

论 著

磁共振扩散张量成像在
创伤性脑损伤临床诊断
和预后评估的应用价值
研究*

罗开志* 邓钧文 叶浩祥

东莞市大朗医院放射科 (广东 东莞 523000)

【摘要】目的 研究分析创伤性颅脑损伤临床诊断与预后评估中运用磁共振扩散张量成像的临床效果。方法 选择2023年7月1日至2023年12月31日期间医院收治的创伤性颅脑损伤患者30例为研究对象,再选择同期来医院体检的35例健康者为对照组,均行常规MRI检查、DTI成像以及CT检查,分别测量计算并记录FA值,并且对两组不同部位的FA值进行比较分析。结果 观察组的EC、AIC、PIC、SC、GCC以及SCC分别为(0.551±0.065)、(0.609±0.045)、(0.585±0.059)、(0.536±0.046)、(0.601±0.053)、(0.531±0.049),均低于对照组的(0.769±0.055)、(0.719±0.097)、(0.829±0.065)、(0.759±0.053)、(0.784±0.051)、(0.743±0.047),组间比较差异有统计学意义($P<0.05$);根据GCS评分,观察组的30例患者中,4例为重度、16例为中度、10例为轻度;但是观察组左侧与右侧SCC、GCC、SC、PIC、AIC以及EC的FA值对比差异无统计学意义($P>0.05$);同时,经相关性分析,发现观察组的FA值与GCS呈正比关系,并且DTI异常与患者脑伤后遗症对比差异有统计学意义($P<0.05$)。结论 创伤性颅脑损伤患者的病情严重程度与FA值变化密切相关,通过运用磁共振弥散张量成像技术,能够提高疾病的早期诊断准确率,可以准确评估患者病情,为制定针对性治疗方案和判断预后提供一定的参考依据。

【关键词】扩散张量成像;磁共振成像;
创伤性脑损伤

【中图分类号】R445.2

【文献标识码】A

【基金项目】东莞市社会发展科技项目
(20221800904322)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.02.007

The Application Value of Magnetic
Resonance Diffusion Tensor Imaging in
the Clinical Diagnosis and Prognostic
Evaluation of Traumatic Brain Injury*

LUO Kai-zhi*, DENG Jun-wen, YE Hao-xiang.

Department of Radiology, Dalang Hospital of Dongguan, Dongguan 523000, Guangdong Province, China

ABSTRACT

Objective To study and analyze the clinical effect of using magnetic resonance diffusion tensor imaging in the clinical diagnosis and prognosis evaluation of traumatic craniocerebral injury. **Methods** Thirty patients with traumatic craniocerebral injury admitted to the hospital from July 1, 2023 to December 31, 2023 were selected as the study subjects, and 35 healthy subjects who came to the hospital for physical examination during the same period were selected as the control group. Routine MRI examination, DTI imaging and CT examination were performed, and FA values were measured, calculated and recorded, respectively. The FA values of different parts of two groups were compared and analyzed. **Results** In the observation group, EC, AIC, PIC, SC, GCC and SCC were (0.551±0.065), (0.609±0.045), (0.585±0.059), (0.536±0.046), (0.601±0.053) and (0.531±0.049), respectively. They were lower than those in the control group (0.769±0.055), (0.719±0.097), (0.829±0.065), (0.759±0.053), (0.784±0.051), (0.743±0.047), and the difference between groups was statistically significant ($P<0.05$). According to GCS scores, among the 30 patients in the observation group, 4 cases were severe, 16 cases were moderate, and 10 cases were mild. However, there was no significant difference in FA values of SCC, GCC, SC, PIC, AIC and EC between the left and right sides of the observation group ($P>0.05$). Meanwhile, through correlation analysis, it was found that the FA value in the observation group was positively correlated with GCS, and the difference between abnormal DTI and sequelae of brain injury was statistically significant ($P<0.05$). **Conclusion** The severity of traumatic brain injury patients is closely related to the change of FA value. The application of magnetic resonance diffusion tensor imaging technology can improve the accuracy of early diagnosis of the disease, and can accurately evaluate the patient's condition, providing a certain reference for making targeted treatment plans and judging the prognosis.

Keywords: Diffusion Tensor Imaging; Magnetic Resonance Imaging; Traumatic Brain Injury

创伤性脑损伤(trumatic brain injury, TBI)是比较常见的一种疾病,其中80%为轻度脑损伤(mild traumatic brain injury, mTBI),在发病后留下永久神经认知功能障碍的患者超过30%,而无法正常工作患者占20%,并且TBI也是导致残疾和死亡的一个主要原因^[1]。通常情况下,TBI的形成包括2个部分,分别是继发性损伤和原发性损伤,其中前者主要指的是因为创伤后的级联反应如炎症、缺血等导致神经组织持续性损伤;而后者则是因为外力对脑组织产生直接作用导致神经元死亡。流行病学调查结果显示,当前TBI在我国发病率已经超过100/10万人口,对患者的健康造成严重的影响和威胁,并且还会使家庭、社会等多方面的负担加剧^[2]。研究^[3]发现,大部分创伤性脑损伤患者往往合并意识障碍,且具有持续的神经系统特征,所以选择一种合适的检查方法,对患者的病情进行准确评估,对制定治疗方案和改善患者预后有着极其重要的意义。当前临床上在对外伤性脑损伤进行诊治和判断预后时,常规影像学检查是常用的一种方法,虽然可以获得相关图像,但是在实际工作中也遇到一些问题,例如:部分患者经检查后发现其表现与临床症状并不相符;在常规影像学检查的过程中,患者未表现出异常情况,但是并不代表患者的脑内并无损伤的情况。而磁共振扩散张量成像(diffusion tensor imaging, DTI)可以将患者的病变性质、程度等进行充分的显示与明确,特别是进行持续性头痛、神经系统损伤等方面的诊断过程中所具备的优势性更佳。在DTI图像中,表观扩散系数(apparent diffusion coefficient, ADC)能够反映患者组织中所含有细胞的微观变化情况,能够对纤维的行进方向进行研究,尤其是在治疗期间,ADC值的变化明显快于病变的大小^[4]。虽然当前国内外关于DTI运用于TBI中的报道较多,但是大部分文献以个案报道为主,涉及的病例数目相对较少,且欠缺系统性、科学性的随访研究,尚不明确其各项表观弥散系数(ADC)值和异性分数(FA)值在恢复期的变化情况。因此,本文对DTI在TBI患者中的临床运用价值进行了分析,具体如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择2023年7月1日至2023年12月31日期间我院收治的30例创伤性脑损伤患者为研究对象,再选择同期来我院体检的健康者35例为对照组。

对照组纳入标准:临床资料完善;既往无颅脑手术史;既往无脑梗死、脑肿瘤等器质性脑病;意识清醒,并且可以进行正常的交流与沟通。排除标准:哺乳期或妊娠期妇女;缺失临床资料者;存在严重的精神疾病者或存在意识障碍者。观察组纳入标准:

【第一作者】罗开志,男,主治医师,主要研究方向:影像诊断。E-mail: 541222741@qq.com

【通讯作者】罗开志

符合TBI临床诊断标准，且经影像学检查确诊；基本资料完善；患者及家属对本次研究知情，且签署同意书。排除标准：病情严重无法检查或者MRI检查禁忌证；既往颅脑损伤史，合并中枢神经系统疾病史和精神病史，且常规MRI、头颅CT及T1、T2扫描有异常信号改变者；合并对生命造成危及的病症者，例如休克、内脏出血以及多发骨折等。两组的年龄、性别等资料比较无差异($P>0.05$)。本次研究经东莞市大朗医院伦理委员会批准同意(审批号2022伦审第(20)号)。

1.2 方法

1.2.1 常规MRI检查 采用飞利浦 Maltiva 1.5T型MRI扫描仪，选择头颅SENSE线圈，在进行常规MRI扫描时，运用快速自旋回波序列，通常包括轴位FLAIR、T2WI和T1WI，设置扫描时间为252s，NEX1，层间距为1.0mm，层厚为5.0mm。由2名经验丰富的影像科医师负责阅片，对是否存在脑挫伤或出血进行判断。

1.2.2 DTI成像 运用单次激发SEEP序列，设置参数，具体如下：视野、矩阵、重复时间/回波时间(TR/TE)分别为：240mm×240mm、128×128、9999/89.2；除此以外，层厚为5mm，采集1次， $b=1000s/mm^2$ ，开展无间隔扫描。

1.2.3 CT检查 选择西门子/飞利浦 128层螺旋CT扫描仪开展轴位

扫描，其中电流为180mA，电压为140kV，层间距为5mm，层厚为5mm。

1.3 观察指标 完成扫描后，运用飞利浦公司的工作站对两组的DTI图像数据进行后处理，生成各向异性分数(fractional anisotropy)FA图，需要对FA值进行分别的测量、计算，并且需要做好相关数值的记录。同时，选择测量脑半球6个感兴趣区域(ROI)，包括外囊(EC)、内囊后肢(PIC)、内囊前肢(AIC)、半卵圆中心(SC)、胼胝体膝部(GCC)以及胼胝体压部(SCC)。每个ROI在清晰显示的层面上测量，并且由2名年资高、经验丰富的诊断医师共同进行测量。

1.4 统计学方法 本次研究数据由SPSS 22.0软件分析，其中计量资料采用均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示，其中TBI组健侧和患侧对称的FA值对比行配对t检验，两组FA值对比行独立样本t检验，并且运用Logistic回归分析后遗症、住院天数、GCS评分以及DTI之间的相关性，以 $P<0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组不同部位的FA值对比 观察组PIC、EC、SCC、AIC、GCC以及SC的FA值均低于对照组($P<0.05$)，如表1。

表1 两组FA值比较

组别	SCC	GCC	SC	PIC	AIC	EC
对照组(n=35)	0.743±0.047	0.784±0.051	0.759±0.053	0.829±0.065	0.719±0.097	0.769±0.055
观察组(n=30)	0.531±0.049	0.601±0.053	0.536±0.046	0.585±0.059	0.609±0.045	0.551±0.065
t值	5.945	9.112	6.209	7.945	7.292	6.231
P值	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

2.2 观察组不同部位的FA值比较 根据GCS评分，观察组的30例患者中，4例为重度、16例为中度、10例为轻度，其典型病例如图1。同时，观察组右侧与左侧的各个部位FA值对比差异无统计学意义($P>0.05$)，如表2。

2.3 患者FA值与GCS评分的相关性分析 本次分析发现，患者的

GCS评分与FA值有关($P<0.05$)，如表3。

2.4 患者后遗症与住院时间、GCS评分以及DTI之间的相关性分析 经相关性分析，发现患者的后遗症发生率与GCS评分和DTI有关，并且GCS评分<DTI，如表4。

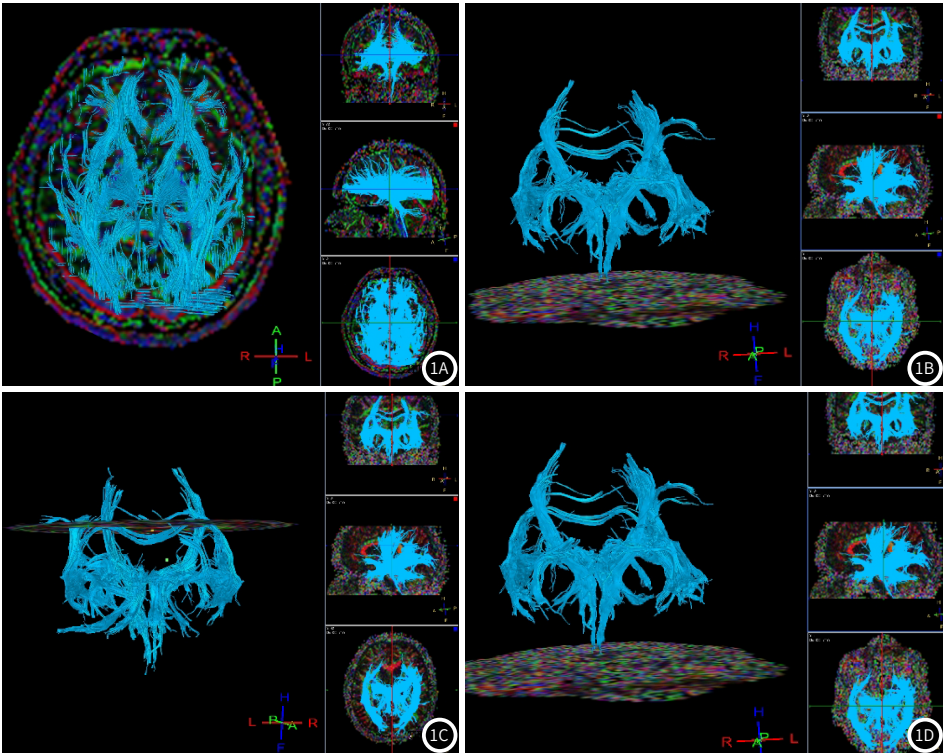


图1A-图1D TBI患者，男，67岁，图1A-1D DTI显示双侧额叶及胼胝体病灶所在神经纤维束走行稀少、中断、模糊不清，FA值下降，主要为左侧。

表2 观察组各个部位FA值对比

组别	SCC	GCC	SC	PIC	AIC	EC
右侧	0.798±0.075	0.705±0.133	0.572±0.019	0.566±0.105	0.491±0.062	0.448±0.082
左侧	0.715±0.017	0.772±0.026	0.645±0.031	0.732±0.019	0.548±0.076	0.435±0.068
t值	0.764	0.173	0.163	0.953	0.538	0.723
P值	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05

表3 GCS评分与FA值的相关性

指标	SCC	GCC	SC	PIC	AIC	EC
r值	0.445	0.559	0.418	0.517	0.082	0.238
P值	0.027	0.034	0.022	0.045	0.031	0.045

表4 相关性分析

常量	偏回归系数	标准误	P值	OR值
后遗症	1.038	0.955	0.028	0.106
住院时间	1.683	0.452	0.318	1.383
GCS评分	2.173	1.094	0.045	6.287
DTI	3.156	1.487	0.0336	22.834

3 讨 论

近年来，创伤性颅脑损伤(TBI)在我国的发病率呈现出明显的上升趋势，以行为、精神、语言、运动、感觉以及认知等多方面损伤为主要表现^[5]。研究^[6-7]发现，TBI患者发病后24h内，当患者发生意识障碍的时间在20min以内，且格拉斯哥(GCS)评分为13-15分，经显微镜观察可以观察到患者存在神经组织结构紊乱的表现，引起患者的脑部组织出现损伤的机制主要可以表现为脑深处出现非出血性结构损伤，并且以轴索肿胀更为多见，具有轻微的损伤程度表现，但是对患者伤害性较大，尤其是容易出现不同程度后遗症，对患者的健康造成危害，甚至还会使家庭、社会等方面承受较大的负担，所以早发现、早诊断、早治疗尤为重要^[8]。既往临床上在诊断TBI时，MRI和CT检查是常用的方法，但是是一些患者存在临床症状严重而影像学表现为阴性或者较轻的非匹配现象，出现假阴性情况，无法对患者病情进行准确评估，导致最佳治疗时机被延误，从而出现远期后遗症^[9]。DTI作为基于弥散加权成像(DWI)改进形成的新型影像学技术的一种，利用这种方式可以检测患者的脑部组织的内的水分子微观运动的情况，并且能够见表格脑组织的病理变化、结构等方面描述出来，为脑组织的微观信息的观察提供信息，其中包括：神经纤维素的受损情况、微观结构以及膜渗透性等，且具有无创性的特点，患者接受度较高^[10-11]。通常情况下，DTI在对质子弥散特性进行描述时，ADC值和FA值比较常见，其中FA值作为扩散性张量变化中各项异性与整个张量的一个比值，可以将水分子的变化情况反映出来，了解患者的白质神经纤维方向的变化情况，若FA值下降，则提示损伤脑白质完整性^[12-14]。本次研究结果显示，观察组各个部位的FA值均低于对照组，提示DTI可以准确检出病灶，具有较高的运用价值。同时，经相关性分析，发现GCS评分和DTI与TBI患者的后遗症发生有关，并且与GCS评分相比，DTI的可信度较高，虽然GCS是评估患者病情的一个常用指标，但是容易受到人为主观因素的影响，降低结果准确性，而通过与DTI检测指标相结合，能够准确诊断患者病情，并且无创、操作简单，可行性较好，与相关研究报道基本一致^[15-16]。

由此可见，在创伤性颅脑损伤患者的临床诊断中，通过采用磁共振扩散张量成像技术，可以发现FA值与患者病情严重程度有关，并且对患者病情进行准确评估，从而制定针对性治疗方案，以改善患者预后，值得推广。

参考文献

[1]Jussi T,Mehrbod M,Timo K,et al.A comparison of diffusion tensor imaging tractography and constrained spherical deconvolution with automatic segmentation in traumatic brain injury[J].NeuroImage: Clinical, 2023, 37.

[2]Maddalena B,Sonia B,Federica V,et al.Neural underpinnings of the slowness of information processing in patients with traumatic brain injury: insights from tract-based spatial statistics[J].Neurological Sciences, 2022, 43 (8): 122-124.

[3]T. Gerhalter, M. Cloos, A. M. Chen, 等. 基于MR指纹成像技术的定量T-1、T-2值在轻度创伤性脑损伤中的应用[J]. 国际医学放射学杂志, 2022, 45 (2): 247-248.

[4]Neha S,Rodrigo M,Khawlah A,et al.Diffusion tensor imaging detects acute pathology-specific changes in the P301L tauopathy mouse model following traumatic brain injury[J].Frontiers in Neuroscience, 2021, 15.

[5]Centola D G,Luiza A Z,Stewan F F,et al.Dynamic changes in white matter following traumatic brain injury and how diffuse axonal injury relates to cognitive domain[J].Brain Injury, 2021, 35 (3): 91-93.

[6]张婕,卓丽华,唐春耕,等. 轻度创伤性脑损伤后脑组织微环境变化: 多模态磁共振成像研究[J]. 四川精神卫生, 2019, 32 (3): 223-227.

[7]罗爱芳,陈水斌,欧阳林. 磁共振功能成像在创伤性脑损伤的特征分析[J]. 中国医学装备, 2019, 16 (6): 53-56.

[8]Priyanka M,Deepak G,Deepak A,et al.Neurocognitive outcomes and their diffusion tensor imaging (DTI) correlates in children with mild traumatic brain injury (mTBI) [J]. NEUROLOGY, 2019, 92 (15): 123-125.

[9]刘海玉. DTI检查在轻型创伤性脑损伤患者诊断中的应用价值[J]. 现代医用影像学, 2018, 27 (3): 847-848.

[10]蒋杏芳. 3.0T高场强磁共振扩散张量成像技术对轻型创伤性脑损伤的诊断[J]. 浙江实用医学, 2017, 22 (3): 175-177.

[11]伍建林. 功能磁共振成像技术在创伤性脑损伤诊断中的应用[J]. 大连医科大学学报, 2016, 38 (6): 521-525.

[12]李雨,杜彦李. 高场强磁共振弥散张量成像对重型创伤性脑损伤的预后评价研究[J]. 中国医药导报, 2014, 11 (8): 94-97.

[13]徐积春,王武汉. 磁共振功能成像对创伤性脑损伤的诊断价值[J]. 健康研究, 2021, 41 (3): 324-327.

[14]刘海玉. DTI检查在轻型创伤性脑损伤患者诊断中的应用价值[J]. 现代医用影像学, 2018, 27 (3): 847-848.

[15]J. B. Ware, R. C. Biester, E. Whipple, et al. 战争相关轻度创伤性脑损伤基线扩散张量成像所见与长期预后的关系[J]. 国际医学放射学杂志, 2016, 39 (5): 565.

[16]席娟. MR扩散张量成像在轻微创伤性脑损伤中的诊断价值[J]. 当代医学, 2013, 19 (33): 7-8.

(收稿日期: 2024-03-05)
(校对编辑: 江丽华)