论 著

磁共振弥散张量成像在弥漫性轴索损伤的应用

北京市顺义区医院影像科
(北京 101300)
马连菊 张 郡 刘迎军

【摘要】**目的** 探究磁共振弥散张量成像(diffusion tensor imaging, DTI)在弥漫性轴索损伤(diffuse axonal injury, DAI)中的应用价值。**方法** 回顾性分析2014年3月-2017年3月我院收治的36例DAI患者(DAI组)的临床资料，选择36例健康志愿者(对照组)进行DTI检查。分析DAI组患者的影像学图像特点，比较两组感兴趣区(region of interest, ROI)(胼胝体压部、内囊、额叶白质、丘脑)的各向异性分数(FA)值和表观弥散系数(apparent diffusion coefficient, ADC)值的差异。**结果** DAI组ROI(胼胝体压部、内囊、额叶白质、丘脑)的FA值和ADC值均明显低于对照组(P<0.05)。**结论** DTI能够客观反映DAI患者的脑白质损伤情况，对DAI的诊断和与预后评估均有较高的敏感性。

【关键词】弥散张量成像；弥漫性轴索损伤；FA；ADC
【中图分类号】R445.2
【文献标识码】A
DOI: 10.3969/j.issn.1672-5131.2018.04.009

通讯作者：马连菊

Application of Diffusion Tensor Imaging in Diffuse Axonal Injury

MA Lian-ju, ZHANG Jun, LIU Ying-jun. Department of Imaging, Beijing Shunyi District Hospital, Beijing 101300, China

[Abstract] ***Objective*** To explore the application value of diffusion tensor imaging (DTI) in diffuse axonal injury (DAI). ***Methods*** The clinical data of 36 patients with DAI (DAI group) treated in our hospital from March 2014 to March 2017 were retrospectively analyzed, and 36 healthy volunteers (control group) were examined by DTI. Image features of patients with DAI were analyzed. Fractional anisotropy (FA) values and apparent diffusion coefficient (ADC) values of region of interest (ROI) (the splenium of the corpus callosum, the internal capsule, frontal white matter, thalamus) were compared between the two groups. ***Results*** FA and ADC values of ROI (the splenium of the corpus callosum, the internal capsule, frontal white matter, thalamus) in DAI group were significantly lower than those in the control group (P<0.05). ***Conclusion*** DTI can objectively reflect the white matter damage in patients with DAI, which is of high sensitivity in the diagnosis of DAI and evaluation of the prognosis.

[Key words] Diffusion Tensor Imaging; Diffuse Axonal Injury; FA; ADC

DAI是一种以神经轴索损伤为主要病变的原发性脑实质受损，患者有明确的头部创伤史，由于脑白质广泛变性造成严重的神经功能障碍，严重者可致残甚至死亡[1]。DAI常见于交通事故导致的脑组织损伤，与其它颅脑损伤合并致死率高，是一种预后较差的严重脑损伤疾病，早期诊断及准确评估损伤程度对患者治疗和预后有积极意义[2]。常规CT、MRI是判断颅脑损伤的常见影像学检查，但对轴索损伤的观察存在一定局限性，往往忽略早期轻微损伤或低估损伤程度，因此需寻求更精确的诊断方式[3]。DTI是一种由弥散加权成像发展深化而来的描述大脑结构的新技术，通过对人脑组织中水分子弥散的追踪和成像来观察脑白质纤维束的组织结构和病理变化并进行定量分析，能够更准确的判断患者轴索损伤的程度[4]。本研究旨在探究DTI对DAI患者的应用价值，为DAI的早期诊断和预后评估提供影像学依据，现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析2014年3月～2017年3月我院收治的36例DAI患者的临床资料。纳入标准：年龄18～65岁；入院10d内进行磁共振检查；有明确外伤史，且创伤后昏迷；常规CT或MRI检查发现大脑半球、胼胝体等部位存在直径≦2cm的出血灶或局部水肿、挫伤；病情严重程度与影像学表现不一致；患者知情同意。排除标准：合并恶性肿瘤者；妊娠期或哺乳期妇女；休克或多器官衰竭者；无法行MRI检查者。DAI组患者男21例，女15例；年龄(46.31±8.62)岁；受伤原因：车祸23例，高处坠落伤10例，打击伤3例；入院时格拉斯哥昏迷量表(GCS)[5]评分(7.12±1.26)分。选择同时期的36例健康志愿者作为对照组，男19例，女17例；年龄20～65岁，平均年龄(47.94±9.31)岁；无外伤及神经系统病史；均签署知情同意书。两组受试者在性别(χ^2=0.225，P>0.05)、年龄(t=0.771，P>0.05)等方面比较，差异无统计学意义(P>0.05)。

1.2 检查设备和方法 采用美国GE Signa Twinspeed 1.5T磁共振扫描仪，8通道头线圈。两组受试者行常规扫描：FSET1WI(TR=1776ms，TE=27.5ms)，T2WI(TR=4350ms，TE=132.5ms)，T2FLAIR(TR=8336ms，TE=164.3ms)，DWI(TR=6012ms，TE=106.5ms)；DTI扫描：采用SE-EPI序列(TR=8100ms，TE=112.3ms，FOV=24×24cm，b值1000s/mm^2，矩阵128×128mm，层厚4mm，间距0mm，弥散方向25)。将DTI图像资料传送到ADW4.4工作站进行数据分析，选择两组受试者相同部位感兴趣区ROI(面积为20mm^2)，测量各向异性分数(FA)值和表观弥散系数(ADC)值，包括胼胝体压部、内囊、额叶白质和丘脑。

1.3 观察指标 分析DAI组患者的影像学图像特点，比较两组ROI(胼胝体压部、内囊、额叶白质、丘脑)的FA值和ADC值的差异。

1.4 统计学分析 用统计学软件SPSS19.0进行数据分析，计量数据以($\bar{x}\pm s$)表示，采用t检验，计数数据以(%)表示，采用χ^2检验；以P＜0.05提示有统计学意义。

2 结 果

2.1 DAI组患者影像学图像分析 DAI组36例确诊患者中，5例患者常规MRI检查显示正常，病灶处T2WI未见明显异常信号(见图1)，DTI显示有轻微损伤(见图2)；31例患者MRI检查可见病灶处T2WI呈高信号(见图3)，DTI检查显示病灶处各向异性下降(见图4)。

2.2 DAI组与对照组FA值比较 DAI组在胼胝体压部、内囊、额叶白质、丘脑的FA值均低于对照组(P＜0.05)，见表1。

2.3 DAI组与对照组ADC值比较 DAI组在胼胝体压部、内囊、额叶白质、丘脑的ADC值均低于对照组(P＜0.05)，见表2。

3 讨 论

DAI是由于颅脑在强烈外力作用下产生旋转加速度或角加速度，进而对相应部位脑组织的神经轴索和小血管造成损伤的一种弥漫性颅脑损伤。该疾病致死、致残率较高，且易合并有其它颅脑损伤，导致预后不佳，严重危害患者生命健康，临床上需引起足够重视。相关研究表明[6]，DAI具有神经轴索回缩球形成、小胶质细胞簇出现这类特征性的病理学改变，可通过组织学检查并结合具体临床表现进行最终确诊，但早期对于颅脑损伤的诊断常依赖CT、MRI等影像学检查。由于轴索损伤的特殊性和微小性病变，常规CT或MRI对病灶的检出率较低，且容易对损伤程度进行错误评判，进而对患者的治疗和预后造成不利影响[7]。因此，寻找更加灵敏、准确的影像学方法对DAI的诊断和预后评估均有积极意义。

DTI是一种特殊的MRI成像技术，通过对脑组织中水分子弥散运动的追踪来显示脑白质纤维束的组织结构和病理改变，不同的组织结构对水分子自由弥散的速率和方向存在不同程度的影响，此种差异是DTI的成像基础[8]。与常规MRI比较，DTI可对组织内水分子的弥散特点进行定量分析，能够更加精准的判断颅脑损伤的部位和程度，因而对DAI的诊断更准确[9]。本研究中部分患者MRI检查未见明显异常，但DTI显示存在轻微脑白质损伤，进一步证实了DTI对于DAI的诊断有高度灵敏性。

FA值和ADC值均可量化反映组织内水分子的弥散运动，是DTI检查中最常用的两个参数。FA值指弥散张量中各向异性成分占整个弥散张量的比值，取值在0～1之间，弥散方向与神经纤维走向一致时，FA值接近于1[10]。据相关文献报道[11]，弥散运动的各向异性与神经纤维的完整性、走行方向以及髓鞘脱失等组织结构的改变密切相关。颅脑损伤导致的脑白质纤维束完整性被破坏，走行方向被改变，及其直径大小、排列紧密性的变化均能一定程度上影响水分子的弥散，进而改变FA值。本研究发现，DAI患者的脑组织损伤病灶主要存在于胼胝体压

表1 DAI组与对照组FA值比较($\bar{x}\pm s$)

组别	n	胼胝体压部	内囊	额叶白质	丘脑
DAI组	36	0.642±0.059	0.583±0.051	0.367±0.031	0.264±0.021
对照组	36	0.812±0.078	0.704±0.064	0.513±0.048	0.311±0.028
t		10.429	8.871	15.331	8.057
P		0.000	0.000	0.000	0.000

表2 DAI组与对照组ADC值比较($\bar{x}\pm s$)

组别	n	胼胝体压部	内囊	额叶白质	丘脑
DAI组	36	5.641±0.743	5.142±0.632	5.354±0.647	5.326±0.048
对照组	36	8.134±1.102	7.365±0.841	7.153±0.761	6.345±0.613
t		11.254	12.679	10.806	9.943
P		0.000	0.000	0.000	0.000

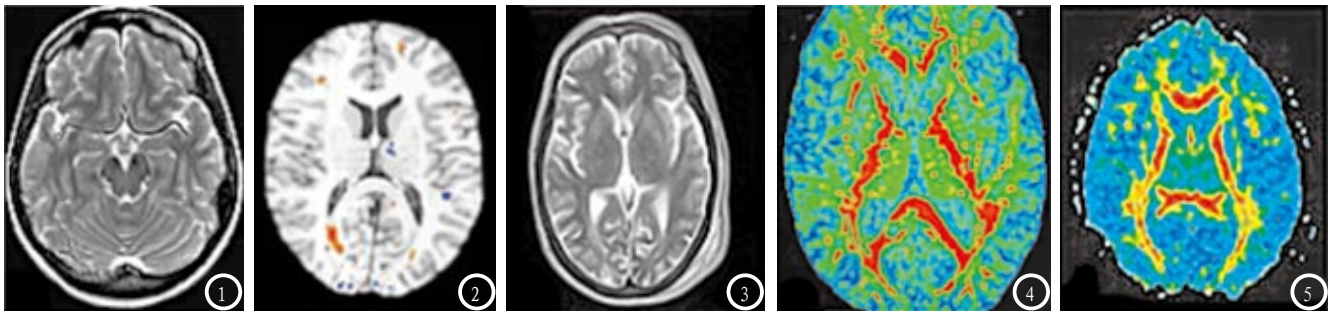

图1 MRI检查T2WI图像；**图2** DTI检查图像，彩色部分显示有轻微损伤；**图3** MRI检查T2WI图像，病灶处显示高信号；**图4** DAI患者彩色FA图，可见胼胝体压部右侧各向异性下降；**图5** 健康志愿者FA图。

部、内囊、额叶白质、丘脑这些部位，因此选择测量上述结构的FA值来反映患者的损伤程度。研究结果显示，DAI患者损伤部位的FA值明显低于健康志愿者，表明FA值下降可提示存在轴索损伤，与宋坤等学者[12]的研究结果基本一致。该学者认为，轴索损伤导致的神经细胞膜肿胀、组织结构改变等现象使得水分子在平行于轴索方向的扩散阻力增大，而垂直于轴索方向的扩散则增强，从而降低FA值。

ADC值代表弥散梯度磁场施加方向上水分子的弥散特点，脑白质纤维损伤造成的神经细胞水肿可导致ADC值降低，其值变化可定量反映脑水肿程度[13]。本研究对受试者的ADC值进行分析比较后发现，DAI组患者的ADC值低于对照组，表明轴索损伤导致的神经纤维水肿可减弱水分子的弥散运动，与理论推测结果一致。但也有研究指出[14]，部分ADI患者的ADC值与正常值比较无显著差异，甚至高于正常值。本研究可能由于选取的样本容量较小，尚未观察到此种现象，但仍提示单独采取ADC值变化判断颅脑损伤存在一定局限性，应与其它评估手段相结合，更有利于对病情的准确判断。

综上所述，DTI能够客观准确的反映DAI患者的脑白质损伤情况，为DAI的诊断和与预后评估提供了较为清晰的影像学依据。

参考文献

[1]牛德营,高康,王志兴,等.弥漫性轴索损伤的诊断和治疗进展[J].山东医药,2015,55(28):102-104.

[2]陈新坚,程传虎,肖俊强,等.磁共振磁敏感成像在弥漫性轴索损伤中的临床应用研究[J].中国CT和MRI杂志,2016,14(8):96-98,105.

[3]王建武,冯学彬,彭如臣,等.脑弥漫性轴索损伤的临床特征和MRI、CT诊断(附47例分析)[J].中国CT和MRI杂志,2015,13(6):4-7.

[4]易亚辉,周海航,陆忠烈,等.磁共振弥散张量成像联合弥散张量纤维束成像在早期弥漫性轴索损伤中的应用[J].医学影像学杂志,2015,25(6):953-957.

[5]陈志强,王莹,于子荥,等.格拉斯哥昏迷量表评分和全面无反应性量表评分与脑电双频指数及呼吸机相关性肺炎的相关性研究[J].中国全科医学,2017,20(27):3396-3399.

[6]王笃前,林爱明,刘佳祺,等.颅脑弥漫性轴索损伤的临床诊治与预后分析[J].实用临床医药杂志,2014,18(17):152-154.

[7]孙丞辉,邹浩,韩顺琪,等.弥漫性轴索损伤诊断研究进展[J].中国司法鉴定,2015,83(6):80-84.

[8]张丽华,米立新,郭龙军,等.应用弥散张量成像研究脑卒中后皮质脊髓束各向异性分数与运动功能的关系[J].中国康复理论与实践,2017,23(7):802-806.

[9]陈中俊,刘文广,郑金玉,等.磁共振弥散张量成像对儿童弥漫性轴索损伤的诊断和评估[J].江苏医药,2015,41(22):2726-2728.

[10]李俊,任力杰,韩漫夫,等.基于功能磁共振技术对抑郁症患者认知功能损害的脑功能解剖学研究[J].中华神经医学杂志,2014,13(2):142-145.

[11]易亚辉,周海航,陆忠烈,等.磁共振弥散张量成像对早期弥漫性轴索损伤的诊断价值[J].中国医学计算机成像杂志,2015,21(3):224-227.

[12]宋坤,王华,倪瑞军,等.磁共振弥散张量成像在弥漫性轴索损伤评估中的价值[J].中国医师杂志,2016,18(4):524-526.

[13]朱永山,熊坤林,张玉龙,等.急性弥漫性轴索损伤模型的建立与早期弥散张量成像表现[J].中华创伤杂志,2014,30(5):460-463.

[14]况红妹,龚洪翰.弥漫性轴索损伤的磁共振成像新技术研究进展[J].实用医学杂志,2014,30(24):4042-4043.

(本文编辑：张嘉瑜)

【收稿日期】2017-12-05