

## • 中枢神经影像学 •

## 急性单侧大脑中动脉供血区局灶性梗死患者胼胝体各向异性的 MRI 初步研究

杨军乐, 高燕军, 徐敏, 马鸣岳, 宁文德, 郭佑民

**【摘要】 目的:**利用 MR DWI 技术探讨单侧大脑中动脉供血区急性脑梗死时胼胝体各部分各向异性可能存在的变化。**方法:**连续选取病灶位于单侧大脑中动脉供血区的急性脑梗死患者 66 例(分为 4 组)及同期行 MRI 检查且年龄、性别与病变组匹配的 66 例 40 岁以上健康成人作为对照组。应用 SSEPI 序列行正中矢状面 DTI 扫描,在 FA 图上分别测量胼胝体膝部、体部前 1/3 处、体部中部、体部后 1/3 处及压部的 FA 值并进行统计学分析。**结果:**胼胝体体部前 1/3 处、体部中部及体部后 1/3 处的 FA 值均为正常组大于梗死组,胼胝体体部前 1/3 处及体部后 1/3 处的 FA 值正常组(分别为  $0.698 \pm 0.054$  和  $0.769 \pm 0.049$ )与梗死组(分别为  $0.665 \pm 0.049$  和  $0.653 \pm 0.078$ )之间差异存在统计学意义( $t$  值为 2.697 和 7.381,  $P < 0.05$ )。胼胝体膝部及压部 FA 值均为梗死组(分别为  $0.780 \pm 0.082$  和  $0.772 \pm 0.049$ )大于正常组(分别为  $0.723 \pm 0.061$  和  $0.748 \pm 0.049$ ),且两组之间差异有统计学意义( $t$  值为  $-3.28$  和  $-2.08$ ,  $P < 0.05$ )。**结论:**单侧大脑中动脉供血区发生急性脑梗死时,连接双侧脑半球相应部位的胼胝体体部各向异性值减低,非承担这些脑叶间相互连接功能的膝部及压部各向异性值增高。

**【关键词】** 急性脑梗死; 胼胝体; 各向异性; 扩散张量成像; 磁共振成像

**【中图分类号】** R445.2; R743.33 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2012)07-0726-04

**MR anisotropy of corpus callosum in patients with focal acute cerebral infarct in the area supplied by unilateral middle cerebral artery** YANG Jun-le, GAO Yan-jun, XU Min, et al. Department of Radiology, Xi'an Central Hospital, Medical College of Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710003, P. R. China

**【Abstract】 Objective:** Using MR diffusion tensor imaging (DTI) technique, to study the possible changes of anisotropy in different regions of corpus callosum in patients with focal acute cerebral infarct in the area supplied by unilateral middle cerebral artery. **Methods:** Sixty-six patients with focal acute cerebral infarct in the area supplied by unilateral middle cerebral artery were collected consecutively and divided into four groups. In the mean time, sixty-six age-, sex- matched healthy adult volunteers were collected consecutively as control group. Sagittal DTI with single-shot turbo spin echo (SSEPI) sequence were performed in all cases of infarct group as well as control group. The fractional anisotropy (FA) values of the genu, anterior 1/3, middle part, posterior 1/3 of the body and splenium of corpus callosum were measured in FA map and analyzed. **Results:** The FA values of anterior 1/3 middle part and posterior 1/3 of the body of corpus callosum were higher in the control group than that in infarct group. FA values in the anterior 1/3 and posterior 1/3 of the corpus callosum body of the control group was  $0.698 \pm 0.054$  and  $0.769 \pm 0.049$  respectively; while which of the infarct group was  $0.665 \pm 0.049$  and  $0.653 \pm 0.078$  respectively, with significant differences ( $t = 2.697, P < 0.05; t = 7.381, P < 0.05$ ). The FA values of genu and splenium of the corpus callosum were higher in the infarct group ( $0.780 \pm 0.082$  and  $0.772 \pm 0.049$ ) than that in control group ( $0.723 \pm 0.061$  and  $0.748 \pm 0.049$ ), with significant differences ( $t = -3.28$  and  $-2.08, P < 0.05$ ). **Conclusion:** When acute cerebral infarct occurred in areas supplied by unilateral middle cerebral artery, the FA values decreased in corpus callosum which connecting bilateral cerebral hemisphere; while FA values of genu and splenium, which don't have connecting function between cerebral lobes, increased.

**【Key words】** Acute cerebral infarct; Corpus callosum; Anisotropy; Diffusion tensor imaging; Magnetic resonance imaging

急性脑梗死是一种致残率及致死率极高的疾病,早期、全面、完整地应用现有影像学检查对其作出准确诊断非常重要。扩散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)对急性脑梗死的诊断价值已经得到临床公认,有着 CT 及常规 MRI 无法比拟的优势,但

DWI 只在 3 个方向上施加扩散梯度,只能显示梗死灶本身,不能显示白质纤维束的变化。扩散张量成像(diffusion tensor imaging, DTI)是 DWI 技术的延伸,是一项无创性显示和分析脑白质纤维束的 MRI 技术,至少需在 6 个方向施加扩散梯度,因此 DTI 比 DWI 更能反映组织内水分子扩散状况,并可定量分析梗死区域及其周围脑组织水分子的扩散情况,显示神经纤维的形态、密度和走行等,反映组织结构的空间方向性

作者单位:710003 西安,交通大学医学院附属西安市中心医院放射科

作者简介:杨军乐(1966—),男,陕西富平县人,博士,主任医师。主要从事神经系统影像诊断工作。

通讯作者:郭佑民, E-mail: cjg. guoyoumin@vip.163.com

基金项目:陕西省科技厅攻关项目(2008K11—02)

和完整性。应用 DTI 对急性脑梗死的研究更全面,在对于缺血性脑血管病的研究方面,应用 DTI 可在三维图像上显示神经纤维束和梗死灶,同时结合 DWI 及常规成像可全面认识脑梗死,并能通过视觉观察及量化评估梗死灶对神经纤维束的影响,显示二者之间的空间关系<sup>[1-2]</sup>。目前多数国内外的研究集中在分析急性脑梗死梗死区 FA 值的变化<sup>[3]</sup>。本研究的目的是探讨当单侧大脑中动脉供血区发生急性局灶性脑梗死时,应用 DTI 观察作为连接双侧大脑半球的联合纤维——胼胝体的功能可能发生的变化。

## 材料与方法

### 1. 一般资料

2007 年 3 月~2008 年 12 月连续搜集 66 例行 MRI 检查的单侧大脑中动脉供血区急性脑梗死患者的病例资料,其中男 38 例,女 28 例。年龄 40~85 岁,其中 40~49 岁 10 例,50~59 岁 18 例,60~69 岁 20 例,70 岁以上 18 例。66 例中超急性期 4 例(发病后 6h 内),急性早期 21 例(发病后 1 天内),急性晚期 41 例(发病后 2~3d 内)。

病变组纳入标准:临床上均为初次突发病变,生命体征平稳,急性界定为发病后 72 h 内;神经内科按照 1995 年全国第四届脑血管病学术会议通过的改良爱丁堡-斯堪的纳维亚量表(MESSS)<sup>[4]</sup>标准判定患者存在脑梗死,同时 DWI 上单侧大脑中动脉供血区有局灶性高信号病灶,而在 DWI、常规 FSE T<sub>1</sub>WI 及 FLAIR T<sub>2</sub>WI 上其它部位无病灶(图 1)。排除标准:在 DWI 序列上亦为高信号但不符合临床急性脑梗死特点的病例;存在中重度脑白质疏松及脑萎缩等可能伴有胼胝体萎缩的患者。

选取同期连续获得的与病变组匹配(性别、年龄等)的 66 例 40 岁以上健康成人作为对照组,男 38 例,女 28 例,年龄 40~71 岁,其中 40~49 岁 15 例,50~59 岁 21 例,60~69 岁 19 例,70 岁以上 11 例。正常组纳入标准:健康成人,无任何神经系统疾病症状和体征,无吸毒、酗酒史,一年内未服用任何能影响神经系统的药物,现在及既往无精神疾病,无遗传疾病家族史和心血管系统疾病史。排除标准:磁共振扫描中发现任何脑内病变者,各种原因导致图像不能准确满足测量需要的病例。所有志愿者均填写知情同意书。

### 2. 图像及数据采集

应用 GE TwinSpeed 1.5T 双梯度磁共振扫描仪,最大梯度场强 40 mT/m,梯度切换率 150 T/(m·s),以及 8 通道正交头部线圈。首先常规行横轴面 DWI、FSE T<sub>1</sub>WI、FLAIR T<sub>2</sub>WI 及矢状面 SE T<sub>1</sub>WI 扫描。DWI 扫描参数:TR 8000 ms,TE = Minimum,层厚

5.0 mm,间距 0 mm,视野 26cm×26cm,激励次数 1;FSE T<sub>1</sub>WI 扫描参数:TR 2200 ms,TE 24 ms,层厚 5.0 mm,间距 1.0 mm,激励次数 2。FLAIR T<sub>2</sub>WI 扫描参数:TR 4900 ms,TE 102 ms,层厚 5.0 mm,间距 1.0 mm,激励次数 2。正常组及病变组均行正中矢状面 DTI 扫描,扫描参数:单次激发 SE-EPI 序列,25 个扩散方向,约扫描 650 层,TR 6000 ms,TE = Minimum,层厚 4.0 mm,间距 0 mm,视野 24cm×24cm,矩阵 128×128,激励次数 2,b 值选择 0 和 1000 s/mm<sup>2</sup>,扫描时间 168 s,将流动补偿置于胼胝体下方以减少血管波动引起的伪影。

### 3. 图像处理

在 GE ADW 4.2 磁共振工作站上,采用软件对 DTI 数据进行后处理,得到标准 FA 图。

### 4. 测量方法及质量控制

在正中矢状面 FA 图上分别测量胼胝体膝部、体部前三分之一处、体部中部、体部后三分之一处及压部的 FA 值(图 2),为了避免部分容积效应及图像干扰,尽量不包括周围组织。本组将胼胝体膝部及压部的 ROI 统一定为 28~32 mm<sup>2</sup>,体部前三分之一处、体部中部、体部后三分之一处的 ROI 定为 15~18 mm<sup>2</sup>,以便能在最大程度显示各向异性值的同时避免可能存在的误差。

所有测量经 5 位从事影像学工作的高年资医师依据制定统一测量标准,由 2 位高年资从事神经影像学工作的医师经培训完成。分别对每一结构重复测量 3 次,取其平均值,并对测量数据进行一致性 Kappa 检验,Kappa 值>0.78 为一致性良好。

### 5. 统计分析

FA 值数据均以平均数±标准差形式来表示,采用 SPSS 13.0 软件进行统计分析。采用 *t* 检验比较病变组和正常组各部位 FA 值的差异

## 结 果

所有病例完成了本次研究,所有图像质量均符合研究要求。正常组及病变组胼胝体不同部位 FA 值测量结果见表 1。

表 1 正常组及病变组胼胝体不同部位 FA 值

| 部位     | 正常组(n=66)   | 病变组(n=66)   | <i>t</i> 值 | <i>P</i> 值 |
|--------|-------------|-------------|------------|------------|
| 胼胝体膝部  | 0.723±0.061 | 0.780±0.082 | -3.280     | 0.002      |
| 胼胝体压部  | 0.748±0.049 | 0.772±0.049 | -2.080     | 0.041      |
| 体前三分之一 | 0.698±0.054 | 0.665±0.049 | 2.697      | 0.009      |
| 体中部    | 0.724±0.049 | 0.711±0.059 | 0.977      | 0.332      |
| 体后三分之一 | 0.769±0.049 | 0.653±0.078 | 7.381      | <0.001     |

本组结果显示,胼胝体膝部及压部 FA 值均为病变组大于正常组,且两组之间差异有统计学意义(*t* = -3.28, *P* < 0.05; *t* = -2.08, *P* < 0.05)。胼胝体体部

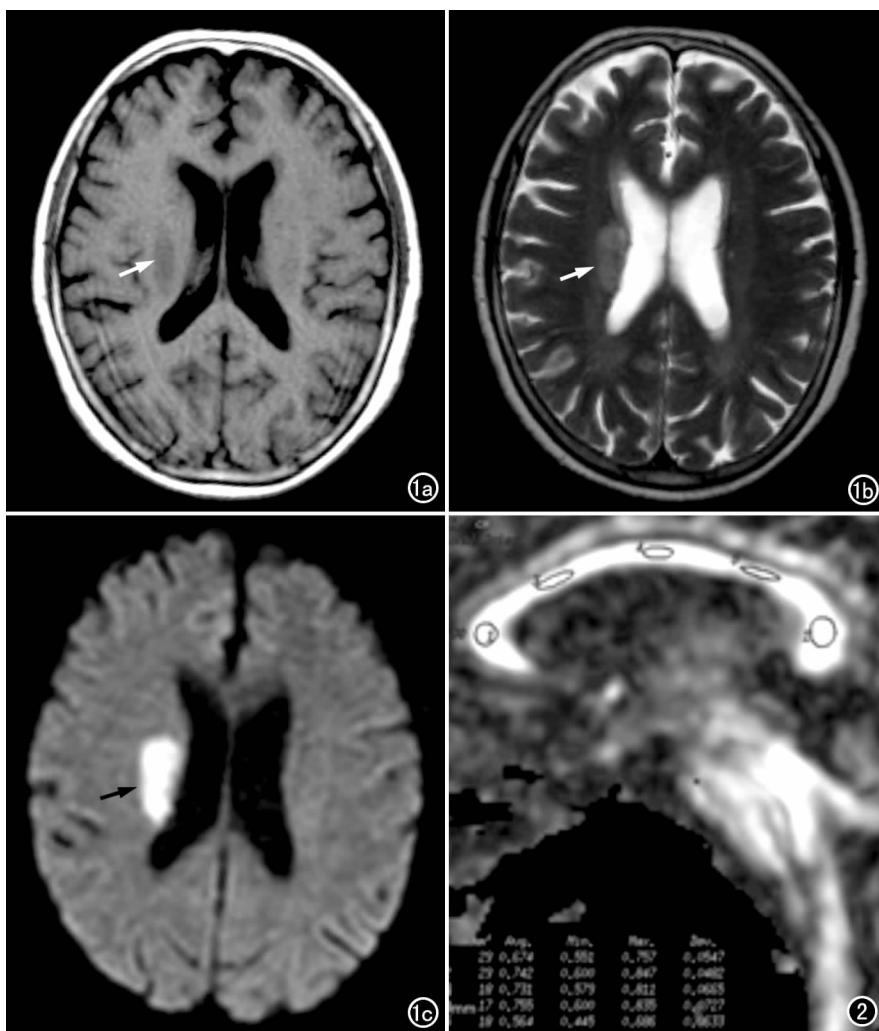


图 1 右顶叶侧脑室旁急性脑梗死(发病 3 天)。a)  $T_1$ WI 示右顶叶侧脑室旁较低信号灶(箭); b)  $T_2$ WI 病灶呈较高信号(箭); c) DWI 示病灶呈明显高信号(箭)。

图 2 FA 图显示胼胝体不同部位 FA 值测量 ROI 的选择。

前三分之一处、体部中部及体后三分之一处的 FA 值均为正常组大于病变组,胼胝体体部前三分之一处及体部后三分之一处的 FA 值在正常组与病变组之间差异有统计学意义( $t=2.697, P<0.05; t=7.381, P<0.05$ )。

## 讨论

脑组织中水分子的扩散是随机布朗运动,而在有髓神经纤维束的垂直方向扩散会受到限制,DTI 通过显示水分子扩散的特性来反映脑组织中水分子的扩散能力强弱及扩散运动的方向,从而可用以观察组织的生化成分、微观结构及其排列规律等。DTI 显示纤维束与已知的解剖学上对正常纤维束的描述具有较好的一致性。DTI 在清晰显示脑白质纤维束的形态结构的同时,可明确病灶是否累及白质纤维束,包括胼胝体的微结构是否受影响。已有的解剖学及生理学知识显示胼胝体的不同部位连接双侧大脑皮层的相应区域,是

双侧半球之间神经电活动的主要传导通路。其中胼胝体嘴部、膝部及体部的前部连接双侧额叶,体部的中部为颞叶联系纤维,体部的后部为顶叶联系纤维,压部联系双侧枕叶,其纤维束的走行主要为左右方向。胼胝体在磁共振正中矢状面上显示清楚,各个区域容易区分。FA 值反映组织的物理特性,不随坐标系统旋转方向的改变而改变,具有可比性。而且 FA 图像可以提供较好的灰白质对比,容易选择兴趣区,测量的 FA 值较准确。目前许多研究集中在脑白质纤维束的完整性方面,尤其是对于胼胝体结构的研究<sup>[5-7]</sup>。对于急性脑梗死病灶本身 FA 值变化的研究存在争议<sup>[8-10]</sup>。

本文结果显示,当单侧大脑中动脉供血区发生急性局灶性梗死时,胼胝体体部前三分之一处、体部中部及体部后三分之一处的 FA 值病变组低于正常组,且在胼胝体体部前三分之一处及体后三分之一处的 FA 值两组之间差异存在统计学意义,提示单侧大脑中动脉供血区急性梗死时胼胝体这些部位的扩散各向异性受到影响,说明这时连接双侧半球相应部位的胼胝体的相应区域即体部参与了其病理生理改变,双侧的联系功能降低。

由于 FA 值主要与纤维的排列方向、密度、直径、神经胶质细胞的密度等有关。笔者认为单侧大脑中动脉供血区发生急性梗死时,这些病灶部位逐渐形成血管源性水肿,引起神经细胞及轴突破坏导致其各向异性降低,同时缺血区肿胀挤压皮层下的弓状纤维,波及到了连接这些部位对应的胼胝体的相应区域——胼胝体体部,引起水分子横穿神经纤维方向的运动减弱,可能导致这些区域细胞结构破坏、组织微结构正常顺序丧失以及这些区域纤维束发生改变,纤维束直径变细、数量减少甚至中断。有研究认为急性梗死灶白质的 FA 值低于对侧正常白质的 FA 值,梗死灶 FA 值下降率与发病时间存在相关关系<sup>[11]</sup>。结合本研究结果笔者推测,一侧发生脑梗死致半球间连接纤维即胼胝体受到影响,并通过胼胝体影响到了对侧脑组织。

已往理论上认为的非承担相关脑叶间相互连接功能的胼胝体的膝部及压部,而本组结果显示,当单侧大脑中动脉供血区发生急性梗死时,这两个部位的 FA

值病变组大于正常组,两组之间呈负相关。笔者分析可能的原因为当单侧大脑中动脉供血区发生急性梗死时,由于水分子更倾向于沿着平行于神经纤维束走行的方向扩散,表现出扩散各向异性值的增高,而胼胝体膝部及压部分别主要连接额叶及枕叶皮层,梗死区域及连接相应部位的胼胝体不同区域发生各向异性降低的同时胼胝体膝部及压部的纤维方向也发生了改变,更加沿着双侧沟通的方向走行,起到补偿及代偿的作用。

本研究不足之处主要有病例数据偏少、分组不够细化及未后续随访研究,尚待今后更深入地研究。

#### 参考文献:

- [1] Maniega SM, Bastin ME, Armitage PA. A quantitative comparison of two methods to correct eddy current-induced distortions in DT-MRI[J]. Magn Reson Imaging, 2007, 25(3): 341-349.
- [2] Parmar H, Golay X, Lee KE, et al. Experiences with diffusion tensor imaging and magnetic resonance tractography in stroke patients[J]. Singapore Med J, 2006, 47(3): 198-203.
- [3] 周钟珩, 王德杭. DTI 在急性缺血性脑卒中所致皮质脊髓束损伤中的应用研究[J]. 医学影像学杂志, 2007, 17(1): 23-27.
- [4] 梁树立, 李安民, 姚世斌, 等. 成人癫痫患者胼胝体形态学的研究

- [J]. 立体定向和功能性神经外科杂志, 2008, 21(3): 129-131.
- [5] Filippi CG, Lin DD, Tsiouris AJ, et al. Diffusion-tensor MR imaging in children with developmental delay: preliminary findings[J]. Radiology, 2003, 229(1): 44-50.
- [6] Bozzali M, Falini A, Cercignani M, et al. Brain tissue damage in dementia with lewy bodies: an in vivo diffusion tensor MRI study[J]. Brain, 2005, 128(7): 1595-1604.
- [7] Xie S, Xiao JX, Gong GL, et al. Voxel-based detection of white matter abnormalities in mild Alzheimer disease[J]. Neurology, 2006, 66(12): 1845-1849.
- [8] Bhagat YA, Hussain MS, Stobbe RW, et al. Elevations of diffusion anisotropy are associated with hyper-acute stroke: a serial imaging study[J]. Magn Reson Imaging, 2008, 26(5): 683-693.
- [9] 钟进, 张云亭. MR 扩散张量成像在急性脑梗死的临床应用[J]. 中华放射学杂志, 2005, 39(7): 766-781.
- [10] Ozsunar Y, Grant PE, Huisman TA, et al. Evolution of water diffusion and anisotropy in hyperacute stroke: significant correlation between fractional anisotropy and  $T_2$  [J]. AJNR, 2004, 25(5): 699-705.
- [11] 周钟珩, 张碧云, 黄海青. DTI 对急性脑梗死白质纤维各向异性特征的初步研究[J]. 放射学实践, 2008, 23(11): 1183-1186.

(收稿日期: 2011-09-18 修回日期: 2012-03-01)

## 欢迎订阅 2012 年《放射学实践》

2009 年《放射学实践》再次入选北京大学图书馆和北京高校图书馆期刊工作研究会共同主持的国家社会科学基金项目“学术期刊评价及文献计量学研究”成果——《中国核心期刊要目总览》特种医学类核心期刊。

《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 27 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, 120 页, 每册 15 元, 全年定价 180 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: fsxsj@yahoo. cn radio@tjh. tjmu. edu. cn 网址: <http://www.fsxsj.net>

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