

## 论 著

## 扩散张量成像(DTI)技术在脑部恶性肿瘤中的应用价值\*

广东医学院第二附属医院影像科  
(广东 湛江 524003)陈珊红 张杨贵 谭学渊  
周伟文 胡虞馨 廖文华  
梁钰笛 温志玲

**【摘要】目的** 探讨高场磁共振扩散张量成像(DTI)技术在恶性脑肿瘤中的应用价值。**方法** 对5例恶性脑膜瘤、15例脑胶质瘤、30例转移瘤行常规头颅平扫及增强,三维成像(Ax3DFSPGR)、扩散张量成像(DTI)扫描,利用表观弥散系数(ADC)值、各向异性分数(FA)值进行后处理重建,测量肿瘤实质区、水肿区和瘤周白质区的白质纤维束走行进行综合分析。**结果** 恶性脑肿瘤周水肿区、瘤周白质纤维束均发生破坏、中断,肿瘤周围白质纤维束的破坏发生率与肿瘤的恶性程度成正比。**结论** 扩散张量成像(DTI)技术在鉴别颅内恶性肿瘤方面有重要应用价值。

**【关键词】** 扩散张量成像(DTI); 恶性脑肿瘤; 白质纤维束; 应用价值

**【中图分类号】** R739.41; R445.2

**【文献标识码】** A

**【基金项目】** 湛江市非资助科技攻关专题, 编号: 180605091683180, 专题编号: 2018B101

**DOI:** 10.3969/j.issn.1672-5131.2018.11.004

通讯作者: 陈珊红

## The Value of Diffusion Tensor Imaging (DTI) in the Treatment of Malignant Brain Tumors\*

CHEN Shan-hong, ZHANG Yang-gui, TAN Xue-yuan, et al., Department of Medical Imaging, the Second People's Hospital of Zhanjiang City, Zhanjiang 524003, Guangdong Province, China

**[Abstract]** **Objective** To investigate the value of high field magnetic resonance diffusion tensor imaging (DTI) technique in malignant brain tumors. **Methods** Five cases of malignant meningiomas, 15 cases of gliomas and 30 cases of metastases were scanned by AX3DFSPGR and diffusion tensor imaging (DTI). The apparent diffusion coefficient (ADC) Value and anisotropy fraction (FA) were post-processed and reconstructed. The white matter fiber bundles in the tumor parenchyma area, edema area and peritumor white matter area were measured and analyzed. **Results** Malignant brain tumor edema area, peritumoral white matter fiber bundles were destroyed, interrupted, the incidence of white matter damage around the tumor and the tumor is proportional to the degree of malignancy. **Conclusion** Diffusion tensor imaging (DTI) has important application value in differentiating intracranial malignant tumors.

**[Key words]** Diffusion Tensor Imaging (DTI); Malignant Brain Tumor; White Matter Fiber Bundle; Value

恶性脑肿瘤是神经系统常见疾病,是导致患者死亡和神经功能障碍的主要原因之一。常规头颅MRI检查无法显示肿瘤与周围白质纤维束的关系,而扩散张量成像(DTI)是在扩散加权成像(DWI)基础上无创性显示颅内白质纤维束走行的一项新技术,可反映脑白质纤维束的病理状态及病变的解剖关系,对临床手术及治疗手段的选择有重要指导意义。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 50例患者,其中男30例,女20例,年龄46~72岁,平均61岁。35例患者均伴有不同程度的头痛和头晕症状,其中10例伴有一侧肢体麻木、无力的症状,5例有一侧肢体偏瘫症状。

## 1.2 检查方法

**1.2.1 工作原理:** 扩散加权成像(DTI)可检测脑白质纤维内水分子扩散的各向异性和扩散的程度,通过后处理技术计算得出FA值(各向异性分数)以及ADC值(表观弥散分数),经过RIO设置种子追踪,可清楚显示颅内白质纤维束走形的方向和分布,以此评价纤维束的完整性。

**1.2.2 扫描准备:** 检查前查询患者体内外是否有金属异物及心绞痛病史,测量准确的体重及评估精神状况,询问能否耐受较长时间的检查,幽闭恐惧症患者难以配合检查。

**1.2.3 扫描设备:** 采用GE PHILIPS 360 MR 1.5T超导磁共振。头颈8通道联合线圈: Head-Neck。

**1.2.4 常规MRI扫描:** 使用8通道头颈联合线圈,检查前先做常规MRI横断位FSE序列的T2WI、T1FLAIR及矢状、冠状T2WI扫描,横断位T2WI参数为: TR/TE=5324/136.62,回波链长度(ETL)6,矩阵320×320, FOV: 24×24,激励次数NEXT1.50,层厚6mm、层间距

1mm, 全脑共扫17层; T1FLAIR参数为: TR/TE=1611/9.4, ETL6, 矩阵层厚及层间距同横断T2WI, 矢状位的T2WI扫描参数为: TR/TE=5324/136.62, 回波链长度(ETL)2, 矩阵320×320, 层厚6mm 层间距1mm, 全脑共扫15层。增强造影剂采用莫迪司, 用5号针右肘静脉穿刺注射, 经高压注射器注入造影剂15ml, 速率2ml/s, 生理盐水30ml, 速率2ml/s。

1.2.5 DTI扫描: 弥散张量成像(DTI)采用单次激发自旋回波EPI序列横断位扫描, 扫描层厚5mm, 覆盖全脑, 弥散梯度场取13-25个不同方向, 参数为TR/TE=9000/103, 矩阵128×128, FOV:24×24, NEXT:2, 层厚及层间距同T2WI, 每一层面可获16帧图像, 第一帧为b值为0的图像, 其余15帧为15个不同方向b值为1000s/mm<sup>2</sup>的图像, 16个层面共获得304层图像, DTI扫描时间为4 min。

1.2.6 重建方法: 将DTI原始图像传输至AW4.6工作站, 在FuncTool后处理工作站对原始图像进行变形矫正后, 进入Compute(计算), 得出部分各向异性图(FA)、RA、ADC值, 在部分各向异性图(FA)相应区域设定种子兴趣区(ROI), 点击SetSeedROI, 再点击Tracking, 即可进行白质纤维追踪, 最后在Series界面选中AX3DFSPGR序列, 将扩散张量(DTI)的图像与横断三维平扫影像融合, 实现解剖结构图像与白质纤维束之间的融合, 分别进行横断位、冠状位、矢状位重建, 通过不同角度旋转, 可得到白质纤维束最佳显示图像; 对重建的白质纤维束影像加以不同伪彩, 可以使图像更为直观。图中不同颜色的白质纤维束代表不同的走行方向: 红色代表左右方向, 绿色

代表前后方向, 蓝色代表上下方向。

## 2 结果

50例恶性脑肿瘤全部病例均由病理及手术证实。观察50例经过扩散加权成像(DTI)重建的彩色张量(DEC)图及部分各向异性指数图(FA值)进行影像学分析。

2.1 5例发生于颞叶 I ~ II 级低级别胶质瘤的脑白质纤维受压、偏移, 部分纤维束中断, 部分各向异性指数图(FA)值没有明显改变; 10例发生于颞叶及岛叶 III-IV 级高级别胶质瘤的实质部分、瘤周水肿和水肿边缘的FA值比低级别胶质瘤明显降低, FA值图中各级别胶质瘤表现为不同程度的低信号, 弥散张量成像(DTI)图中病变区纤维束整体形态异常, 表现为中断、稀疏或部分中断, 其中III级胶质瘤周围水肿区可见纤维束明显破坏, 肿瘤周围T2WI信号正常白质区内也有部分纤维束被肿瘤浸润、破坏, IV级胶质瘤周同水肿区及T2WI信号正常白质区内均有明显的纤维束浸润、破坏, 高级别胶质瘤瘤周水肿的ADC值低于低级别胶质瘤瘤周水肿。

2.2 30例发生于枕顶叶、额顶叶的转移瘤的扩散加权成像(DTI)则表现为脑白质纤维束受压移位及浸润、破坏, FA值减低。

2.3 5例发生于大脑镰旁的额叶恶性脑膜瘤的扩散加权成像(DTI)图中, 肿瘤周围白质 FA 值轻度低于良性脑膜瘤瘤周围白质, 恶性脑膜瘤的肿瘤周围水肿区、肿瘤周围白质区出现明显的脑白质纤维束缺失, 肿瘤实质区的ADC值低于良性脑膜瘤实质区。

## 3 讨论

研究表明扩散张量成像技术(DTI)的ADC值和FA值图在鉴别高级别和低级别脑胶质瘤中有重要意义, 同时也有助于脑转移瘤、良恶性脑膜瘤的鉴别<sup>[1]</sup>。在重建的扩散张量(DTI)图像中, 恶性脑膜瘤肿瘤实质区的ADC值明显低于良性脑膜瘤的实质区, 恶性脑膜瘤瘤周白质的FA值低于或轻度低于良性脑膜瘤瘤周白质, 良性脑膜瘤瘤周白质的纤维束则表现为受压移位或无明显变化, 恶性脑膜瘤瘤周水肿区、瘤周白质均出现较明显的脑白质纤维束缺失、中断<sup>[2]</sup>。因此利用扩散张量成像技术(DTI)的FA值图可以清晰观察到正常的脑白质纤维束走向, 也可以了解被病灶破坏、中断的脑白质纤维结构, 评价脑白质纤维束与脑肿瘤的空间关系, 有助于指导临床制定合理的手术方案, 对患者预后有重要的指导作用<sup>[3]</sup>。

扩散张量成像(DTI)是基于水分子布朗运动的原理, 通过观察弥散梯度脉冲方向改变而发生波动的弥散值大小来描述分子的弥散各向异性(FA), 利用组织弥散运动存在的各向异性来探测组织微观结构的成像方法<sup>[4]</sup>。扩散张量成像(DTI)从6-55个线性方向上施加射频脉冲, 采用单次激发SE-EPI序列扫描, 每个方向均使用相同的较大b值, 采用弥散敏感梯度的方向数越多, 重建的脑白质边界图像越清楚, 但扫描时间较长。扩散张量成像(DTI)常利用两个标量参数即平均值(MD)和各向异性指数(FA)进行计算及重建<sup>[5]</sup>。用于衡量水分子弥散方向的指标叫部分各向异性(FA), 其对白质纤维束损伤较为敏感, 临床较多运用其进行重建, 并利用

伪彩技术对FA图的脑白质纤维束进行方向标示,前后方向为绿色,左右方向为红色,上下方向为蓝色<sup>[6]</sup>。

脑白质纤维束追踪分为两类:一类是线性追踪模型,另一类是概率模型。线性追踪模型可直观表现脑白质的纤维束,应用较广<sup>[7]</sup>。使用线性追踪脑白质纤维束时,先设置兴趣区,从正反两个方向进行脑白质纤维束追踪,通过迭代技术连接构成空间纤维束走向,充分显示脑白质纤维束的空间方向、FA阈值、背景阈值。通常在扩散张量成像中应用的梯度场方向越多,椭球体表面选取的点就越多,采样误差越小,各向异性测量越精确,水分子扩散各向异性在脑白质纤维束表现最明显<sup>[8]</sup>,垂直于脑白质纤维束方向的水分子扩散受限运动最弱,而平行于脑白质纤维束方向的水分子扩散不受限运动更快,有利于重建后区分不同走向的脑白质纤维束。

扩散张量成像技术(DTI)较常规MRI最大的优势是可以清楚的显示脑白质纤维结构,并可通过彩色张量图、纤维示踪图显示白质纤维的走行方向,在颅内发生病变时即可显示白质纤维与病变的关系<sup>[9]</sup>。DTI还能准确评价脑肿瘤生长与周围白质纤维束间的立体解剖关系,对术后患者通过3D DTI扫描可进一步判断肿瘤切除术后脑组织的逐步恢复情况。对于恶性脑肿瘤患者的白质纤维束最佳的方法是在增强后进行DTI扫描,经过后处理重建,可清晰区分肿瘤与脑白质纤维束的分布及部分被肿瘤遮盖的脑白质纤维

束<sup>[10]</sup>;临床医生可以通过张量成像技术(DTI)在术前对胶质瘤的恶性程度及瘤细胞侵袭性方面进行全面的观察,为脑瘤手术方案的制定、判断手术效果及观察预后提供可靠的影像学依据。

脑肿瘤是DTI的研究热点之一,目前脑部扩散张量成像技术(DTI)在中枢神经系统中的应用得到更多的关注<sup>[11]</sup>DTI通过测定肿瘤不同部位的参数变化有助于鉴别不同类型级别的肿瘤,还可应用于大脑发育及衰老、脑肿瘤、脑梗塞、脑白质变性疾病等的研究。但DTI也有其局限及不足之处,主要表现为以下方面:①弥散梯度引起涡流,使纤维束方向确定不可靠;②磁场不均匀性使图像扭曲变形,影响DTI定量分析;③较小纤维束显示不佳或不能显示;④受水肿等因素影响,不确切;⑤只能作为病变诊断与鉴别诊断补充信息。随着影像成像技术的提高及后处理软件的进一步开发<sup>[12]</sup>,扩散张量成像技术(DTI)必将在科研和临床中展示更多应用,其在医学领域的应用前景将更为广阔。

## 参考文献

- [1] 姚旭峰,宋志坚.磁共振张量成像图像后处理[J].中国医学影像技术,2010,26(s1):74-76.
- [2] 李伟,龙晚生,陈曼琼,等.磁共振张量成像联合纤维束成像在脑梗死中的应用研究[J].国际生物医学工程杂志,2011,34(4):212-217.
- [3] 张辉,贺业新,苏晋生,等.磁共振张量成像在脑膜瘤诊断中的应用价值[J].中国医学影像技术,2005,21(12):1806-1809.
- [4] 黄文胜,周红.磁共振张量成像技术在脑白质病变与认知功能障碍关

系研究中的作用[J].东南大学学报,2013,32(4):522-525.

- [5] 孙立智,张健.磁共振张量成像及纤维束成像在脑胶质瘤诊断中的初步应用[J].黑龙江医学杂志,2016,39(5):63-65.
- [6] 索峰,于台飞.磁共振张量成像技术及其在中枢神经系统临床应用进展[J].中华临床医师杂志,2013,7(19):107-110.
- [7] 茹占湖.磁共振张量成像在脑膜瘤诊断中的应用效果观察[J].影像技术,2015,27(5):37-39.
- [8] 赵建农,王鹏程,彭其斌,等.磁共振张量成像对脑皮质运动区肿瘤患者偏瘫肢体术后运动功能的评估价值[J].中国全科医学,2013,16(36):3637-3639.
- [9] 张树雄.磁共振弥散张量成像在脑膜瘤诊断中的应用研究[J].中国实用神经疾病杂志,2014,18:51-53.
- [10] 邓忠勇,黄赛,谢锦兰,等.3.0T磁共振弥散张量成像在脑膜瘤手术中的应用价值[J].广西医科大学学报,2015,32(6):984-986.
- [11] 张晓丹,陈正光.扩散张量成像和纤维束示踪成像的原理及其在颅脑的临床应用进展[J].医学综述,2008,6(4):64.
- [12] 刘树学,王本国,莫雪玲,等.磁共振张量成像(DTI)在脑梗死皮质脊髓束损伤与运动功能转归相关性中的应用研究[J].中国CT和MRI杂志,2011,5:28-31.

(本文图片见封三)

(本文编辑:刘龙平)

【收稿日期】2017-11-19