

磁共振扩散张量成像在儿童脑性瘫痪诊断中的价值

王欣欣 丁忠祥 袁建华 毛德旺 罗晓明 李玉梅 陈方宏

摘要 目的 探讨扩散张量成像在儿童脑瘫诊断中的价值。方法 将42例脑瘫患儿及性别、年龄相匹配的42例健康儿童作为研究对象。进行常规脑MR平扫检查后,行脑的DTI检查,得到ADC图、FA图及彩色编码FA图。分别于双侧半卵圆中心、内囊前肢、内囊膝部、内囊后肢、环池水平皮质脊髓束设置感兴趣区(ROI),测定每个ROI的FA、ADC值,并以环池水平的皮质脊髓束及同侧内囊后肢为ROI,分别作出两侧皮质脊髓束图。结果 42例脑瘫患儿中,6例常规颅脑MRI显示正常,36例分别显示为脑室周围白质软化(PVL)、脑萎缩、脑裂畸形等。42例脑瘫患儿ADC图、FA图、彩色编码FA图显示异常。脑瘫组半卵圆中心、皮质脊髓束FA降低、ADC值增高,与正常对照相比均有显著性差异($P < 0.05$)。结论 DTI检查对脑瘫患儿的诊断及白质纤维损伤具有重要的价值,尤其是常规颅脑MRI显示为正常的可疑脑瘫患儿,进行DTI检查是必要的。

关键词 儿童 脑 扩散张量成像 纤维追踪成像

Diagnostic Value of Diffusion Tensor Imaging in Children with Cerebral Palsy. Wang Xinxin, Ding Zhongxiang, Yuan Jianhua, Mao Dewang, Luo Xiaoming, Li Yumei, Chen Fanghong. Department of Pediatrics, Zhejiang Provincial People's Hospital, Zhejiang 310014, China

Abstract Objective To explore the diagnostic value of diffusion tensor imaging (DTI) in children with cerebral palsy. **Methods** Forty-two children with cerebral palsy as diseased group and 42 healthy children as control group were recruited in the study. The age and gender were matched between the two groups. Conventional plain MR scans and DTI sequence of brain were performed in all subjects by Siemens Trio 3.0T MR system. ADC maps, FA maps and color-coded FA maps were obtained. FA and ADC value of regions of interest (ROI) on cerebral structures were measured, including bilateral centrum semiovale; anterior limb, genu and posterior limb of internal capsule; corticospinal tract at the level of the cisterna ambiens. Corticospinal tract was achieved regarding corticospinal area at the level of cisterna ambiens and ipsilateral posterior limb of internal capsule as ROI respectively. **Results** In all 42 children with cerebral palsy, 6 showed normal on conventional MR imaging, 36 appeared periventricular leukomalacia, brain atrophy, or schizencephaly respectively. All 42 children with cerebral palsy showed abnormal on ADC map, FA map and color-coded FA map. Compared to the data of healthy children, FA and ADC value of centrum semiovale and corticospinal tract in children with cerebral palsy showed statistically significant difference ($P < 0.05$). **Conclusion** DTI has significant clinical value in the diagnosis in children with cerebral palsy and injury of white matter. It is necessary for children with cerebral palsy to do DTI sequence, especially for children with cerebral palsy which conventional MR imaging shows normal.

Key words Child; Brain; Diffusion tensor imaging; Fiber tractography

儿童脑性瘫痪简称脑瘫,是指出生前到生后1个月内各种原因所引起的脑损伤或发育缺陷所致的运动障碍及姿势异常。脑瘫是导致儿童残疾的常见疾病之一,早期诊断和及时的综合性治疗是提高脑瘫康复疗效的首要因素^[1]。由于认知功能损害和患儿不合作,临床往往难以进行全面的神经功能检查,因此影像学检查尤为重要^[2,3]。近年来,磁共振扩散张量成像(diffusion tensor imaging, DTI)在颅脑病变中应用越来越多,在脑组织病变诊断中具有较大的优势^[4,5]。本文

研究DTI技术在儿童脑瘫诊断中的价值。

材料与方法

1. 研究对象分组及纳入标准:脑瘫组:根据神经科及儿科临床诊断标准收集脑瘫患儿,首先评价患儿的肌张力及运动功能,然后进行常规MRI检查,排除炎症、肿瘤、血管性病变。42例脑瘫患儿,男性25例,女性17例,年龄范围8天~12岁。正常对照组:选择足月生产、神经系统查体阴性的儿童,颅脑MRI平扫未见异常,并排除可能影响脑白质纤维束的各种器质性病变如缺血缺氧性脑病、脑炎、肿瘤、脑血管病变、脑萎缩、脑白质营养不良、线粒体脑病等。本研究实际进行颅脑MRI检查的颅脑正常儿童56例,根据42例脑瘫患儿的性别、年龄情况,选择两组性别一致、年龄最接近的42例颅脑正常儿童作为正常对照。

2. 临床资料:42例脑瘫患儿,痉挛型脑瘫36例(其中,四

基金项目:浙江省自然科学基金资助项目(Y206052)

作者单位:310014 浙江省人民医院儿科(王欣欣、罗晓明);放射科(丁忠祥、袁建华、毛德旺、李玉梅、陈方宏)

肢瘫5例,偏瘫21例,双瘫8例,单瘫2例),不随意运动型4例(累及双侧肢体),共济失调型2例(累及双侧肢体);早产儿19例,足月儿23例;出生时有缺血缺氧病史6例。42例中除运动障碍及肌张力异常外,其他临床表现有:智力低下37例,癫痫31例,语言障碍5例,视力障碍2例,听力障碍1例。

3. MRI检查:采用SIEMENS Trio 3.0 T超导型MR成像仪进行检查,头部8通道线圈。<5岁和不能配合的儿童于扫描前口服10%水合氯醛溶液,剂量为0.5ml/kg,熟睡后扫描。首先行脑的常规T₁WI、T₂WI、FLAIR扫描。应用平面回波(echo planar imaging, EPI)序列行扩散张量成像(DTI)检查,扫描参数分别为:TR 6200ms,TE 96ms,矩阵128×128,3次激励,FOV 230×230mm,层厚3mm,间隔0mm,b值分别为0s/mm²、1000s/mm²,扩散敏感梯度方向12个,扫描时间为250s。所有研究对象的监护人均知情、同意。

4. 测量值及图像处理:应用SIEMENS LEONARDO Syngo 2004 A工作站完成数据的收集、处理,得到表观扩散系数(ADC)图、部分各向异性(FA)图及彩色编码FA图,分别于双侧半卵圆中心、内囊前肢、内囊膝部、内囊后肢、环池水平皮质脊髓束设置感兴趣区(regions of interest, ROI),大小为4个像素,分别测定每个ROI的FA、ADC值。以环池水平的皮质脊髓束为1个ROI,再以同侧内囊后肢为另1个ROI,分别做出两侧皮质脊髓束图。白质纤维束重建的参数:角度阈值为35°,FA阈值为0.20,步长为0.50mm。

5. 统计学方法:采用SPSS 11.0统计分析软件包,脑瘫组与对照组之间的FA、ADC值比较采用配对t检验,计数资料采用四格表χ²检验,P<0.05为差异具有统计学意义。

结 果

1. 常规MRI表现:42例正常儿童脑常规MRI未见异常信号。42例脑瘫患儿6例常规脑MRI未见明显异常信号,36例(85.7%)常规脑MRI显示异常,其中早产儿17例,足月儿19例。17例早产儿中MRI表现为脑室周围白质软化(PVL)最多,占88.2%(15/17),其中痉挛性四肢瘫表现为PVL 1例,痉挛型双瘫表现为PVL 3例,痉挛型偏瘫表现为PVL 9例,不随意运动型表现为PVL 2例;皮质及皮

质下萎缩2例。19例足月儿中MRI表现为PVL 6例,占31.6%,先天发育畸形13例,占68.4%,其中痉挛性四肢瘫及不随意运动型表现为PVL各1例,痉挛型双瘫及痉挛型偏瘫表现为PVL各2例,皮质及皮质下萎缩4例,胼胝体发育不良3例,脑裂畸形3例,共济失调型表现为小脑萎缩2例。

2. DTI成像:(1)图像观察:42例正常儿童颅脑ADC图、FA图、彩色编码FA图显示双侧大脑结构基本对称,双侧皮质脊髓束及其他投射纤维显示白质纤维束形态、走行未见异常(图1)。42例脑瘫儿童中,36例常规MRI异常的儿童颅脑ADC图、FA图显示病变部位脑白质信号较性别相同、年龄相近的颅脑正常儿童高或稍高,彩色编码FA图显示病变部位脑白质的颜色混杂,边缘欠清,双侧不对称;6例常规MRI正常的脑瘫患儿颅脑ADC图、FA图亦显示半卵圆中心和(或)基核区脑白质信号较性别相同、年龄相近的颅脑正常儿童稍高,彩色编码FA图显示半卵圆中心、基核区脑白质的颜色比较混杂。42例脑瘫患儿中,双侧皮质脊髓束基本对称25例,明显不对称17例,其中3例投射纤维明显向外侧和后方移位,不经过解剖意义上的内囊后肢(图2)。(2)DTI测量值:①脑瘫组与正常对照组不同部位FA、ADC值之间的比较(表1):脑瘫组半卵圆中心、皮质脊髓束FA降低、ADC值增高,与正常对照相比均有显著性差异(P<0.05)。双侧内囊前肢、膝部、内囊后肢FA、ADC值与正常对照组相比,均无统计学意义(P>0.05);②6例常规MRI正常的脑瘫患儿与性别一致、年龄相近的6例正常儿童不同部位FA、ADC值之间的比较(表2)。这6例脑瘫患儿半卵圆中心FA降低、ADC值增高,与正常儿童对比有显著性差异(P<0.05)。余部位FA、ADC值与正常对照组相比,均无统计学意义(P>0.05)。

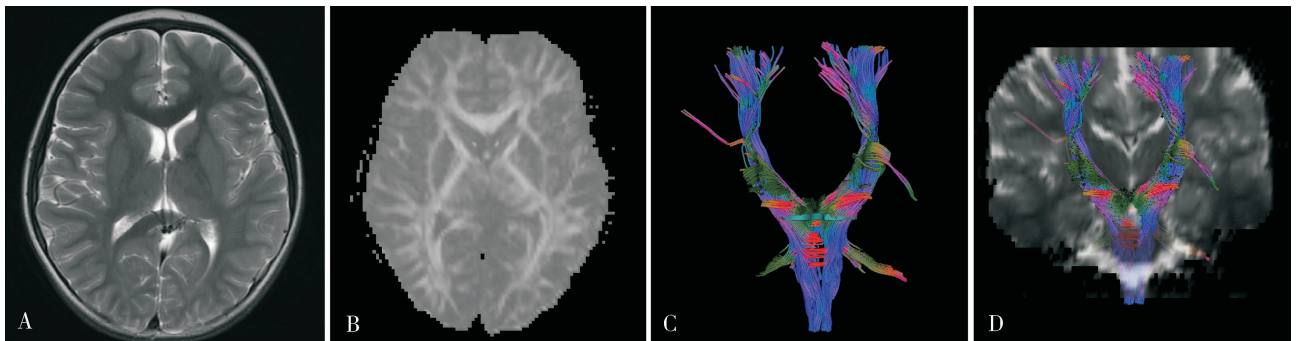


图1 正常儿童常规颅脑MRI及DTI图(男性,24个月)

A. 颅脑T₂WI;B. FA图;C. 白质纤维束图;D. 白质纤维束加冠状位MR背景图,正常儿童双侧大脑结构基本对称,投射纤维形态、走行未见异常

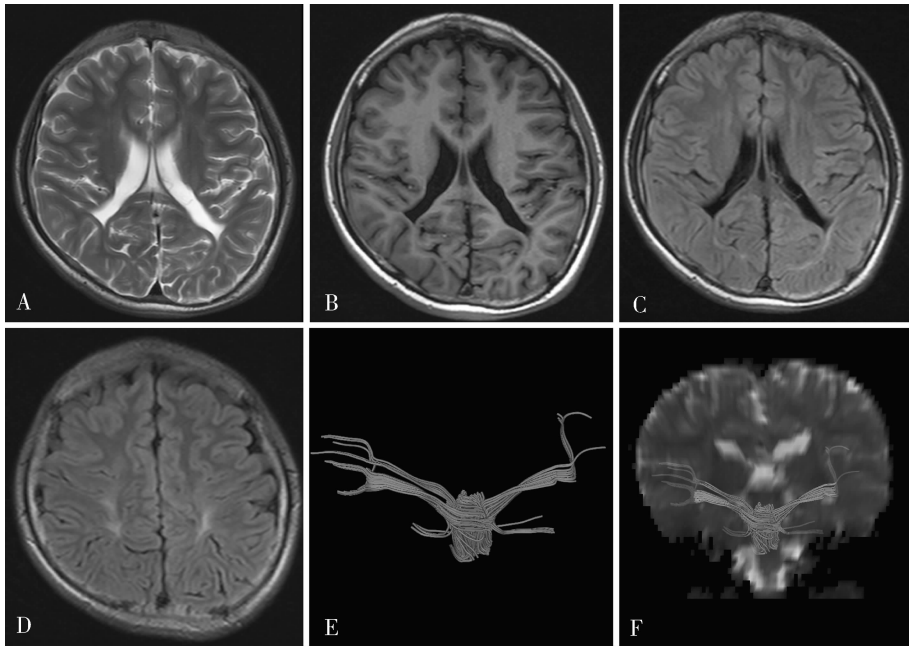


图 2 痉挛型脑瘫患儿常规颅脑 MRI 及 DTI 图 (男性, 26 个月)

A. 同层轴位 T₂WI; B. T₁WI; C. FLAIR 序列, 痉挛型脑瘫患儿双侧侧脑室旁脑白质坏死 (PVL), 信号欠均匀, 双侧侧脑室壁欠完整, 三角区呈方形; D. 轴位 FLAIR 序列 (位于图 C 上方层面) 示双侧侧脑室上方脑白质脱髓鞘病变; E. 经脑干感兴趣区 (ROI) 的冠状位投射纤维束图; F. 冠状位加 MR 背景的投射纤维束图显示双侧投射纤维明显向外侧移位, 不经过解剖学意义上的内囊后肢

表 1 正常组与脑瘫组不同部位 FA、ADC 值的比较

部位	FA				ADC(× 10 ⁻⁴ mm ² /s)			
	正常组	脑瘫组	t	P	正常组	脑瘫组	t	P
半卵圆中心	0.423	0.343	2.934	<0.05	6.902	8.768	-2.946	<0.05
内囊前肢	0.625	0.435	1.227	>0.05	7.148	8.532	-0.546	>0.05
内囊膝部	0.707	0.504	1.886	>0.05	6.870	8.162	-1.292	>0.05
内囊后肢	0.724	0.620	1.987	>0.05	6.777	7.586	-1.375	>0.05
皮质脊髓束	0.562	0.320	3.898	<0.01	6.037	8.962	-2.950	<0.05

表 2 6 例常规 MRI 正常的脑瘫患儿与正常对照组不同部位 FA、ADC 值的比较

部位	FA				ADC(× 10 ⁻⁴ mm ² /s)			
	对照组	脑瘫组	t	P	对照组	脑瘫组	t	P
半卵圆中心	0.422	0.314	2.907	<0.05	6.887	8.701	-2.903	<0.05
内囊前肢	0.623	0.536	0.835	>0.05	7.151	7.309	-0.368	>0.05
内囊膝部	0.712	0.654	0.492	>0.05	6.862	7.254	-0.451	>0.05
内囊后肢	0.718	0.686	0.354	>0.05	6.753	7.010	-0.587	>0.05
皮质脊髓束	0.652	0.545	0.892	>0.05	6.867	8.435	-1.346	>0.05

讨 论

1. DTI 技术的特点及优势: 随着 MR 扩散张量成像 (diffusion tensor imaging, DTI) 技术的出现和发展, 活体的脑白质纤维束示踪成像成为可能^[6]。DTI 是在扩散加权成像 (diffusion weighted imaging, DWI) 基础上发展起来的新技术, 是在分子水平上研究组织中水分子随机运动的一种无创性的功能性磁共振成像

方法。DTI 能够测量到水分子在三维空间扩散的方向和扩散的程度, 描述组织的各向异性特点, 精确地研究脑白质纤维走行方向。脑组织神经冲动的传导是通过脑白质纤维束来实现的, 脑白质纤维束具有显著各向异性特征, 即水分子在沿着纤维束方向扩散时, 阻力较小; 而穿越纤维时的阻力较大, 这与神经细胞轴突直径、神经细胞膜成分及结构、神经细胞轴突

髓鞘化程度与完整性、神经角质细胞的数量和排列以及细胞外间隙的容积等多种因素有关。因此,脑白质的各向异性改变反映了脑白质纤维通路的微观病变。采用方向性彩色编码的方法,用颜色来代表扩散张量的方向信息,可以直观清楚地显示正常人脑白质的辐射通路,明确运动和感觉通路,为临床及基础研究提供更多、更可靠的形态学资料,能改善我们对大脑精细解剖结构和神经传导通路的认识,已广泛应用于中枢神经系统,在儿童中枢神经系统中也已初步应用^[7]。

2. DTI 对儿童脑瘫诊断的价值:虽然常规 MRI 检查可以显示部分脑瘫患儿脑内具有病理表现,但尚有部分患儿不能发现脑内异常^[8]。而且,常规影像学检查尚不足以对白质纤维束的发育做出定量的评估,也无法直观地显示白质纤维束的走行方向。DTI 不仅可以显示 FA、ADC 值的改变,而且对常规 MRI 正常的患儿亦有价值。本研究显示,与正常儿童相比,脑瘫患儿半卵圆中心 FA 值降低、ADC 值增高,提示在脑瘫儿童中,半卵圆中心脑白质有明显损伤,即使常规 MRI 显示正常的脑瘫患儿,同样存在半卵圆中心脑白质损害。本研究还发现,脑瘫患儿皮质脊髓束 FA 值降低、ADC 值增高,提示皮质脊髓束亦有白质损害,与文献报道的脑瘫患儿皮质脊髓束代偿性改变不一致,考虑与本组脑瘫患儿多为双侧受累有关^[9]。

总之,DTI 检查对脑瘫患儿的诊断及白质纤维损

伤具有重要的价值,尤其是常规颅脑 MRI 显示为正常的可疑脑瘫患儿,进行 DTI 检查是必要的。

参考文献

- 1 鲍秀兰. 早期干预降低早产儿脑瘫发生率研究[J]. 医学研究杂志, 2008, 37(7): 2-4
- 2 丁忠祥, 袁建华. 儿童脑性瘫痪的磁共振成像研究及进展[J]. 放射学实践, 2008, 23(11): 1278-1279
- 3 江绍禹. 84 例儿童脑性瘫痪临床病理及 CT 分析[J]. 医学研究杂志, 2006, 35(8): 65-66
- 4 Nagae LM, Hoon AH Jr, Stashinko E, et al. Diffusion tensor imaging in children with periventricular leukomalacia: variability of injuries to white matter tracts [J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2007, 28(7): 1213-1222
- 5 侯梅, 范希文, 李玉堂, 等. 脑性瘫痪儿童的 MRI 特征[J]. 中华儿科杂志, 2004, 42(2): 125-128
- 6 陈小轲, 吴仁华. 弥散张量成像的原理及其在中枢神经系统的临床应用[J]. 实用放射学杂志, 2006, 22(5): 613-617
- 7 Nagae LM, Hoon AH, Stashinko E, et al. Diffusion tensor imaging in children with periventricular leukomalacia: variability of injuries to white matter tracts [J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2007, 28(7): 1213-1222
- 8 Nakayama N, Okumura A, Shinoda J, et al. Evidence for white matter disruption in traumatic brain injury without macroscopic lesions [J]. J Neurol Neurosurg Psychiatry, 2006, 77(7): 850-855
- 9 Thomas B, Eyssen M, Peeters R, et al. Quantitative diffusion tensor imaging in cerebral palsy due to periventricular white matter injury [J]. Brain, 2005, 128(11): 2526-2577

(收稿:2011-03-08)

(修回:2011-03-28)

(上接第 45 页)

由此看来,大鼠在受到冲击波作用后出现了明显的应激反应,表现为激素含量的变化。上述结果除与文献^[7,8]中分析的神经内分泌、机体代谢的改变有关外,我们认为可能还存在因致伤因素冲击波作用引起的血脑屏障的损伤、腺垂体及其靶腺结构的变化,这需要进一步的研究来证实^[4]。

机体激素含量的变化必将引起机体生理状况的变化,如心跳加快、血压升高、情绪激动、体能和智能变化等。近年研究发现,机体遭受强烈刺激,尚可致使体内稳态破坏并出现细胞代谢障碍甚至死亡,从而引起神经系统、心血管系统疾病的发生^[9]。

因此对于受冲击波损伤的人员(战时伤员或恐怖袭击和事故伤员),不仅要及时地治疗他们身体的外伤,更要积极地治疗他们机体内分泌功能的紊乱,以减少继发病和后遗症的发生,以保障部队战斗力,提高受伤人员的生存质量。

参考文献

- 1 黎鳌, 盛志勇, 王正国, 等. 现代战伤外科学[M]. 北京:人民军医出版社, 1998:57-61
- 2 王德文. 现代军事病理学[M]. 北京:军事医学科学院出版社, 2002:564-569
- 3 王正国. 反恐需知—城市爆炸冲击伤[J]. 中华急诊医学杂志, 2010, 19(5): 453-437
- 4 任东青, 赵涛, 张世英, 等. 爆炸冲击波对大鼠血脑屏障的损害[J]. 解放军预防医学杂志, 2008, 26(1): 4-8
- 5 任东青, 赵涛, 张杰, 等. 爆炸冲击伤大鼠脑组织 c-Fos 和 c-Jun 蛋白表达的改变[J]. 解放军预防医学杂志, 2007, 25(5): 316-319
- 6 严军, 蒋建新, 周继红, 等. 犬水下冲击伤后血糖变化与肺损伤的关联分析[J]. 创伤外科杂志, 2010, 12(3): 259-262
- 7 李留安, 杨晓静, 杜改梅, 等. HPA 轴应激应答反应产生的中枢调节机制[J]. 中国兽医杂志, 2010, 46(6): 65-66
- 8 陈钰, 任建安. 创伤和感染应激对蛋白质代谢率的影响[J]. 肠外与肠内营养, 2010, 17(3): 172-174
- 9 廖永晖, 千年松, 张毅, 等. 创伤应激与肝细胞凋亡[J]. 世界华人消化杂志, 2010, 18(15): 1569-1576 (收稿:2011-02-25)

(修回:2011-08-26)