

• 中枢神经影像学 •

缺血性脑卒中肢体运动功能及皮质脊髓束受损的 DTI 评价

肖慧, 张碧云, 陈自谦, 钱根年, 杨熙章, 倪萍

【摘要】 目的:探讨脑缺血性卒中急性期患者肢体运动功能与皮质脊髓束受损的关系。**方法:**采用 GE 1.5T 磁共振成像系统,对 9 例脑缺血性卒中急性期患者和 9 例志愿者进行磁共振扩散张量成像(DTI)检查,采用 dTV. II 软件进行处理,显示 FA 图及彩色 FA 方向图,并重建患者的双侧皮质脊髓束 3D 纤维图。Brunnstorm 标准判断脑卒中患者患手肌力。**结果:**卒中患者梗死白质区 FA 值显著低于健侧,两侧相比差异有显著性意义($t=4.570, P<0.001$),病变侧皮质脊髓束受压、变形、移位、部分断裂,皮质脊髓束受累情况与肌力有相关性($r_s=0.888, P<0.05$)。**结论:**脑卒中患者患手皮质脊髓束损伤程度与肌力相关,提示可用于判断康复治疗的预后。3D 纤维图可以更立体直观的显示锥体束状况。

【关键词】 脑血管意外; 扩散张量成像; 锥体束; 磁共振成像

【中图分类号】 R445.2; R743.3 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2007)03-0230-04

Evaluation of the Relationship between Extremity Motor Function Impairment and Cortical Spinal Tract Involvement in Cerebral Ischemic Stroke with Diffusion Tensor Imaging (DTI) XIAO Hui, ZHANG Bi-yun, CHEN Zi-qian, et al. Department of Radiology, Fuzhou General Hospital of Nanjing Command, Fuzhou 350025, P. R. China

【Abstract】 Objective: To evaluate the relationship between the impairment severity of cortical spinal tract (CST) and muscle strength in acute ischemic stroke patients. **Methods:** DTI was respectively performed in 9 patients with acute cerebral ischemic stroke and a control group of 9 volunteers using a GE Signa Excite MR scanner. dTV. II software was used for fiber tracking. Fractional anisotropy (FA) maps and 3D tractography of bilateral CST of all patients and volunteers were created. Brunnstorm criteria were used to evaluate the hand motor function. **Results:** The FA values of the white matter in infarction area were significant lower than those of their counterparts in the normal hemisphere (paired test, $t=4.570, P<0.001$). Correlation between the changes of FA values in the infarction area and the impairment of relative muscle strength of the hand (spearman correlation, $r=0.888, P<0.05$) was noted, and DTI showed that the corresponding CST was compressed, shifted and partly torn. **Conclusion:** In acute cerebral ischemic stroke, the impairment severity of CST of the hand was correlatively related to its changes in muscle strength, therefore, DTI was indicated to serve as a predictive means for the effect of rehabilitation treatment and disease prognosis. Moreover, 3D fiber tractographic maps displayed 'real' and more stereo images of the pyramidal tracts.

【Key words】 Cerebrovascular accident; Diffusion tensor imaging; Pyramidal tracts; MR imaging

脑缺血卒中后神经元和白质纤维束功能与结构常发生异常,导致患者出现相应的临床症状和体征。近年来,随着高场 MRI 设备的不断完善,运用扩散张量成像(diffusion tensor imaging, DTI)来评价和研究脑卒中后脑皮质功能和结构的重组情况已成为可能。有关这方面的文献国内鲜见报道,国外也仅见少数报道。笔者应用 DTI 对 9 例急性缺血性脑卒中患者进行了评价,观察和评价卒中导致运动功能和皮质脊髓束损伤后脑功能和结构重组的特点,并结合临床症状和体征,为临床脑康复治疗提供参考依据。

材料与方法

本研究组(又称被试组)9 例均为运动功能损伤的

急性脑缺血性卒中患者(表 1),其中男 5 例,女 4 例,年龄 16~87 岁,平均年龄 51.4 岁,发病至 DTI 检查时间 1~7 d。同时选择 9 例年龄和性别与研究组匹配的右利手正常人做为对照组,均无神经、癫痫、精神病、脑血管异常及外伤史等。肌力评价按 Brunnstorm 分级。

采用 GE Signa Excite 1.5T 磁共振成像系统进行图像采集。常规 MR 检查:所有病例均行 MR 平扫检查,包括矢状面及横轴面液体衰减反转恢复(fluid-attenuated inversion recovery, FLAIR) T_1 WI (TR 400 ms, TE 20 ms)、横轴面及冠状面快速自旋回波(fast spin echo, FSE) T_2 WI (TR 3600 ms, TE 90 ms) 及单次激发平面回波扩散加权成像(diffusion-weighted imaging, DWI)脉冲序列(b 值 1000 s/mm^2)。层厚 6 mm,层间隔 1.5 mm,视野 $24 \text{ cm} \times 24 \text{ cm}$ 。

作者单位: 350025 福州,南京军区福州总医院医学影像科

作者简介:肖慧(1974—),女,黑龙江肇东人,硕士,主治医师,主要从事磁共振功能成像研究工作。

表 1 9 例急性脑梗死患者基本情况

序号	年龄(岁)	性别	患者利手	病变半球	病变部位	患侧半球对应手肌力	卒中后时间(d)
病例 1	50	女	右利	右侧	桥脑	4 级	1
病例 2	87	男	右利	右侧	额叶	5 级	1
病例 3	42	男	右利	左侧	基底节	2 级	1
病例 4	16	男	右利	右侧	颞叶	2 级	3
病例 5	43	男	右利	左侧	基底节	3 级	3
病例 6	71	女	右利	左侧	基底节	5 级	5
病例 7	72	女	右利	左侧	基底节	5 级	4
病例 8	29	女	右利	左侧	基底节	3 级	7
病例 9	53	男	右利	左侧	颞叶	1 级	6

DTI:采用单次激发 SE EPI 序列,TR 10000 ms,TE 112 ms,层厚 4 mm,层间距 0.5 mm,30 层连续扫描,矩阵 128×128,视野 24 cm×24 cm,在 13 个方向上施加扩散梯度和一个无扩散权重的采集,其中 b=1000 s/mm²。

数据处理:应用日本东京大学影像计算和分析实验室开发的 Volume-one 1.64 下的 dTV. II. R1 软件处理 DTI 图像,显示部分各向异性(fractional anisotropy,FA)图及彩色 FA 方向图,计算梗死灶及对侧相应区域 FA 值,在彩色 FA 图的基础上重组患者的双侧皮质脊髓束 3D 白质图(FA 最小阈值设定为 0.18),观察纤维束的移位、连续性 & 破坏情况。

结 果

1. T₂WI 及 DWI 表现

9 例急性缺血性脑卒中患者中 6 例表现为 T₂WI 高信号,3 例 T₂WI 信号改变不明显,9 例 DWI 序列均呈明显高信号,具体病变部位见表 1。

2. DTI 表现

9 例脑梗死患者梗死区及对侧相应部位的 FA 值见表 2。梗死区的 FA 值均较对侧降低,经配对 *t* 检验显示两侧差异有显著性意义(*t*=4.570,*P*<0.001)。

表 2 9 例患者梗死区 FA 值与皮质脊髓束表现

病例	肌力	FA 值		皮质脊髓束表现(3 级)
		患侧	健侧	
病例 1	4 级	0.29(0.05)	0.46(0.10)	3
病例 2	5 级	0.30(0.03)	0.50(0.08)	2
病例 3	3 级	0.35(0.05)	0.52(0.04)	3
病例 4	2 级	0.38(0.14)	0.50(0.14)	3
病例 5	3 级	0.21(0.07)	0.34(0.16)	3
病例 6	5 级	0.27(0.05)	0.49(0.05)	2
病例 7	5 级	0.38(0.05)	0.53(0.10)	1
病例 8	3 级	0.25(0.06)	0.47(0.08)	3
病例 9	1 级	0.21(0.06)	0.80(0.08)	3

3. 皮质脊髓束表现

双侧皮质脊髓束重组,健侧解剖形态与正常人大致相吻合,自中央前回下行至内囊并延续至脑桥和延髓,每条连续形态一致性良好。患侧皮质脊髓束因受

梗死区不同程度的累及,表现为连续性中断 & 解剖结构形态一致性的丧失。本研究中将皮质脊髓束受累情况分为 3 级,1 级:皮质脊髓束完整,共 1 例;2 级:皮质脊髓束完整,但受压推移(图 1),共 2 例;3 级:皮质脊髓束中断(图 2),共 6 例。根据手部运动功能的的分级将患者分为 3 组,组 1:Brunnstrom 5 级和 6 级;组 2:Brunnstrom 3 级和 4 级;组 3:Brunnstrom 1 级和 2 级。皮质脊髓束损伤程度与患手肌力明显相关(*r_s*=0.888,*P*<0.05)。

讨 论

脑卒中后约有 3/4 以上的患者有不同程度的肢体运动功能障碍。卒中后运动功能的恢复直接与中枢神经系统神经元及传导系统结构的可塑性 & 功能的重组有密切的联系,功能性磁共振成像如 DTI 等 MR 的高端技术的发明 & 应用直接为研究脑卒中的运动康复机制提供了较为可靠的可视化依据。对临床治疗具有较大的指导 & 应用价值。

新近发展的 DTI 可以无创性的在体显示白质纤维束,提供其它成像方法所无法提供的脑的解剖结构信息^[1,2],现已广泛应用于中枢神经系统各部位及各种疾病^[3-5]。水分子在不均质组织如脑组织的髓鞘白质纤维中的扩散具有各向异性特征,由于轴突膜与髓鞘的存在作为扩散的屏障,在平行于纤维方向的扩散速度远远大于垂直方向的扩散速度,此种有很强的方向依赖性的扩散即称为各向异性。FA 是描述脑白质纤维各向异性特征的主要参数之一,其大小与髓鞘的完整性、纤维致密性及平行性有关,能够反映白质纤维是否完整^[6]。因白质纤维走行方向不同,其 FA 值也各不相同,排列紧密且走行一致的白质纤维,如胼胝体膝部、压部,其 FA 值最高;纤维交叉走行,如半卵圆中心,FA 值最低。FA 值表示各向异性与整个扩散的比值,其范围在 0~1,1 表示最大各向异性,FA 值越大,神经传导功能越强^[7,8]。脑白质对缺血较灰质敏感,脑缺血后病变区水分子扩散发生显著异常,运动突然

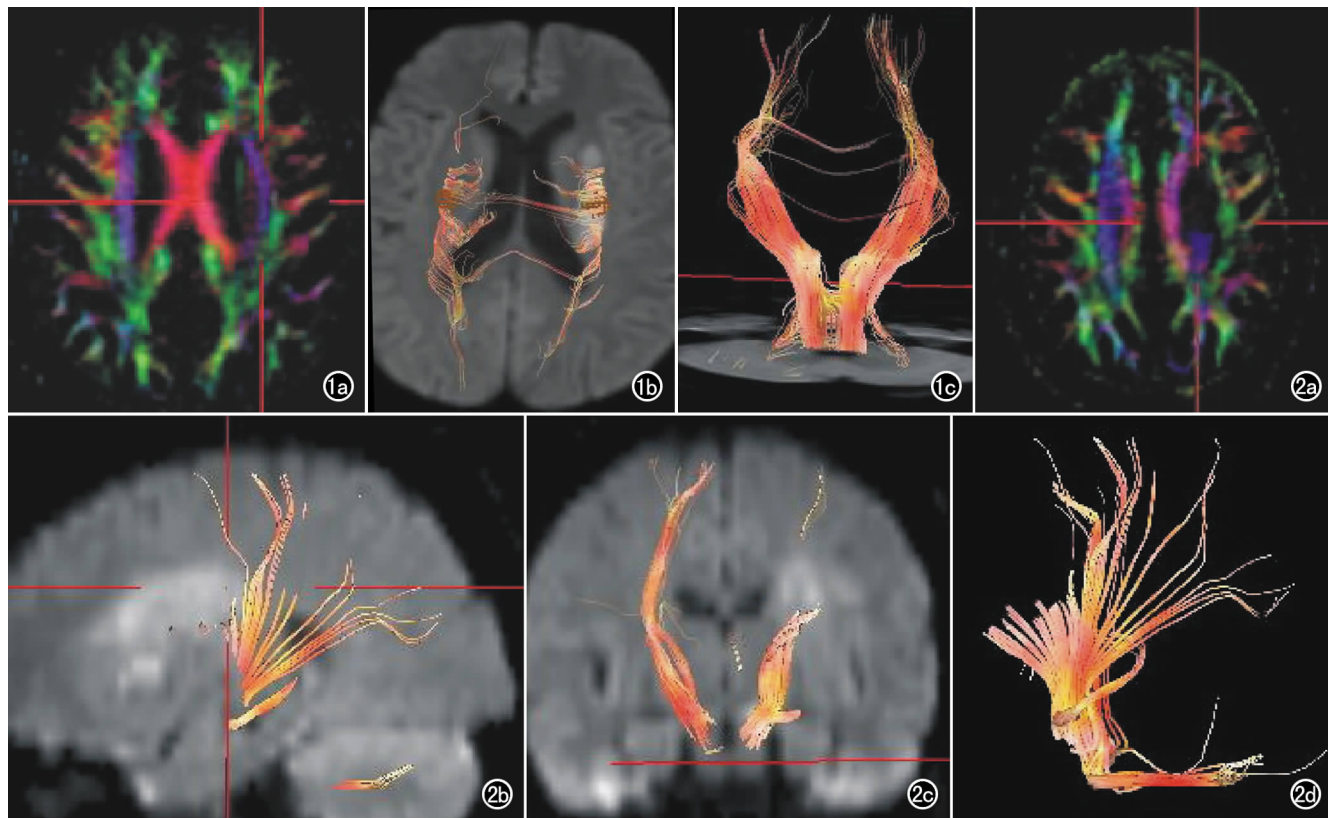


图 1 左侧基底节区梗死。FA 彩图和皮质脊髓束 3D 图。a) 部分各向异性彩图,梗死区 FA 值减低; b、c) 皮质脊髓束三维示踪成像图,左侧皮质脊髓束于梗死区呈受压外移轻度征象,纤维无明显中断。图 2 左侧基底节区梗死。FA 彩图和皮质脊髓束 3D 图。a) 部分各向异性彩图,梗死区 FA 值减低; b~d) 皮质脊髓束三维纤维束示踪成像图,左侧皮质脊髓束在梗死区中断。

停止,显示白质区的 FA 值显著下降,使锥体系和锥体外系受到不同程度的破坏,从而产生典型的对侧肢体运动、躯体感觉以及视野等相应的临床症状^[9]。DTI 的优点是能够发现在常规 MRI 上显示正常的超急性病灶,能够快速的显示白质纤维的中断,空间分辨率高,伪影少。

三维纤维束示踪成像技术是在彩色编码扩散张量成像基础上,根据神经解剖学描述,用种子法标记纤维束的一种成像方法,能够生动的显示缺血区和受损纤维之间的关系。可以更立体直观的显示皮质脊髓束状况^[10,11]。本组患侧 FA 值均明显降低,与对侧相应区域比较差异有显著性意义。皮质脊髓束司肢体运动功能,梗死后大多数患者出现肢体症状,一般肌力减退,主要是病变累及皮质脊髓束所致^[12]。皮质脊髓束 3D 成像示本组中 9 例志愿者及 9 例患者健侧皮质脊髓束显示完整,患侧皮质脊髓束显示受压、推移及中断。其中患侧皮质脊髓束完整与仅受推压患者有 3 例,肌力均为 5 级,其余 6 例皮质脊髓束均有中断,肌力均在 4 级之下,皮质脊髓束的受累与患者患手肌力相关。提

示可用于判断康复治疗的预后。

三维纤维束示踪术对区分灰、白质病变的具体解剖部位、显示与纤维束的关系及判断临床预后具有较大的意义,是传统的其它成像方法所不能比拟的。有学者认为,纤维示踪为未来 DTI 的研究发展提供了巨大空间,将为临床治疗及判断预后提供更多重要的信息。

参考文献:

- [1] Gillard JH, Papadakis NG, Martin K, et al. MR Diffusion Tensor Imaging of White Matter Tract Disruption in Stroke at 3T[J]. *BJR*, 2001, 74(883): 642-647.
- [2] Pierpaoli C, Jezzard P, Basser PJ, et al. Diffusion Tensor MR Imaging of the Human Brain[J]. *Radiology*, 1996, 201(3): 637-648.
- [3] 毛青, 包颜明, 田伟. 磁共振扩散张量成像在中枢神经系统的应用[J]. *放射学实践*, 2005, 20(4): 368-370.
- [4] 于春水, 李坤成, 李永忠, 等. 人脑联合纤维的扩散张量纤维束成像初步研究[J]. *放射学实践*, 2004, 19(9): 623-626.
- [5] 孙学进, 戴建平, 陈红燕, 等. DTI 及 Tractography 对原发性进行性失语症的语言功能区分析[M]. *中国医学影像技术*, 2005, 21(1): 45-48.
- [6] Jellison BJ, Field AS, Medow J, et al. Diffusion Tensor Imaging of Cerebral White Matter; a Pictorial Review of Physics, Fiber Tract

- Anatomy, and Tumor Imaging Patterns[J]. AJNR, 2004, 25(3): 356-369.
- [7] Barrick TR, Clark CA. Singularities in Diffusion Tensor Fields and Their Relevance in White Matter Fiber Tractography[J]. Neuroimaging, 2004, 22(2): 48-491.
- [8] Klose U, Mader I, Unrath A, et al. Directional Correlation in White Matter Tracks of the Human Brain[J]. J Magn Reson Imaging, 2004, 20(1): 25-30.
- [9] Pierpaoli C, Barnett A, Pajevic S, et al. Water Diffusion Changes in Wallerian Degeneration and Their Dependence on White Matter Architecture[J]. Neuroimaging, 2001, 13(6 Pt 1): 1174-1185.
- [10] Lie C, Hirsch JG, Robmanith C, et al. Clinicotopographical Correlation of Corticospinal tract Stroke; a Color-coded Diffusion Tensor Imaging Study[J]. Stroke, 2004, 35(1): 86-93.
- [11] Werring DJ, Toosy AT, Clark CA. Diffusion Tensor Imaging can Detect and Quantify Corticospinal Tract Degeneration after Stroke. J Neurol Neurosurg Psychiatry, 2000, 69(2): 269-272.
- [12] Methem ER, Moris S, Mukundan G. Diffusion Tensor MR Imaging of the Brain and White Matter Tractography[J]. AJR, 2002, 178(1): 3-16.
- (收稿日期: 2006-06-22 修回日期: 2006-09-22)

产前长骨弯曲症一例

叶晓蔚

• 病例报道 •

【中图分类号】R814; R686.2 【文献标识码】D 【文章编号】1000-0313(2007)03-0233-01

病例资料 患儿,男,5个月。家长发现患儿左小腿弯曲5个月就诊。其母诉患儿足月顺产,出生体重3100g。

体检:神志清,发育正常,左小腿外侧皮肤有2条小瘰,左小腿向外侧弯曲,不能拉直。

X线检查:右下肢胫腓骨骨干形态正常,左下肢胫腓骨下1/3段骨干向前外侧弯曲,其凹面的骨皮质向内侧增厚,髓腔变窄,弯曲凸面的骨皮质变薄(图1)。双股骨远端、胫骨近端骨骺形态均正常(图2)。

诊断:产前长骨弯曲症。

讨论 产前长骨弯曲症出生时即能发现,系胎儿在子宫内的肢体位置不正常,相互重叠,挤压和扭曲,加上子宫壁的压力造成肢体长骨的弯曲。下肢病变多于上肢,尤以小腿最多见。在肢体弯曲的顶部皮肤,常可见局部深凹——“酒窝”征或色素沉着。常见的股骨多呈对称性,而在胫腓骨常为单侧性,前臂较少累及。弯曲的肢体无需治疗,可以在出生不久短期内或数年内逐渐变直恢复正常。弯曲的肢骨逐渐恢复正常,其X线表现为骨干凹面的骨皮质逐渐吸收变薄^[1]。

鉴别诊断:先天性产前长骨弯曲症诊断并不困难,但佝偻病、先天性骨梅毒、软骨营养障碍及低磷酸酶血症均可出现肢体弯曲,临床需加以鉴别。

佝偻病大多见于6个月~3岁的小儿,3个月以内发病的患儿多半为先天性佝偻病,极为罕见。X线为诸骨普遍性骨质软化,干骺端呈毛刷样或杯口状凹陷。骨骺形态正常,仅周围较毛糙,其下肢可呈“X”形或“O”形畸形。其骨骼改变为对称性,用维生素D治疗后即得到明显改善。但“X”形或“O”形腿在痊愈后持续多年甚至终生存在。

先天性骨梅毒多骨受累,好发于长骨,呈对称性,早期呈干骺端炎表现。X线为干骺端增厚或锯齿状伸向骺缘,增白带下的松质骨被破坏。常呈一均匀的骨质疏松带。骨干末端常有局限性破坏,严重者可深入骨干内,多见于胫骨近端内侧和股

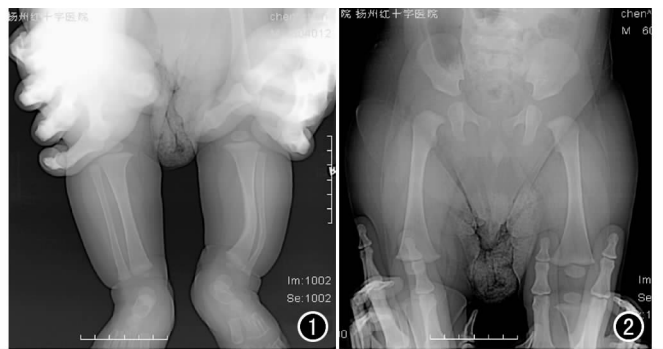


图1 左下肢胫腓骨下1/3段骨干向前外侧弯曲,其凹面的骨皮质向内侧增厚,髓腔变窄,弯曲凸面的骨皮质变薄。右下肢胫腓骨骨干正常。图2 股骨骨干正常,无弯曲变形。

骨远端内侧。骨骺大小、密度和轮廓基本正常,骨质亦无稀疏改变。

软骨营养障碍主要是干骺端骨发育障碍,表现为管状骨双侧对称性的干骺端呈杯口状扩大,临时钙化线界限不清,密度不均,邻近骨质结构紊乱,骨干变短甚至弯曲。随年龄增长,骨干变短更加明显,干骺端呈裙状扩大,骨骺嵌在凹陷的干骺端内。

低磷酸酶血症,本症有先天性遗传倾向,骨骼呈广泛性密度减退,在新生儿期骨骼骨化不全,表现为颅缝宽大,四肢长骨可弯曲变形,干骺端骨化不足呈不规则毛糙状。干骺端外形增宽,骨骼可嵌入骨化不足的区域,常伴有骨折或畸形。本症用维生素D治疗没有效果,但可使病变发展减慢。自发性痊愈者可遗留骨骺畸形。

总之,先天性的产前长骨弯曲症的肢体是一种局部的骨干变形,随时间的推移能自然变直,而佝偻病、先天性骨梅毒、软骨营养障碍及低磷酸酶血症的肢体弯曲是全身性的病变,且弯曲的肢体不能自然变直。

参考文献:

- [1] 徐赛英. 实用儿科放射学[M]. 北京:北京出版社,1999. 828-829.

(收稿日期:2006-05-29)