

论 著

DTI在痉挛型单侧脑瘫患儿康复中的应用

董双君 王云玲 贾文霄*

新疆医科大学第一附属医院影像中心
(新疆 乌鲁木齐 830011)

【摘要】目的 研究磁共振扩散张量成像在痉挛型单侧脑瘫患儿康复治疗中的应用价值。方法 选取35例痉挛型单侧脑瘫患儿行常规MRI和DTI检查,测得康复治疗前患侧和对侧、康复治疗前后患侧的内囊后肢及大脑脚部位各向异性分数(FA)值,患儿临床评价采用粗大运动功能分级系统(GMFCS)。结果 康复治疗前患侧部位的FA值均低于对侧,差异有统计学意义($P<0.001$),经康复治疗一年后患儿患侧相应部位FA值较治疗前有所增加($P<0.001$),粗大运动功能得到改善,患儿的临床运动功能与FA值呈负相关($P<0.001$)。结论 DTI参数可以反映康复干预对痉挛型单侧脑瘫患儿的治疗效果,并为患儿的病情预后提供客观依据。

【关键词】脑性瘫痪; 扩散张量成像; 康复治疗

【中图分类号】R445

【文献标识码】A

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2023.01.003

Application of DTI in Rehabilitation of Children with Spastic Unilateral Cerebral Palsy

DONG Shuang-jun, WANG Yun-ling, JIA Wen-xiao*

Department of Radiology, The First Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University, Urumqi 830011, Xinjiang, China.

ABSTRACT

Objective To investigate the application value of diffusion tensor imaging in rehabilitation treatment of spastic unilateral cerebral palsy. **Methods** Thirty-five children with spastic unilateral cerebral palsy underwent conventional MRI and DTI examination. The fractional anisotropy (FA) values of the posterior limb of the internal capsule and the corresponding part of the cerebrum of the affected side and the contralateral side before and after rehabilitation treatment were measured and compared. The gross motor function classification system (GMFCS) was used to evaluate the movement function of cerebral palsy in children. **Results** Before rehabilitation treatment, the FA value of the affected side was lower than that of the contralateral side, and the difference was statistically significant ($P<0.001$). After one year of rehabilitation treatment, the FA value of the corresponding part of the affected side of the child increased compared with that before treatment ($P<0.001$), the gross motor function had been improved, the clinical GMFCS in the patients were negatively correlated with the FA values ($P<0.001$). **Conclusion** DTI parameters can reflect the therapeutic effect of rehabilitation intervention on children with spastic unilateral cerebral palsy, and provide an objective basis for the prognosis of children with cerebral palsy.

Keywords: Cerebral Palsy; Diffusion Tensor Imaging; Rehabilitation Treatment

脑性瘫痪(cerebral palsy, CP)是由于发育中大脑缺陷或损伤而导致的综合征,是我国儿童残疾的常见疾病之一,主要表现为运动功能障碍^[1]。皮质脊髓束(Corticospinal tract CST)主要参与四肢的自主运动,为最重要的运动通路,CST损伤的程度与运动功能障碍有关,CST损伤的恢复也与运动功能的改善有关。扩散张量成像(diffusion tensor imaging, DTI)在显示脑发育和白质损伤方面有其独特优势,是评估CST状态的一种非常有效的方法^[2]。DTI技术凭借其量化水扩散特性的功能,可以提供有关神经束微观结构状态的信息。本研究旨在通过应用DTI参数来反映痉挛型单侧脑瘫患儿的康复治疗效果,并分析DTI参数与脑瘫患儿临床运动功能的相关性。

1 资料与方法

1.1 临床资料 前瞻性收集2019年11月至2020年11月在新医大二附院就诊并确诊为痉挛型单侧脑瘫患儿35例,其中男21例,女14例,平均年龄(5.23±1.18)岁,左侧偏瘫19例,右侧偏瘫16例。

纳入标准:欧洲脑性瘫痪监测组织(Surveillance of Cerebral Palsy in Europe, SCPE)临床分型中年龄4~9岁的痉挛型单侧脑瘫患儿;可配合MRI检查且图像质量符合后处理的要求。排除标准:其他类型的脑瘫患儿;不能配合临床的相关检查及MRI的检查。在MRI检查完成之前均与患儿家属签署知情同意书,在综合康复治疗1年后复查。

临床运动功能评价参照粗大运动功能分级系统(gross motor function classification system, GMFCS)^[3],由2名康复科主治医师在患儿入院后3天内,及康复治疗1年后对患儿进行临床粗大运动功能的评估。GMFCS为目前普遍应用于临床的来用于评估患儿粗大运动功能的指标,其信度和效度已经得到大量研究的证实^[4]。

1.2 检查方法 采用Philips 3.0T MR扫描仪,不能配合的患儿,可给予口服10%水合氯醛(0.5mL/kg),待其熟睡后行MRI检查。行轴位T₁WI(TR/TE 507/19ms)、T₂WI(TR/TE 3894/121ms)、T₂-FLAIR(TR/TE 8700/119ms),矢状位T₂WI(TR/TE 8529/103ms)扫描,层厚5mm。DTI序列的TR/TE: 3791/82ms, FOV: 224mm×224mm, 矩阵: 128×128, 层厚2mm, 激励次数2次, 扩散梯度b值分别为0、1000s/mm²。

1.3 图像处理 收集患儿检查后的DTI数据,使用fiber trak后处理软件包进行分析,通过图像的运动校正及阈值调节,得到彩色FA图,在图中内囊后肢及大脑脚层面绘制感兴趣区(regions of interest, ROI),测得FA值,每个兴趣区测量3次,取其平均值。ROI的测量方式采用双盲法,由2名影像科主治医师完成,ROI的定位见图1、图2所示。

1.4 统计学分析 采用SPSS 22.0软件包,患儿康复治疗前患侧和对侧、康复治疗前后患侧定量值选用配对样本t检验,采用Spearman相关进行相关性分析。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 康复治疗前患儿的患侧部位和对侧部位FA值比较 患侧各部位FA值较对侧降低

【第一作者】董双君,女,医师,主要研究方向:磁共振功能成像。E-mail: 384687003@qq.com

【通讯作者】贾文霄,男,主任医师,主要研究方向:磁共振功能成像。E-mail: jwxj@sina.com

($P<0.001$)(见表1)。
2.2 患儿康复治疗前后FA值比较 康复治疗后患儿患侧各部位FA值均增加($P<0.001$)(见表2)。
2.3 患儿各部位DTI参数与临床运动功能的相关分析 康复治疗1年后患儿的临床GMFCS与内囊后肢及大脑脚部位FA值均呈现负相关($P<0.001$)(见表3)。

表1 康复治疗前患侧及对侧各ROI的FA值比较

部位	FA值		t值	P值
	患侧	对侧		
内囊后肢	0.413±0.072	0.480±0.063	-5.347	<0.001
大脑脚	0.369±0.051	0.449±0.075	-7.889	<0.001

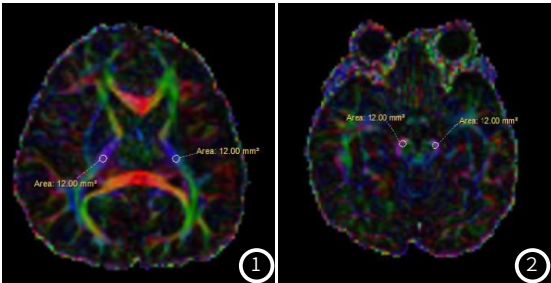


图1~图2 双侧CST通过内囊后肢、大脑脚层面的ROI放置位置

3 讨论

脑性瘫痪是儿童运动缺陷最常见的原因之一，痉挛型单侧脑瘫是其中最常见脑瘫亚型，其特征是身体一侧的运动障碍。DTI是建立在扩散加权成像基础上在非线性的方向上加入扩散敏感梯度从而获得的图像，凭借其对于水扩散特性的可视化能力，可用于评估白质纤维束的微观结构状况^[5]。由于各向异性在大脑白质纤维中表现的最为显著，即FA值较ADC值更具优势^[6]。本研究中采用参数FA值对患儿康复治疗前患侧和对侧的皮质脊髓束进行测量，患儿患侧各部位FA值较对侧降低，FA值的降低是由于定向结构的破坏，例如髓鞘和轴突微丝，影响水分子在脑组织中各个方向上的扩散运动^[7-8]。有研究显示，痉挛型单侧脑瘫患儿病变侧皮质脊髓束、皮质核束等纤维数量较正常的一侧明显减少^[9]。皮质脊髓束(CST)是白质纤维束里最重要的束支，其向下可通过内囊后肢，以及位于中脑的大脑脚和脑桥的腹侧，下行可延伸至脊髓，并可连接位于脊髓前角的运动神经，其主导肢体的运动功能，当其受损时，患儿可出现肢体运动功能障碍^[10]。患儿康复治疗一年后患侧各部位FA值均有所增加，各部位定量值的变化有统计学的意义，对侧各部位FA值虽然有所增加，但其变化无统计学意义。此结果可能是由于康复治疗造成的，该治疗主要集中在受影响较重的一侧，而不是受影响较轻的一侧，对偏瘫患儿的康复治疗主要是针对其一侧的运动功能训练，且2岁后患儿自身脑白质纤维髓鞘化的发育进程较2岁前显著减慢。康复治疗的特点是重复练习，并引起治疗诱导的神经可塑性，从而增强运动皮层区域内的突触发生、重组和树突的生长。通过比较康复治疗前后患侧各部位FA值的变化，可以更准确地显示出治疗效果。在康复治疗后的随访评估中，患者的粗大运动功能都有所改善，有研究中指出，在2-6岁间的患儿，GMFCS具有较好的稳定性，在此期间GMFCS评估对患儿的运动功能具有较好的预测性^[11]。本研究中没有将临床感觉功能与评估参数联系起来，由于多数患儿也存在感觉功能障碍，其运动和感觉参数的相关性可以部分解释其发病机制，但由于客观评价患儿的感觉功能比较困难，希望在以后的研究中能够进一步探究。

脑瘫患儿所需的康复治疗过程是长期的、艰辛的，需要家庭、医疗、社会等方面的共同协助，因此对其康复疗效的阶段性

表2 康复治疗前后各ROI的FA值比较

部位	FA值		t值	P值
	康复治疗前	康复治疗1年后		
内囊后肢 (患侧)	0.413±0.072	0.452±0.061	-7.539	<0.001
内囊后肢 (对侧)	0.480±0.063	0.483±0.057	-0.697	0.234
大脑脚 (患侧)	0.369±0.051	0.425±0.078	-7.152	<0.001
大脑脚 (对侧)	0.449±0.075	0.452±0.069	-0.513	0.579

表3 患儿治疗后不同部位FA值与临床GMFCS分级的Spearman相关分析

部位	FA值			r	P
	I~II级	III级	IV~V级		
内囊后肢	0.497±0.071	0.413±0.027	0.364±0.013	-0.807	<0.001
大脑脚	0.442±0.065	0.372±0.029	0.304±0.017	-0.742	<0.001

评估非常有必要。DTI技术可为临床评估提供客观的数值分析，有助于对脑瘫患儿康复效果进行全面监测，也为患儿的进一步康复治疗方案提供理论支持。综上所述，DTI技术可为康复效果的评估提供更为精确的数据，且FA值的变化有助于康复效果的量化评估。

参考文献

[1]Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A, et al. A report: the definition and classification of cerebral palsy April, 2006[J]. Dev Med Child Neurol Suppl, 2007, 49 (109): 8-14.
[2]Bleyenheuft Y, Dricot L, Ebner-Karestinis D, et al. Motor skill training may restore impaired corticospinal tract fibers in children with cerebral palsy[J]. Neurorehabil Neural Repair, 2020, 34: 533-546.
[3]Gupta D, Barachant A, Gordon A M, et al. Effect of sensory and motor connectivity on hand function in pediatric hemiplegia[J]. Ann Neurol, 2017, 82: 766-780.
[4]李初阳, 史惟, 周美琴, 等. 脑瘫粗大运动功能分级系统修订扩展版(中文版)的信度和效度研究[J]. 中国康复理论与实践, 2011, 17 (12): 1112-1115.
[5]Krogsrud S K, Fjell A M, Tamnes C K, et al. Changes in white matter microstructure in the developing brain—a longitudinal diffusion tensor imaging study of children from 4 to 11 years of age[J]. Neuroimage, 2016, 124 (pt A): 473-486.
[6]Thoms B, Eyssen M, Peeters R, et al. Quantitative diffusion tensor imaging in cerebral palsy due to periventricular white injury[J]. Brain, 2005, 128 (11): 2526-2577.
[7]张晓凡, 范国光, 王志伟, 等. 磁共振扩散张量成像/扩散张量纤维束示踪成像(DTI/DTT)对小儿脑瘫早期诊断及康复评价的临床意义[J]. 中国CT和MRI杂志, 2011, 9 (2): 1-6.
[8]施璐, 李红叶. 多模态功能磁共振成像对脑瘫儿童诊治的指导作用[J]. 中国CT和MR杂志, 2019, 17 (1): 31-33.
[9]Nagae L M, Hoon A H, Sshinko E, et al. Diffusing tensor imaging in children with periventricular leukomalacia: variability of injuries to white matter tracts[J]. AJNR Am J Neuroradio, 2007, 28 (7): 1213-1222.
[10]Nemanich S T, Mueller B A, Gillick B T. Neurite orientation dispersion and density imaging quantifies corticospinal tract microstructural organization in children with unilateral cerebral palsy[J]. Hum Brain Mapp, 2019, 40: 4888-4900.
[11]Arnfield E, Guzzetta A, Boyd R. Relationship between brain structure on magnetic resonance imaging and motor outcomes in children with cerebral palsy: a systematic review[J]. Res Dev Disabil, 2013, 34: 2234-2250.

(收稿日期: 2022-09-14)
(校对编辑: 阮 靖)