

· 临床研究 ·

磁共振 3D-T1WI 高分辨成像在儿童局灶性皮质发育不良 I 型中的应用

李林, 马常友, 赵建设

山东大学齐鲁儿童医院医学影像中心, 山东 济南 250022

摘要: **目的** 探讨 3D-T1WI 高分辨 MR 成像在儿童局灶性皮质发育不良 (FCD) I 型中的价值。**方法** 回顾性分析 2016 年 7 月至 2018 年 7 月收治的 26 例经手术治疗病理证实的 FCD I 型患儿的 MRI 资料, 比较 3D-T1WI 序列与其他序列对 FCD I 型患儿主要 MRI 征象(灰白质分界模糊、局灶性皮质结构异常及白质内异常信号灶)检出情况及 FCD I 各亚型之间不同 MRI 征象的出现率。计算 3D-T1WI 序列检出的各方位局灶性灰白质分界模糊及皮质结构异常例数及连续层数。**结果** 3D-T1WI 对灰白质分界模糊的检出率(92.3%)明显高于 3D-T2 FLAIR(61.5%)和常规 T1WI(42.3%)(P 均 < 0.017), 3D-T1WI 对局灶性皮质结构异常的检出率(69.2%)明显高于常规 T1WI(26.9%)($P < 0.017$), 对白质内异常信号灶的检出率三种序列差异无统计学意义($P > 0.05$)。各亚型之间不同 MRI 征象的出现率差异均无统计学意义(P 均 > 0.05)。在轴位、冠状位及矢状位, 3D-T1WI 检出灰白质分界模糊病变连续层数均 ≥ 3 层, 检出局灶性皮质结构异常连续层数均 ≥ 2 层。**结论** 3D-T1WI 可提高对儿童 FCD I 型的检出率, 为首选 MRI 检查序列。

关键词: 儿童; 局灶性皮质发育不良; 磁共振成像; 高分辨; 灰白质分界模糊; 局灶性皮质结构异常

中图分类号: R 445.2 R 742.8 **文献标识码:** B **文章编号:** 1674-8182(2020)10-1387-04

The application of 3D-T1WI high-resolution magnetic resonance imaging in children with focal cortical dysplasia type I

LI Lin, MA Chang-you, ZHAO Jian-she

Center of Medical Imaging, Qilu Children's Hospital of Shandong University, Jinan, Shandong 250022, China

Corresponding author: ZHAO Jian-she, E-mail: zhaojianshe@163.com

Abstract: Objective To explore the value of high-resolution 3-dimensional T1-weighted imaging (3D-T1WI) in children with focal cortical dysplasia (FCD) of type I. **Methods** The MRI data of 26 pathologically confirmed FCD type I children admitted from July 2016 to July 2018 were retrospectively analyzed, and the 3D-T1WI sequence was compared with other sequences for the main MRI signs of FCD type I children (blurred gray-white matter junction, focal cortical structure abnormalities and abnormal signal focus in white matter) detection status and the occurrence rate of different MRI signs among FCD I subtypes. The number of cases and the number of consecutive layers with local blurred gray-white matter junctions and cortical structural abnormalities detected by 3D-T1WI sequence in each plane calculated. **Results** The detection rates of blurred gray-white matter junction by 3D-T1WI (92.3%) were obviously higher than those by 3D-T2 FLAIR(61.5%) and by T1WI(42.3%) respectively(all $P < 0.017$), and the detection rate of abnormal cortical structure by 3D-T1WI (69.2%) was obviously higher than that by T1WI (26.9%) ($P < 0.017$), but there was no significant difference in the detection rate of abnormal signal foci in white matter among the three sequences($P > 0.05$). There was no significant difference in the occurrence rate of different MRI signs in subtypes of FCD I(all $P > 0.05$). In axial, coronal and sagittal sections, 3D-T1WI showed that the continuous layers of blurred gray-white matter junction were all ≥ 3 layers, and the continuous layers of focal cortical structural abnormalities were all ≥ 2 layers. **Conclusion** 3D-T1WI could improve the detection rate in children with FCD type I and can be used as the preferred MRI sequence.

Key words: Children; Focal cortical dysplasia; Magnetic resonance imaging; High-resolution; Blurred gray-white matter junction; Focal cortical structural abnormalities

Fund program: Science and Technology Plan Project of Jinan Health and Family Planning Commission (2018-01-31)

儿童局灶性皮质发育不良(FCD)是大脑皮质发育畸形的一个类型,为药物难治性癫痫的常见病因之一,比例超过30%^[1],手术切除病灶才能达到彻底根治的目的。2011年国际抗癫痫联盟协会(ILAE)将FCD分为三型:I型、II型(二者均为单纯型)和III型(结合型)^[2]。FCD I型患儿MRI征象相对较为单一,诊断率较高,术前如果能够准确定位病灶范围,术后癫痫发作控制情况较好。既往这方面的报道较少,本研究利用MRI 3D-T1WI高分辨成像序列研究FCD I型的主要MRI征象,得到各种主要征象在3D-T1WI上出现的层数及例数,旨在帮助临床准确识别病灶,指导临床制定手术方案、提高手术疗效。

1 资料与方法

1.1 资料来源 收集2016年7月至2018年7月于山东大学齐鲁儿童医院经手术治疗病理学证实的26例FCD I型患儿的临床及MRI资料进行回顾性分析。男15例,女11例;年龄3个月~9.4岁,中位年龄4.1岁;术前行3D高分辨序列MR检查。入组标准:(1)符合2011年ILAE关于FCD I型分类标准^[2];(2)术前于3D高分辨MRI上均有阳性征象;(3)具有典型临床症状且无其他共患疾病;(4)图像质量较佳,能够准确定位病灶范围。

1.2 扫描设备及参数 使用3.0T Ingenia 超导型磁共振扫描仪(Philips),头部线圈,对于不能配合患儿,检查前20 min给予5%水合氯醛(0.3~0.5 ml/kg)口服,使其进入深睡眠状态。扫描序列包括3D高分辨成像与常规序列。高分辨序列:3D-T1W,重复时间(TR)6.1 ms,回波时间(TE)2.7 ms,反转时间(TI)250 ms,翻转角9°,视野(FOV)240 mm×240 mm,矩阵275×275,层厚1 mm;三维容积液体衰减反转恢复(3D-T2 FLAIR)序列,TR 78.2 ms,TE 61.5 ms, TI 290 ms,翻转角9°,FOV 240 mm×240 mm,矩阵275×275,层厚1 mm。常规序列:T1加权(T1W),TE 15.2 ms,TR 655.0 ms,FOV 240 mm×240 mm,矩阵275×275,层厚5 mm,间隔1 mm。三维重建后冠状及矢状位层厚均为1 mm,其他参数不变。

1.3 图像后处理及分析 3D高分辨序列经三维重建后分别获得轴位、冠状位及矢状位图像,必要时进行曲面重建,获得病灶切线位图像,由2名具有5年以上工作经验的影像科主任医师盲法观察图像,有分歧者协商达成一致。观察FCD I型患儿主要阳性征象:(1)灰白质分界模糊;(2)局灶性皮质结构异常

(增厚或变薄);(3)白质内异常信号灶(T1WI信号减低,T2WI/FLAIR信号增高)。次要征象为节段性或脑叶萎缩/发育不全与局部白质体积缩小。测算出各种序列对上述主要征象的检出率,及各种征象在3D-T1W序列上出现的层数。

1.4 统计学方法 所有数据在SPSS 17.0上完成。计数资料以例(%)表示,采用R×C表 χ^2 检验比较3D-T1WI与常规序列对FCD I型各种MRI征象的检出率,两两比较时,校正检验水准为 $\alpha'=0.017$ 。采用线性和线性组合法来比较FCD I型各亚型不同MRI征象出现率的情况。检验水准取 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 各序列对不同MRI征象检出率对比 本组26例FCD I型患儿中,I a型9例(34.62%),I b型11例(42.31%),I c型6例(23.07%),MRI征象均为阳性,主要征象为灰白质分界模糊、局灶性皮质结构异常及白质内异常信号灶。3D-T1WI对灰白质分界模糊的检出率高于其它序列($P<0.017$),对局灶性皮质结构异常的检出率高于T1WI序列($P<0.017$),对白质内异常信号灶的检出率与其它序列相当($P>0.05$)。见表1。

2.2 各亚型之间不同MRI征象的出现率对比 各亚型之间不同MRI征象的出现率差异均无统计学意义(P 均 >0.05)。见表2。

2.3 3D-T1WI序列各方位局灶性灰白质分界模糊及局灶性皮质结构异常分析 3D-T1WI序列24例患儿出现局灶性灰白质分界模糊(图1为1例1岁5个月男性癫痫发作患儿的3D-T1WI序列MRI征象,其病理示FCD I b型);分别于3D-T1WI轴位、冠状位及矢状位观察,各方位出现的病变连续层面及例数见表3,由表中可见24例患儿各方位病变连续层数均 ≥ 3 层,其中以连续出现3~4层最多, ≥ 6 层者较少。局

表1 各序列对FCD I型患儿不同MRI征象检出率对比
[n=26,例(%)]

序列	MRI 征象		
	灰白质分界模糊	局灶性皮质结构异常	白质内异常信号灶
3D-T1WI	24(92.3)	18(69.2)	9(34.6)
3D-T2 FLAIR	16(61.5) ^a	13(50.0)	11(42.3)
T1WI	11(42.3) ^a	7(26.9) ^a	7(26.9)
χ^2 值	20.944	9.339	5.568
P 值	0.000	0.009	0.062

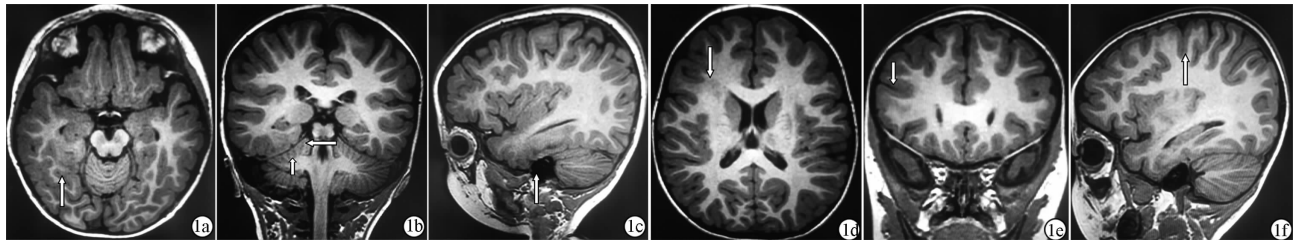
注:与3D-T1WI相比,^a $P<0.017$ 。

表 2 FCD I 型各亚型不同 MRI 征象出现率对比 例(%)

亚型	例数	MRI 征象		
		灰白质分界模糊	局灶性皮质结构异常	白质内异常信号灶
I a 型	9	8(88.9)	7(77.8)	3(33.3)
I b 型	11	10(90.9)	8(72.7)	4(36.4)
I c 型	6	6(100.0)	3(50.0)	4(66.7)
χ^2 值		0.547	1.139	1.384
P 值		0.460	0.286	0.239

表 3 3D-T1WI 序列各方位局灶性灰白质分界模糊例数及连续层数 [n=24,例(%)]

序列方位	病变连续出现的层数					
	1 层	2 层	3 层	4 层	5 层	≥6 层
轴位	0	0	11(45.8)	8(33.3)	4(16.7)	1(4.2)
冠状位	0	0	9(37.5)	13(54.2)	2(8.3)	0
矢状位	0	0	7(29.2)	12(50.0)	3(12.5)	2(8.3)



注: 1a~1c: 为 1 例 FCD I b 型患儿头部 3D-T1WI MRI 高分辨成像(1a 为轴位、1b 为冠状位、1c 为矢状位), 可见右侧颞叶深部局灶性灰白质分界模糊(长箭头)及相应皮质变薄(短箭头); 1e~1g: 为 1 例 FCD I c 型患儿头部 3D-T1WI MRI 高分辨成像(1e 为轴位、1f 为冠状位、1g 为矢状位), 可见右额叶局灶性灰白质分界模糊(长箭头)及相应皮质变薄(短箭头)。

图 1 两例 FCD 患儿头部 3D-T1WI 序列 MRI 征象

灶性皮质结构异常包括增厚与变薄两种情况(图 2 为 1 例 5 岁 3 个月男性患儿的 3D-T1WI 序列 MRI 征象, 其病理示 FCD I c 型), 共 18 例患儿出现此征象, 前者 11 例, 后者 7 例, 于上述三个方位观察, 发现病变连续层数均 ≥2 层。

3 讨论

大量研究报道, FCD I 型患儿手术预后较其他类型好, 但术前定位相对较为困难, 原因为此型病灶较局限、且隐匿^[3-5], 不容易被常规影像学检查方法所识别, MRI 3D-T1WI 序列具有多方位、软组织分辨率高的优势, 对本病的检出率大大提高。根据 ILAE 标准^[2], FCD I 型患儿主要 MRI 征象为灰白质分界模糊、局灶性皮质结构异常及白质内异常信号灶, 本组经 3D-T1WI 序列检测, 前两种 MRI 征象分别出现于 24 例及 18 例患儿中, 灰白质分界模糊检出率高于 3D-T2 FLAIR 及常规 T1WI, 局灶性皮质结构异常检出率高于 T1WI 序列, 这与相关报道一致^[6]。原因为 T1WI 主要反映的是人脑组织间 T1 值的差别, 组织间信号强度的变化必然使图像的 T1 对比得到增强^[7], 因而此序列对于识别正常组织解剖与病灶的能力大大提高, 3D 高分辨成像在此基础上提高了软组织分辨率和多参数、多方位成像, 使得其对正常组织与病变间的解剖结构显示更清楚; FLAIR 属于液体衰减翻转恢复序列, 其作用在于更敏感的检测脑实质内及蛛网膜下腔的病灶, 尤其是对于邻近脑组织-脑脊液交界区的病灶^[8], 其对正常脑实质解剖结构的显示较差, 故在显示灰白质分界及皮质厚度方面,

T1WI 明显好于 FLAIR 序列。病灶较为局限时传统 MRI 对此两种征象的检出率较低^[9], 本组中, 24 例患儿出现灰白质分界模糊征象, 常规 T1WI 却只检出了 11 例; 18 例患儿出现局灶性皮质结构异常, 常规 T1WI 却只发现了 7 例, 因此 3D-T1WI 对上述两种征象的显示更为敏感。本组中, 对白质内异常信号灶的显示 3D-T1WI 与其他序列差异并无统计学意义, 与认为 3D-FLAIR 更能够发现白质内异常信号灶的传统观点不符合, 原因可能和病例数较少有关。本研究对 FCD I 型三种亚型 Ia、Ib、Ic 的不同 MRI 征象做了初步统计, 发现各亚型间不同 MRI 征象的出现率相当, 从病理学上不难发现, 三种亚型 FCD 均存在皮质典型的六层结构, 只是不同方向上的皮质结构不良^[2], 这种微观的病理学变化在 MRI 上无法观察, 故三种亚型在 MRI 上无法准确鉴别。

灰白质分界模糊与局灶性皮质结构异常是 FCD I 型患儿主要 MRI 征象, 但长期以来对上述两种征象的界定却未达成统一。受容积效应的影响, 正常儿童脑实质灰白质分界会出现局灶性模糊, 但不会连续出现, 在 24 例患儿中, 灰白质分界模糊病变连续层数均 ≥3 层, 且冠、矢、轴三个位置均如此, 据此笔者认为: 3D-T1WI 高分辨成像诊断 FCD I 型的必要条件为在冠、矢、轴三个位置均发现灰白质分界模糊连续 3 层及以上。相对于灰白质分界模糊, 局灶性皮质结构异常更难界定, 既往文献报道仅仅是皮质增厚^[10-11], 但本研究发现在 7 例患儿的 3D-T1WI 高分辨成像中出现了局灶性皮质变薄的现象, 出现分歧的原因在于, 神经元的移行是从内向外的方向进行^[12],

在此过程中如果导致神经元移行停滞的因素出现,皮质将会出现畸形发育,如果大量神经元停留在位置较深的白质内,皮质好像深入了白质,影像学上皮质整体是增厚的;如果是少量神经元停留在白质内,相应皮质的神经元减少,那么皮质的影像学表现就是变薄的,出现增厚或变薄两种征象的主要区别在于神经元移行停滞的时间、数量及位置。本研究中,所有出现局灶性皮质结构异常患儿的 3D-T1WI 高分辨成像中,不同位置观察发现病变连续层数均 ≥ 2 层,本研究的标准是两侧对称比较。

需要与 FCD I 型相鉴别的疾病:(1) II 型 FCD,两者鉴别较为困难,可分为 II a、II b 两个亚型,病理为前者存在异形神经元,后者还包括气球样细胞,其 MRI 征象与 FCD I 型相似,且更为典型,其最典型的一种 MRI 征象为拖尾征:皮质下白质内向脑室方向延伸的锥形异常信号,尖端指向脑室,此征象均见于 II b 型患儿中^[13],当出现此表现时,与 FCD I 型鉴别较为容易。FCD II 型主要发病部位在额叶,几乎不可能发生在颞叶中,也是最重要的鉴别点。(2)巨脑回及多微小脑回畸形,本病亦表现为局限性皮质增厚或脑回的过度折叠^[14],但范围较 FCD I 型大,灰白质交界尚存在,一般不会合并白质内异常信号灶。(3)白质内脱髓鞘病变,如果是发生于皮质下的局限性脱髓鞘与 FCD I 型鉴别较为困难,但前者无灰白质分界模糊等征象。(4)结节硬化,MRI 表现为室管膜下多发结节灶,灰质内结节以及脑白质内异常信号灶^[15],灰、白质内病变根据成分及钙化程度不同,信号亦较复杂、多变,此类病变常多发,FCD I 型通常为单发局灶性病变。

综上所述,3D-T1WI 高分辨成像是诊断 FCD I 型的首选序列,结合常规序列检查,能大大提高病灶的检出率。部分患儿术后证实为 FCD I 型,术前 3D 高分辨序列却未见阳性征象,这给术前定位与评估带来了困难,这将是今后工作的重点与难点;同时到目前为止,3D-T1WI 高分辨成像尚不能准确区分 FCD I 型中的各亚型。本研究的不足之处在于样本数量较少,无法开展多中心对照研究,还存在一定的局限性。

参考文献

[1] Kakita A. Surgical pathologic features of cerebral cortical lesions

taken from 600 patients with intractable epilepsy [J]. *Brain Dev*, 2013, 35(8): 793 - 801.

- [2] Blümcke I, Thom M, Aronica E, et al. The clinicopathologic spectrum of focal cortical dysplasias: a consensus classification proposed by an ad hoc Task Force of the ILAE Diagnostic Methods Commission [J]. *Epilepsia*, 2011, 52(1): 158 - 174.
- [3] Jayalakshmi S, Nanda SK, Vooturi S, et al. Focal cortical dysplasia and refractory epilepsy: role of multimodality imaging and outcome of surgery [J]. *Am J Neuroradiol*, 2019, 40(5): 892 - 898.
- [4] 林元相, 林堃, 康德智, 等. 局灶性皮质发育不良相关性难治性癫痫的手术预后及其相关影响因素分析 [J]. *中华医学杂志*, 2012, 92(25): 1763 - 1766.
- [5] Hong SJ, Bernhardt BC, Caldairou B, et al. Multimodal MRI profiling of focal cortical dysplasia type II [J]. *Neurology*, 2017, 88(8): 734 - 742.
- [6] 李林, 史建国, 董春华, 等. 3D 高分辨 MRI 在局灶性皮质发育不良 II 型患儿中的应用 [J]. *中国医学影像技术*, 2018, 34(11): 1641 - 1644.
- [7] Ma DT, Liu C, Kong QK, et al. Signal intensity of decussation of the superior cerebellar peduncle on sagittal T1WI: correlation with age and gender [J]. *Clin Imaging*, 2013, 37(1): 37 - 40.
- [8] Kraniotis P, Solomou A. Subacute cortical infarct: the value of contrast-enhanced FLAIR images in inconclusive DWI [J]. *Radiol Bras*, 2019, 52(4): 273 - 274.
- [9] 柳溪, 孙吉林, 吴晶, 等. 不同病理类型局灶性皮质发育不良的 MRI 特征 [J]. *中华放射学杂志*, 2010, 44(5): 491 - 494.
- [10] Mata-Mbemba D, Jimura Y, Hazrati LN, et al. MRI, magnetoencephalography, and surgical outcome of oligodendrocytosis versus focal cortical dysplasia type I [J]. *Am J Neuroradiol*, 2018, 39(12): 2371 - 2377.
- [11] Veersema TJ, Ferrier CH, van Eijsden P, et al. Seven tesla MRI improves detection of focal cortical dysplasia in patients with refractory focal epilepsy [J]. *Epilepsia Open*, 2017, 2(2): 162 - 171.
- [12] Taylor DC, Falconer MA, Bruton CJ, et al. Focal dysplasia of the cerebral cortex in epilepsy [J]. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 1971, 34(4): 369 - 387.
- [13] Jin B, Krishnan B, Adler S, et al. Automated detection of focal cortical dysplasia type II with surface-based magnetic resonance imaging postprocessing and machine learning [J]. *Epilepsia*, 2018, 59(5): 982 - 992.
- [14] Spalice A, Parisi P, Nicita F, et al. Neuronal migration disorders: clinical, neuroradiologic and genetics aspects [J]. *Acta Paediatr*, 2009, 98(3): 421 - 433.
- [15] Jesmanas S, Norvainytė K, Gleizienė R, et al. Different MRI-defined Tuber types in tuberous sclerosis complex: Quantitative evaluation and association with disease manifestations [J]. *Brain Dev*, 2018, 40(3): 196 - 204.

收稿日期: 2020 - 02 - 17 编辑: 王娜娜