

· 临床研究 ·

弥散张量成像对脑梗死患者功能恢复的预测价值

李春芳 胡海菁 张应和 徐刚 杜丽云

【摘要】目的 通过分析脑梗死患者在不同时期各向异性 (FA) 值的变化与患者功能恢复情况之间的关系, 来研究磁共振弥散张量成像 (DTI) 对脑梗死后功能恢复的评估价值。**方法** 经磁共振和 DTI 检查确诊的脑梗死患者 38 例, 按照 Brunnstrom 法评定患者的运动功能情况, 将康复治疗后运动功能改善 ≥ 2 个级别的脑梗死患者 16 例, 设为 A 组; 剩余运动功能未见好转的脑梗死患者 22 例, 设为 B 组。分别监测 2 组患者病灶区和对侧在急性期、亚急性期及慢性期的各向异性值 (FA 值), 并进行统计学分析。**结果** 各期检查中, 2 组患者病灶区的 FA 值较对侧均明显降低 ($P < 0.05$); 2 组患者急性期病灶区的 FA 值均高于亚急性期、慢性期病灶区的 FA 值 ($P < 0.05$), 而亚急性期病灶区的 FA 值与慢性期病灶区的 FA 值之间没有统计学差异 ($P > 0.05$); 急性期 2 组患者病灶区的 FA 值差异没有统计学意义 ($P > 0.05$), 亚急性期和慢性期的 2 组患者病灶区的 FA 值之间差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。**结论** 脑梗死患者病灶区 FA 值的变化与功能恢复具有一定的规律性, 对指导临床治疗及预后具有一定的参考价值。

【关键词】 脑梗死; 弥散张量成像; 各向异性值; 运动功能

The value of magnetic resonance diffusion tensor imaging for predicting functional recovery in cerebral infarction patients LI Chun-fang, HU Hai-jing, ZHANG Ying-he, XU Gang, DU Li-yun. Department of Radiology, Nanhai Hospital, Southern Medical University, Foshan 528200, China

【Abstract】Objective To explore the changes in fractional anisotropy (FA) among cerebral infarction patients using MR diffusion tensor imaging (DTI), and to verify the relationship between any FA changes and functional recovery. **Methods** Thirty-eight cerebral infarction patients were divided into two groups according to their recovery level using Brunnstrom's criteria. All the patients accepted routine MR and DTI examination, and FA values were measured during the acute, subacute and chronic stages of their recovery. **Results** Average FA values in the lesion area were significantly lower than in the corresponding contralateral area, and were highest during the acute stage. There was no significant difference between the subacute and chronic stages. **Conclusions** The FA values of cerebral infarction patients change during the different stages of recovery with a certain regularity. This may be valuable for clinical treatment and prognosis.

【Key words】 Cerebral infarction; Diffusion tensor imaging; Fractional anisotropy values; Motor function

磁共振弥散张量成像 (diffusion tensor imaging, DTI) 是在弥散加权成像的基础上发展而来的一种新型的影像学检查技术, 它利用组织中水分子扩散运动存在的各向异性来探测组织微观结构特性, 目前已被越来越多地应用于临床诊断工作中。本研究旨在通过分析脑梗死患者在发病后不同时期的影像学改变, 探讨弥散张量成像对患者功能恢复的意义, 为临床预后评估提供更客观的依据。

资料和方法

一、临床资料

收集于 2007 年 1 月至 2008 年 3 月在本院接受治疗的脑梗死患者 38 例, 入选标准: 均经磁共振成像和 DTI 检查证实, 首次发病; 患者均为发病当天入院, 神志清楚, 且年龄 < 80 岁。38 例患者中男 24 例, 女 14 例; 年龄 45 ~ 73 岁, 平均年龄 59 岁; 病灶区分布中央前回 8 例、基底节 17 例、脑桥 5 例, 同时累及 2 个及以上部位 8 例。

二、康复治疗方法

38 例均于生命体征稳定后接受高压氧、被动肢体训练、针灸按摩、营养脑神经、改善脑循环及对症支持治疗等。

三、评定和分组方法

根据患者康复治疗前、后的恢复情况, 采用脑卒中运动功能评定量表 Brunnstrom 法评定患者的运动

功能^[1],共分 6 级:无肌肉的收缩为 I 级;开始有共同运动模式和痉挛为 II 级;可随意发起共同运动,痉挛明显为 III 级;开始出现分离运动为 IV 级;分离运动更为明显,痉挛减弱为 V 级;接近正常或基本正常为 VI 级。

38 例患者中,将康复治疗运动功能改善 ≥ 2 个级别的脑梗死患者 16 例设为 A 组,剩余运动功能未见明显好转的脑梗死患者 22 例设为 B 组。

四、检查方法

应用美国 GE 公司 Signa EXCITE II 1.5T 磁共振扫描仪进行图像采集。常规磁共振成像检查:2 组患者均于急性期、亚急性期和慢性期(采用 Osborn^[2] 的脑梗死分期法:发病 ≤ 3 d 为急性期,4 d ~ 8 周为亚急性期, >8 周为慢性期)进行平扫检查,包括轴位及矢状位 T₂WI 序列(TR/TE, 3800/90 ms)、轴位 T₁WI 序列(TR/TE, 500/20 ms)、轴位 T2FLAIR 序列(TR/TE/TI, 8400/80/2100 ms),单次激发平面回波成像的弥散加权成像(b 值 = 1000,扫描层面与轴位 T₂WI 一致)。

DTI 检测:采用单次激发 SE-EPI 序列,TR/TE = 10 000/120 ms,扫描层厚 4 mm,层间距 0.5 mm,扫描层数 30 层,矩阵 128 × 128,扫描视野 26 × 26 cm,在 13 个方向上施加弥散梯度和一个无弥散权重的采集,b 值 = 1000。

五、主要观察指标

观测 2 组患者病灶及对侧相应部位的各向异性(fractional anisotropy, FA)值,首次及复查测量的兴趣区的部位及面积尽量统一。

六、统计学分析

采用 GE 公司自带的 Functool 功能后处理软件来显示 FA 图及彩色 FA 方向图,并计算病灶区及对侧相应区域 FA 值。统计学分析使用 SPSS 13.0 统计学软件,采用方差分析比较 2 组患者病灶区与对侧相应部位不同时期的 FA 值差异,以及两组患者的病灶在不同时期 FA 值之间的差异。

结 果

各期检查中,2 组患者病灶区的 FA 值较对侧均明显降低($P < 0.05$);2 组患者急性期病灶区的 FA 值均高于亚急性期、慢性期病灶区的 FA 值($P < 0.05$),而亚急性期病灶区的 FA 值与慢性期病灶区的 FA 值之间差异无统计学意义($P > 0.05$);急性期 2 组患者病灶区的 FA 值差异没有统计学意义($P > 0.05$),亚急性期和慢性期 2 组患者病灶区的 FA 值之间差异有统计学意义($P < 0.05$)。详见表 1。

表 1 2 组患者在急性期、亚急性期及慢性期 FA 值的比较($\bar{x} \pm s$)

组 别	例数	急性期	亚急性期	慢性期
A 组	16			
病灶区		0.533 ± 0.045	0.342 ± 0.029 ^b	0.346 ± 0.033 ^b
对侧		0.720 ± 0.063 ^a	0.703 ± 0.049 ^a	0.733 ± 0.071 ^a
B 组	22			
病灶区		0.561 ± 0.032	0.224 ± 0.030 ^{bc}	0.201 ± 0.024 ^{bc}
对侧		0.743 ± 0.050 ^a	0.728 ± 0.044 ^a	0.722 ± 0.057 ^a

注:与本组病灶区同期比较,^a $P < 0.05$;与本组病灶区急性期比较,^b $P < 0.05$;与 A 组病灶区同期比较,^c $P < 0.05$

讨 论

DTI 是在常规磁共振成像和弥散加权成像的基础上发展起来的,可以在三维空间内定量分析水分子的弥散运动,是目前唯一能够无创性提供活体研究脑白质纤维特征的方法。弥散张量中最常用的一个概念是各向异性,这是因为人体内水分子同体外水分子弥散不同,它不仅受组织细胞本身特征及细胞内部结构的影响,而且受所在组织结构影响。在具有固定排列顺序的组织结构中,如神经纤维束中,水分子在各个方向的弥散是不同的,水分子通常更倾向于沿着神经纤维束走行的方向弥散,而很少沿垂直于神经纤维束走行的方向进行弥散,这种具有方向依赖性的弥散即称为弥散的各向异性^[3]。用来表述各向异性特征的参数是 FA 值,它是指水分子各向异性成分占整个弥散张量的比例,表现为各向异性的扩散系数的一部分,其范围是 0 ~ 1,0 代表最大各向同性的弥散,1 代表假想下最大各向异性的弥散。在脑白质中,FA 值与髓鞘的完整性、纤维致密性呈正相关。在病理状态下,受组织微结构的改变的影响,不仅水和代谢物的弥散能力会改变,而且弥散的各向异性也会改变^[4]。

Brunnstrom 法评价运动功能的恢复,比较符合运动生理和神经生理学的理论,脑梗死后由于失去上位神经元的支配,低位中枢会释放出一些原始的运动模式,如共同运动、联合反应和痉挛等。随着上位运动神经元控制作用的恢复,这些异常的运动模式会逐渐转化为以分离的、协调的、精细的以及快速运动为特点的正常运动模式。Brunnstrom 分级对指导临床康复训练有实际意义。

本研究纳入的 38 例脑梗死患者,病灶区分布为中央前回 8 例、基底节 17 例、脑桥 5 例,同时累及 2 个及以上部位的有 8 例。皮质脊髓束是人体椎体束中最大的下行束,司肢体运动功能,因此累及这些区域的脑梗死发生后,大多数患者会出现肢体运动功能障碍。常规磁共振成像及弥散加权成像检查在各期均可明确发现引起运动功能障碍的病灶,急性期病灶最显著的影

像特征是在 T_2 WI 及弥散加权成像上呈高信号,在 T1FLAIR 上呈低信号,同时病灶的表观弥散系数(apparent diffusion coefficient, ADC)值降低。这是由于梗死发生后,局部细胞水肿,导致 T_2 WI 上信号增高,同时水分子的弥散活动受到限制,从而引起 ADC 值下降。病灶在亚急性期及慢性期产生的变化有: T_2 WI 上高信号的边界更加清晰,病灶在弥散加权成像上呈高信号但 ADC 值升高。这是由于恢复期细胞水肿程度降低或消失,同时病灶液化,使得水分子的弥散度加大,因而表现为 ADC 值的升高^[5]。

本研究分别在急性期、亚急性期及慢性期对脑梗死患者进行常规磁共振成像和 DTI 检测,发现病灶区的 FA 值在各期均明显低于对侧。文献报道,在脑梗死的急性期,病灶区的 FA 值会升高,这是由于细胞毒性水肿导致细胞肿胀,造成细胞外间隙减小,白质纤维束受推压而导致空间减少,水分子在垂直于纤维束方向上的移动更加受到限制,因而其各向异性的弥散度增高,表现为 FA 值升高^[6]。随着病程进展,病灶区部位的细胞膜破坏、细胞融解,导致纤维髓鞘的完整性发生破坏,脑组织的各向异性减低,FA 值相应下降。本研究中,患者经过康复训练,有 16 例患者运动功能明显改善,但病灶的 FA 值仍明显低于对侧。说明虽然部分患者的功能可以恢复至接近甚至达到正常水平,但器质性的改变是不可逆的。也有研究者指出,随着病情进入 2~6 个月,其 FA 值常保持着持续降低^[7]。结合本研究中常规磁共振成像可以发现,在亚急性期及慢性期,由于神经细胞坏死液化,病灶在 T_2 WI 上呈高信号,其伴随的病理生理改变包括白质髓鞘溶解、破坏乃至脱失,这些改变导致局部水分子在各个方向上自由弥散进一步增加,因而 FA 值也随之降低。

脑梗死急性期,2 组患者病灶的 FA 值差异无统计学意义,但在脑梗死亚急性期及慢性期,A 组病灶的 FA 值明显高于 B 组病灶,说明在脑梗死急性期,所有纳入研究患者的白质纤维束在微观结构上未表现出明显差异,而在亚急性期及慢性期,随着病程进展,A 组患者病灶区的 FA 值明显高于 B 组患者病灶区($P < 0.05$),表明此时运动功能恢复好的患者,其髓鞘的致密程度要大于运动功能恢复差的患者。同时提示患者

恢复的主要机制在于纤维束结构完整性和方向性的保持与重塑^[8]。

对 2 组患者各期的 FA 值变化规律进行研究可以发现,急性期病灶区的 FA 值与本组亚急性期、慢性期病灶区的 FA 值间具有明显差异($P < 0.05$),而亚急性期与慢性期病灶区的 FA 值之间没有明显差异($P > 0.05$)。提示在脑梗死发生后,急性期髓鞘改变尚处于一个不稳定过程,因而其 FA 值会随着病程进展而改变,所以对脑梗死患者应进行早期康复治疗,即在发病后 2 周内开始康复。康复治疗越早,患者的功能恢复和整体疗效就越好。目前认为,脑卒中后患者生命体征稳定、神经学症状不再发展后 48 h 即可开始,目的是促进患肢的神经功能恢复,减少后遗症,提高患者的生活质量。在该时段开始康复治疗的疗效最为显著,而一旦错过最佳时期,病灶部位的 FA 值趋于稳定,白质纤维髓鞘的改变已经不大,此时进行康复治疗的效果将明显减小。

对于伴有运动功能下降的脑梗死患者,DTI 检查可以通过定量测量病灶区 FA 值的变化来反映病程进展,对指导临床治疗及预后具有一定的参考价值。

参 考 文 献

- [1] 南登崑. 康复医学. 北京:人民卫生出版社,2004:40.
- [2] Osborn AG, Tong KA. Handbook of neuroradiology: brain and skull. St Louis: Mosby, 1996:373-388.
- [3] Moseley ME, Cohen Y, Kucharczyk J, et al. Diffusion-weighted MR imaging of anisotropic water in central nervous system. Radiology, 1990, 176:439-446.
- [4] 谭淑萍, 梁碧玲. 扩散张量 MR 成像. 国外医学临床放射学分册, 2003, 26:314-316.
- [5] 赵应满, 王桂华. 急性期脑梗塞 DWI 的临床应用. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2005, 3:11-13.
- [6] Sullivan M, Morris RG, Huckstep B, et al. Diffusion tensor MRI correlates with executive dysfunction in patients with ischaemic leukoariosis. J Neurosurg Psychiatry, 2004, 75: 441-447.
- [7] Rodrigo S, Oppenheim C, Touze E, et al. Cerebral arterial infarction and diffusion tensor imaging. J Neuroradiol, 2006, 33:51-56.
- [8] 王娟, 周义成, 尤春景, 等. MR 扩散张量在临床脑梗死运动功能康复评估中的应用. 中华物理医学与康复杂志, 2007, 29:130-133.

(修回日期:2010-01-02)

(本文编辑:阮仕衡)