMTT 和 TTP 图显示仅 MCA 供血区灌注延迟，只有 4 例同时累及分水岭区，考虑 MCA 狭窄主要通过软脑膜的吻合支代偿供血，这些吻合支在分水岭区的分布丰富，有明显代偿作用所致。

3. PWI 对慢性 MCA 狭窄或闭塞的诊断意义

长期存在的 MCA 狭窄，称“慢性 MCA 狭窄”，有些狭窄或闭塞呈良性经过，可长期稳定或自行好转，有些进展引起脑卒中。颅内动脉狭窄引起脑卒中的发病机制与颅外颈动脉有所不同，后者常由溃疡或不稳定斑块破裂引起，前者病理常见纤维化或纤维钙化斑块，引起脑卒中的可能是：①穿支动脉的闭塞；②动脉到动脉的栓塞；③狭窄导致血流动力学障碍；④窃血^[10,11]。MCA 慢性狭窄或闭塞是缺血性脑卒中的主要原因，早期发现病变、及时进行治疗具有十分重要的意义。引起症状的 MCA 慢性狭窄或闭塞，多数患者都表现

用快速团注顺磁性对比剂 Gd-DTPA 行 PWI 检查。以团注方式快速注入血流，导致成像组织的 T_1 、 T_2 (T_2^*) 值下降，以 T_2 值的下降更为明显。多采用 EPI 和快速梯度回波技术获取 PWI 图像，进而得到时间-信号强度曲线，并计算出脑灌注参数。由于获得 CBF、CBV 和 MTT 绝对定量值的计算复杂，虽然一些学者进行了 PWI 的定量研究，并认为与 PET 结果有相关性，但是其准确性还没有得到大量资料的证实，而且不适用于临床应用^[5-7]。因此，目前大多数学者使用在自身内设定对照区的半定量方法，计算相对简单，能快速得到结果，满足临床的诊断需要，但这仅适用于单侧或局部病变，不适用于弥漫性病变。

2. 慢性 MCA 重度狭窄或闭塞的 PWI 表现

PWI 具有多个脑灌注参数，常用的有 rCBF、rCBV、rMTT 和 TTP。CBF 是指单位时间内流经一定量脑组织血管结构的血流量，包括动脉（大、中、小动脉）、毛细血管、静脉、静脉窦；CBV 是指感兴趣区内包括毛细血管和大血管在内的血管床容积；MTT 是指血液流经血管结构时间，包括动脉、毛细血管、静脉、静脉窦，所经过的路径不同，其通过时间也不同，因此用平均通过时间表示，主要反映的是对比剂通过毛细血管的时间；TTP 是指从开始注射对比剂至浓度达到峰值的时间，反映的是血液到达感兴趣区的通路，而不是组织本身的灌注特点。

本研究所有患者均发现病变侧脑内血流动力学异

为 TIA, 患者出现首次症状后, 一年内发生脑卒中的概率为 12%~13%, 5 年内可达 30%~35%。临床常用 DSA、经颅多普勒超声(transcranial Doppler ultrasound, TCD)、颈动脉超声等检查方法来评价动脉狭窄程度, 但是这些方法都不能提供脑组织血流灌注的信息。本研究 MCA 狭窄或闭塞患者, 虽然常规 MRI 图像均未发现新发梗死灶, 但是 PWI 却发现与患者临床症状和动脉病变相应的脑灌注异常。MRI 脑灌注成像能够提供客观影像学依据, 对研究其病因和治疗都具有重要意义^[12,13]。

PWI 后处理的时间短, 可以快速得到多个有意义的脑灌注参数, 能发现慢性 MCA 重度狭窄或闭塞患者脑组织血流动力学异常改变, 显示脑灌注异常的范围, 具有重要的临床应用价值。

参考文献:

- [1] Arenillas JF, Molina CA, Montaner J, et al. Progression and Clinical Recurrence of Symptomatic Middle Cerebral Artery Stenosis: a Long-term Follow-up Transcranial Doppler Ultrasound Study[J]. Stroke, 2001, 32(12): 2898-2904.
- [2] 高山, 黄家星, 黄一宁, 等. 动脉粥样硬化性大脑中动脉狭窄梗死的发病机制[J]. 中华神经科杂志, 2003, 36(2): 155-157.
- [3] Calamante F, Gadian DG, Connelly A, et al. Quantification of Perfusion Using Bolus Tracking Magnetic Resonance Imaging in Stroke: Assumptions, Limitations, and Potential Implications for Clinical Use[J]. Stroke, 2002, 33(4): 1146-1151.
- [4] Cha S. Perfusion MR Imaging: Basic Principles and Clinical Applications[J]. Magn Reson Imaging, 2003, 11(3): 403-413.

- [5] Carroll TJ, Rowley HA, Haughton VM. Automatic Calculation of the Arterial Input Function for Cerebral Perfusion Imaging with MR Imaging[J]. Radiology, 2003, 227(2): 593-600.
- [6] Calamante F, Gadian DG, Connelly A. Delay and Dispersion Effects in Dynamic Susceptibility Contrast MRI: Simulations Using Singular Value Decomposition[J]. Magn Reson Med, 2000, 44(3): 466-473.
- [7] 夏爽, 祁吉, 倪红艳, 等. 脑星形细胞瘤的 MR 灌注成像研究[J]. 放射学实践, 2004, 19(10): 701-705.
- [8] Mukherjee P, Kang HC, Videen TO, et al. Measurement of Cerebral Blood Flow in Chronic Carotid Occlusive Disease: Comparison of Dynamic Susceptibility Contrast Perfusion MR Imaging with Positron Emission Tomography[J]. AJNR, 2003, 24(5): 862-871.
- [9] Kikuchi K, Murase K, Yasuhara Y, et al. Quantitative Evaluation of Mean Transit Times Obtained with Dynamic Susceptibility Contrast-enhanced MR Imaging and with ¹³³Xe-SPECT in Occlusive Cerebrovascular[J]. AJR, 2002, 179(1): 229-235.
- [10] Derdeyn CP, Powers WJ, Grubb RL Jr. Hemodynamic Effects of Middle Cerebral Artery Stenosis and Occlusion[J]. AJNR, 1998, 19(8): 1463-1469.
- [11] 薛爽. 大脑中动脉狭窄的研究进展[J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2004, 6(3): 214-216.
- [12] 卢洁, 李坤成. 颈内和大脑中动脉狭窄与闭塞 MR 脑灌注的 MTT、TTP 延迟表现[J]. 中国医学影像技术, 2004, 20(12): 1842-1845.
- [13] Kim JH, Lee SJ, Shin T, et al. Correlative Assessment of Hemodynamic Parameters Obtained with T₂*-weighted Perfusion MR Imaging and SPECT in Symptomatic Carotid Artery Occlusion[J]. AJNR, 2000, 21(8): 1450-1456.

(收稿日期: 2006-03-06 修回日期: 2006-06-14)

欢迎订阅 2007 年《放射学实践》

《放射学实践》是由国家教育部主管, 华中科技大学同济医学院主办, 与德国合办的全国性影像学学术期刊, 由国内著名影像专家郭俊渊教授担任主编, 创刊至今已 22 周年。本刊坚持服务广大医学影像医务人员的办刊方向, 关注国内外影像医学的新进展、新动态, 全面介绍 X 线、CT、磁共振、介入放射及放射治疗、超声诊断、核医学、影像技术学等医学影像方面的新知识、新成果, 受到广大影像医师的普遍喜爱。

本刊为国家科技部中国科技论文统计源期刊、中国科学引文数据库统计源期刊, 在首届《中国学术期刊(光盘版)检索与评价数据规范》执行评优活动中, 被评为《CAJ—CD 规范》执行优秀期刊。

主要栏目: 论著、继续教育园地、研究生展版、图文讲座、本刊特稿、实验研究、影像技术学、外刊摘要、学术动态、读片追踪、病例报道、知名产品介绍、信息窗等。

本刊为月刊, 112 页, 每册 8 元, 全年定价 96 元。

国内统一刊号: ISSN 1000-0313/CN 42-1208/R 邮政代号: 38-122

电话: (027) 83662875 传真: (027) 83662887 E-mail: radio@tjh. tjmu. edu. cn

编辑部地址: 430030 武汉市解放大道 1095 号 同济医院《放射学实践》编辑部