

## 论 著

## DTI对急性脑梗死患者早期诊断及临床转归的预测价值

1. 华中科技大学同济医学院附属武汉中心医院神经内科

(湖北 武汉 430000)

2. 华中科技大学同济医学院附属武汉中心医院影像科

(湖北 武汉 430000)

陶 欣<sup>1</sup> 王 东<sup>2</sup> 殷云志<sup>1</sup>

**【摘要】目的** 分析磁共振弥散张量成像(DTI)对急性脑梗死(ACI)患者早期诊断及临床转归的预测价值。**方法** 回顾性收集2017年9月-2018年6月期间我院收治的80例单侧ACI患者的诊治、随访资料,其中超急性期(发病时间<6h)16例、急性期(6-72h)38例、亚急性期(72h-14d)26例,均接受MRI检查,包括常规序列、DTI序列,至少随访3个月,依据美国国立卫生研究院卒中量表(NIHSS)评分评估临床转归情况。**结果** 80例ACI患者均可通过常规MRI与DTI发现梗死病灶,病灶检出率为100%。梗死灶在T<sub>2</sub>WI、DWI图像上均显示高信号,DTI上以低信号为主。不同发病时期患者病灶侧FA、DCavg值均低于健侧( $P<0.05$ );FA、DCavg值超急性期>急性期例>亚急性期,比较有统计学差异( $P<0.05$ )。3个月后随访发现病灶区FA、DCavg值下降率超急性期<急性期例<亚急性期,且NIHSS评分超急性期<急性期例<亚急性期,比较均有统计学差异( $P<0.05$ )。Pearson相关分析显示,ACI患者病灶区FA、DCavg值下降率与NIHSS评分呈明显正相关( $r=0.465, 0.524, P<0.05$ )。**结论** DTI参数在不同发病时期ACI患者中存在特定的改变规律,可作为临床早期诊断依据,其中FA、DCavg值与预后指标密切相关,有望用于预测临床转归。

**【关键词】** 磁共振弥散张量成像; 急性脑梗死; 诊断; 临床转归

**【中图分类号】** R472.2

**【文献标识码】** A

**DOI:** 10.3969/j.issn.1672-5131.2019.05.007

通讯作者: 陶 欣

## Predictive Value of DTI in Early Diagnosis and Clinical Outcome of Patients with Acute Cerebral Infarction

TAO Xin, WANG Dong, YIN Yun-zhi. Department of neurology, Wuhan Central Hospital Affiliated to Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430000, Hubei Province, China

**[Abstract]** **Objective** To analyze the predictive value of diffusion tensor imaging (DTI) for the early diagnosis and clinical outcome in patients with acute cerebral infarction (ACI). **Methods** The clinical data and follow-up data of 80 patients with unilateral ACI in the hospital from September 2017 to June 2018 were collected retrospectively. There were hyperacute phase (onset time less than 6h) of 16 cases, the acute phase (6 to 72h) of 38 cases and the subacute phase (72h to 14d) of 26 cases, all of them were given MRI examination, including regular sequence, DTI sequence with at least 3 months of follow-up, clinical outcomes were assessed according to the National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS) score. **Results** A total of 80 patients with ACI could find the infarct lesions by conventional MRI and DTI with 100% detection rate. Infarct lesions showed high signal on T<sub>2</sub>WI and DWI images, and mainly showed low signal on DTI. The FA and DCavg values of the lesions were lower than those of the healthy side ( $P<0.05$ ). The FA and DCavg values at the lesion side of patients in different onset periods were lower than those at the healthy side. Arranging the FA and DCavg values from large to small, the order was hyperacute phase, acute phase and subacute phase ( $P<0.05$ ). After 3 months of follow-up, it was found that arranging the reduction rate of FA and DCavg values in the lesion area from small to large, the order was super acute phase < acute phase < subacute phase, and NIHSS score was hyperacute phase, acute phase and subacute phase ( $P<0.05$ ). Pearson correlation analysis found that the decrease rate of FA and DCavg values in the lesion area of ACI patients was positively correlated with NIHSS score ( $r=0.465, 0.524, P<0.05$ ). **Conclusion** DTI parameters have specific changes direction in ACI patients at different onset period, which can be used as a basis for clinical diagnosis. FA and DCavg values are closely related to prognostic indicators and has the potential to be used to predict the clinical outcomes.

**[Key words]** Diffusion Tensor Imaging; Acute Cerebral Infarction; Diagnosis; Clinical Outcome

脑梗死是威胁人类健康及生命的神经系统疾病,急性脑梗死(acute cerebral infarction, ACI)在临床较为常见(占脑血管疾病比率约达85%),主要病因为小血管阻塞、凝血功能紊乱及心源性栓子等导致的脑动脉狭窄、堵塞或血栓形成,一旦大脑局部供血中断或血流减少时可发病,并引发脑组织缺血、坏死及神经功能缺失,往往起病凶险、变化迅速,呈现“三高”(高发病率、高致残率、高病死率)特点<sup>[1-2]</sup>。因此,ACI的准确诊断对临床治疗及预后有重要意义,而单一的传统影像学手段(常规MRI、CT等)或生化指标对临床准确诊断、转归预测价值有限<sup>[2]</sup>。磁共振弥散张量成像(diffusion tensor imaging, DTI)是基于磁共振弥散成像(DWI)发展起来的新技术,可直观显示脑白质纤维束损伤情况,继而有助于特异性评估脑梗死程度,近年来在脑梗死定量研究、转归预测等方面的应用得到了重视<sup>[3]</sup>。为此,本研究进一步分析DTI对ACI患者早期诊断及临床转归的预测价值。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 回顾性收集2017年9月~2018年6月期间我院神经内科收治的80例单侧ACI患者的影像学、临床资料,其中男47例(58.75%),女33(41.25%)例,年龄46~78,平均(58.81±9.39)岁,起病时间2h~13d,平均(3.18±0.90)d,按发病时期的不同分为超急性期(<6h)16例、急性期(6~72h)38例、亚急性期(72h~14d)26例。病例入选标准:(1)性别不限,年龄40~80岁;(2)首次发病,入院时表现为不同程度的头痛和(或)头晕、视物模糊、口角歪斜、肢体无力、局部瘫痪等,常规MRI检查确诊,符合《中国急性缺血性脑卒中诊治指南2014》<sup>[4]</sup>中ACI诊断标准;(3)有明确的脑梗死发病时间,发病时间窗<14d;(4)均接受MRI检查,包括常规序列、DTI序列,且各序列数据完善、图像清晰;(5)对症治疗(溶栓等)后至少随访3个月。排除标准:(1)最近3个月有出血、外伤史;(2)合并脑出血或其他神经系统疾病,如帕金森氏病、帕金森氏叠加综合征等;(3)发病时间不明确,治疗后随访时间未及3个月;(4)MRI检查依从性欠佳,图像质量差;(5)MRI检查前已接受过相关对症治疗。

**1.2 检查方法与图像处理** 设备为GE Singa 3.0T超导型MRI扫描仪,头颅8通道高分辨率线圈。常规MRI扫描包括横断位T<sub>1</sub>WI(TR/TE为120/2ms,层厚为5mm,层间距为1.5mm)、T<sub>2</sub>WI(TR/TE为2000/80ms,层厚为5mm,层间距为1.5mm)、DWI(b=1000s/mm<sup>2</sup>, TR/TE为1955/56ms,层厚为3mm,层间距为0mm)。DTI序列采用单次激发平面回波序列,15个扩散敏感梯度方向权重采集,b值分别为0s/mm<sup>2</sup>、

1000s/mm<sup>2</sup>;从颅顶至枕骨大孔平面扫描,TR/TE为1200/87ms,层厚为3mm,层间距为0mm,层数44,视野240mm×240mm,矩阵为128×128。扫描所得图像和数据经后处理工作站处理,以DWI-B0图作为参考,于DTI序列参数图上选取病灶与相应侧正常脑组织为感兴趣区(100~150mm<sup>2</sup>),记录各感兴趣区各项异性指数(Fractional anisotropy values, FA)与平均弥散系数(average diffusion coefficient, DCavg)参数值,获取病灶与对侧健侧的相对值,最终结果由两名影像科高年资医师共同确定。

**1.3 临床转归评估** 治疗3个月后随访临床转归情况,依据美国国立卫生研究院卒中量表(national institute of health stroke scale, NIHSS)评分<sup>[5]</sup>评估所有患者神经功能缺损程度,NIHSS评分包括意识、面瘫、感觉、凝视、视野、上肢运动、下肢运动、共济失调、构音障碍、语言、忽视症共11项,评分范围

为0~42分,分数越高,神经受损越严重,其中<1分为神经功能正常,1~4分、5~15分、16~30分、>30分分别代表轻度、中度、中重度、重度神经功能缺损。

**1.4 统计学方法** 选用SPSS19.0统计学软件分析和处理研究数据,对不同发病时期患者感兴趣区DTI参数数据进行正态分布与方差齐性检验,计量资料采取( $\bar{x} \pm s$ )表示,并进行方差分析,多重比较进行LSD-t检验;治疗后随访FA值下降率、DCavg值下降率与NIHSS评分的关系采用Pearson相关分析;以P<0.05为差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 入院时影像学表现及病灶侧、健侧DTI参数比较** 80例ACI患者均可通过常规MRI与DTI发现梗死病灶,病灶检出率为100%,其中右侧梗死51例,左侧梗死29例。梗死病灶在T<sub>2</sub>WI、DWI图像上均显示高信号,DTI上以

表1 不同发病时期患者病灶侧、健侧DTI参数比较( $\bar{x} \pm s$ )

发病时期	例数	FA		DCavg ( $\times 10^{-4}$ mm <sup>2</sup> /s)	
		病灶侧	健侧	病灶侧	健侧
超急性期	16	0.53±0.16	0.60±0.09	5.28±0.54	6.15±0.73
急性期	38	0.40±0.09 *	0.58±0.08	4.75±0.77 *	6.19±1.00
亚急性期	26	0.29±0.07 * ▲	0.59±0.09	4.18±0.83 * ▲	5.98±1.04
F		30.566	0.372	11.754	0.431
P		0.000	0.712	0.000	0.669

注:与超急性期比较,\*P<0.05;与急性期比较,▲P<0.05

表2 不同发病时期患者治疗后病灶侧DTI参数及NIHSS评分比较( $\bar{x} \pm s$ )

发病时期	例数	FA值下降率	DCavg值下降率	NIHSS评分(分)
超急性期	16	21.10±4.97	42.09±8.89	7.27±1.20
急性期	38	33.03±7.34 *	76.32±14.41 *	13.01±2.22 *
亚急性期	26	47.49±8.82 * ▲	107.56±19.27 * ▲	18.31±4.07 * ▲
F		70.073	98.261	83.281
P		0.000	0.000	0.000

注:与超急性期比较,\*P<0.05;与急性期比较,▲P<0.05

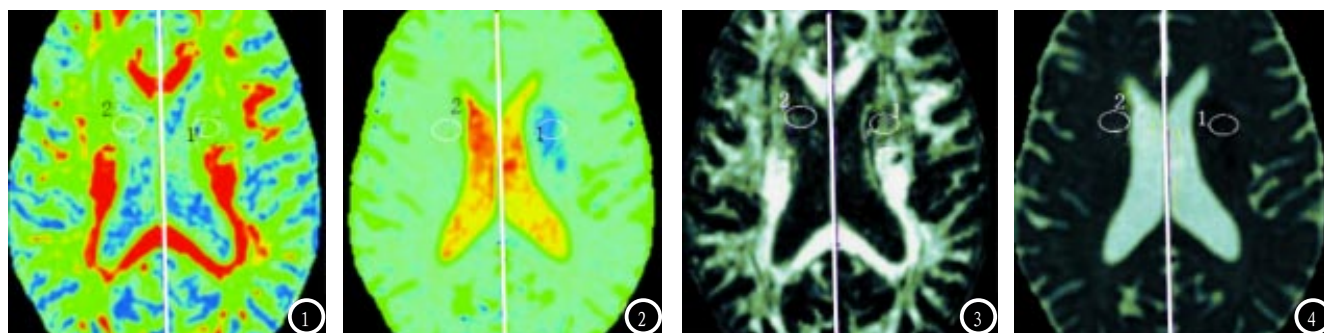


图1~2为FA、DCavg的彩色参数图，图3~4分别为对应的灰度参数图；图片之间的白色分割线为中线对称轴，图中数字“1”示病灶区域，“2”示健侧对应区域，可见病灶区域FA、DCavg信号减低。

低信号为主。不同发病时期患者病灶侧FA、DCavg值均低于健侧( $P < 0.05$ )；FA、DCavg值超急性期 $>$ 急性期例 $>$ 亚急性期，比较有统计学差异( $P < 0.05$ )。见图1~4，表1。

**2.2 随访病灶侧DTI参数变化及NIHSS评分比较** 治疗3个月随访发现病灶区FA、DCavg值下降率超急性期 $<$ 急性期例 $<$ 亚急性期，比较有统计学差异( $P < 0.05$ )；且NIHSS评分超急性期 $<$ 急性期例 $<$ 亚急性期，比较有统计学差异( $P < 0.05$ )。见表2。

**2.3 相关性分析** Person相关分析显示，ACI患者病灶区FA、DCavg值下降率与NIHSS评分呈明显正相关( $r = 0.465, 0.524, P < 0.05$ )。

### 3 讨论

人体内的水分子运动具有随机性、不规则性的特点，即弥散的各向异性，一般情况下，在无序的微观组织结构中水分子扩散表现为高度各向同性，而在高度有序的组织结构中水分子扩散呈现出较大的各向异性。DTI正是基于水分子的这一特性施加弥散敏感梯度从而达到计算水分子弥散程度与方向的目的，作为非侵入性的成像方法，DTI不仅可获取DWI的数据信息，而且可在微观三维基础上显示水分子运动方向与

扩散能力，从而获得定量参数，如FA、DCavg、容积比各项异性(VRA)、衰减指数(Exat)等，近年来DTI各项参数已成为评估神经组织各向异性的常见工具<sup>[6-7]</sup>。其中FA为最常用参数，一般指水分子各向异性分数与标准值之比(数值范围0~1)，比值为0即各向同性弥散，1即最大各向异性弥散，对于脑组织尤其是白质纤维的微结构损伤敏感<sup>[8]</sup>。早期研究<sup>[9]</sup>曾作出总结，FA值越大往往提示神经纤维方向一致性越好，排列越紧密，髓鞘越完整，如脑白质；反之，细胞完整性破坏、不可逆性细胞损伤越严重，如脑脊液，FA值小，各向异性低。DCavg也可用于反应脑组织中特定区域整体弥散快慢状况，数值越小即水分子弥散能力受限越明显，结果不受弥散方向的影响，准确客观<sup>[10]</sup>。

在脑梗死的临床诊治中，国内外均有相关经验报道，如Groisser<sup>[11]</sup>等将中、重度上肢运动功能急性损害的脑梗死患者按照病程分为急性、亚急性、慢性期，均进行DTI及上肢力量检测，结果显示急性期皮质脊髓束轴向扩散张量降低、亚急性期FA值降低是影响运动功能恢复的高度相关因素。胡建斌<sup>[12]</sup>等的研究发现脑梗死病灶区FA、DCavg和VRA值均显著低于对侧(正常脑组织)，从预后良好组到预后差组脑梗死病灶-对侧FA、DCavg和VRA值

相对值逐渐减低，由此认为FA、DCavg和VRA值在缺血性ACI中存在特定改变规律，可作为临床预后判断的有力依据。谢志玉<sup>[13]</sup>等的报道指出，FA值越高神经传导功能越强，该研究显示儿童脑梗死不同发病时期病灶侧FA值均明显低于健侧，且DTI显示皮质脊髓束不中断的患儿神经功能缺损评分结果大多正常或基本正常，而中断或完全中断的患儿神经功能缺损评分显示轻度或显著偏高，预后较差。本研究中也根据患者发病时期将患者分为超急性期、急性期、亚急性期三组进行DTI参数对比，发现不同发病时期患者病灶侧FA、DCavg值均低于健侧，FA、DCavg值超急性期 $>$ 急性期例 $>$ 亚急性期，差异有显著性，提示ACI患者均伴随脑组织微观结构破坏，水分子运动降低和扩散异常，且急性期例、亚急性期患者这一表现更突出，因此认为明确FA、DCavg值变化情况可作为临床早期诊断依据。从影像学表现上也可以看到梗死灶在T<sub>2</sub>WI、DWI图像上均显示高信号，DTI以低信号为主，这与国内报道<sup>[14]</sup>类似。事实上，我们在DTI上发现部分患者脑组织微观结构破坏累及至相邻的白质纤维束，而既往文献<sup>[15]</sup>已证实白质纤维束损伤程度与ACI患者的临床表现及神经功能恢复密切相关。为了进一步明确DTI对临床转归的预测价值，本研究随访



期间对患者进行NIHSS评分评估,发现病灶区FA、DCavg值下降率超急性期<急性期例<亚急性期,NIHSS评分超急性期<急性期例<亚急性期,且Person相关分析显示,ACI患者病灶区FA、DCavg值下降率与NIHSS评分呈明显正相关,与曾皎<sup>[16]</sup>等的报道有一致性,均证实FA、DCavg值与ACI预后指标密切相关。

综上所述,DTI参数在不同发病时期ACI患者中存在特定的改变规律,可作为临床早期诊断依据,其中FA、DCavg值与预后指标密切相关,有望用于预测临床转归。

## 参考文献

- [1] Naess H, Kurtz M, Thomassen L, et al. Serial NIHSS scores in patients with acute cerebral infarction[J]. *Acta Neurologica Scandinavica*, 2016, 133(6): 415-420.
- [2] Dong X L, Xu S J, Zhang L, et al. Serum Resistin Levels May Contribute to an Increased Risk of Acute Cerebral Infarction[J]. *Molecular Neurobiology*, 2017, 54(3): 1-8.
- [3] Oudeman J, Nederveen A J, Strijkers G J, et al. Techniques and applications of skeletal muscle diffusion tensor imaging: A review[J]. *Journal of Magnetic Resonance Imaging*, 2016, 43(4): 773-788.
- [4] 中华医学会神经病学分会. 中国急性缺血性脑卒中诊治指南2014[J]. *中华神经科杂志*, 2015, 48(4): 246-257.
- [5] Naess H, Kurtz M, Thomassen L, et al. Serial NIHSS scores in patients with acute cerebral infarction[J]. *Acta Neurol Scand*, 2016, 133(6): 415-420.
- [6] Li S, Tian J, Bauer A, et al. Reduced Integrity of Right Lateralized White Matter in Patients with Primary Insomnia: A Diffusion-Tensor Imaging Study[J]. *Radiology*, 2016, 280(2): 520-528.
- [7] Edlow B L, Copen W A, Izzy S, et al. Diffusion tensor imaging in acute-to-subacute traumatic brain injury: a longitudinal analysis[J]. *Bmc Neurology*, 2016, 16(1): 2-11.
- [8] 梁海毛, 谢金华, 蓝宇, 等. 磁共振扩散张量成像在急性脑梗死的诊断及运动功能评估中的应用价值[J]. *中国CT和MRI杂志*, 2017, 15(8): 47-49.
- [9] 许东峰, 雷益, 夏军, 等. 基于DTI丘脑分割的新方法[J]. *中国CT和MRI杂志*, 2017, 15(4): 6-9.
- [10] 杨晓生, 秦剑锋, 邓少峰, 等. DTI对脑梗死后康复治疗疗效的定量影像学评价[J]. *中国CT和MRI杂志*, 2018, 16(3): 17-19.
- [11] Groisser B N, Copen W A, Singhal A B, et al. Corticospinal tract diffusion abnormalities early after stroke predict motor outcome[J]. *Neurorehabilitation & Neural Repair*, 2014, 28(8): 751-760.
- [12] 胡建斌, 陈飞, 甘敏, 等. 磁共振扩散张量成像在急性缺血性脑梗死预后判断中的临床应用[J]. *医学影像学杂志*, 2016, 26(6): 958-961.
- [13] 谢志玉, 姚宝珍. 磁共振弥散加权成像在儿童脑梗死诊断及预后评估中的应用价值[J]. *中国实验诊断学*, 2017, 21(7): 1121-1123.
- [14] 梁志鹏, 姚立正, 戴真煜, 等. 磁共振弥散张量成像鉴别诊断超急性与急性缺血性脑梗死[J]. *中国医学影像技术*, 2016, 32(2): 195-199.
- [15] 杨烁慧, 詹松华, 陆方, 等. 基于DTI技术的急性中风患者缺血脑白质纤维束的扩散性与神经功能恢复的相关性研究[J]. *磁共振成像*, 2015, 6(10): 727-733.
- [16] 曾皎, 陈红群, 刘芳. 弥散张量成像评估急性脑梗死康复治疗前后运动功能变化与预后的相关性[J]. *中风与神经疾病杂志*, 2016, 33(4): 334-337.

(本文编辑: 谢婷婷)

【收稿日期】2018-11-22