

✧ 中枢神经影像学

Application of 3D high-resolution MRI in children with focal cortical dysplasia type II

LI Lin¹, SHI Jianguo², DONG Chunhua¹, LIU Yong³, MA Changyou¹,
YANG Guangyong¹, ZHAO Jianshe^{1*}

(1. Department of Radiology, 2. Department of Epilepsy Center, 3. Department of
Pediatric Neurology, Qilu Children's Hospital of Shandong University,
Jinan 250022, China)

[Abstract] **Objective** To observe the application value of 3D high-resolution MRI in children with focal cortical dysplasia (FCD) of type II. **Methods** MRI data of 18 children with FCD II confirmed by pathology were retrospectively analyzed. The following MRI signs, including blurring of junction of the gray matter-white matter, abnormality of structure with focal cortex, gray matter and white matter signal, transmantle sign (the abnormal signal extending to the ventricle in subcortical white matter) were observed. Then the detection rates of the above MRI signs in each sequence were calculated and compared. **Results** In all of the 18 children, MRI abnormalities were found in 15 children, including blurring of junction of the gray-white matter in 14 (14/18, 77.78%), the abnormality of structure with focal cortex in 11 (11/18, 61.11%), transmantle sign in 10 (10/18, 55.56%), the abnormality of white matter signal in 11 (11/18, 61.11%) and the abnormality of gray matter signal in 13 (13/18, 72.22%). The detection rates of 3D-T1WI were higher than those of T1WI for blurring of junction of the gray-white matter, abnormality of structure with focal cortex, the abnormality of white matter signal and the abnormality of gray matter signal ($P=0.009, 0.022, 0.038, 0.020$). The detection rates of 3D-T2 FLAIR were higher than those of T2 FLAIR sequence for the blurring of junction of the gray-white matter, abnormality of structure with focal cortex and the abnormality of gray matter signal ($P=0.022, 0.018, 0.009$). **Conclusion** 3D high-resolution MR sequences could improve the detection rate of FCD II, therefore providing more accurate information for preoperative assessment.

[Key words] Child; Focal cortical dysplasia; Magnetic resonance imaging

DOI:10.13929/j.1003-3289.201801008

3D 高分辨 MRI 在局灶性皮质发育不良 II 型患儿中的应用

李 林¹, 史建国², 董春华¹, 刘 勇³, 马常友¹, 杨光勇¹, 赵建设^{1*}

(1. 山东大学齐鲁儿童医院放射科, 2. 癫痫中心, 3. 小儿神经内科, 山东 济南 250022)

[摘 要] **目的** 探讨 3D 高分辨 MR 成像在儿童局灶性皮质发育不良(FCD) II 型中的应用价值。**方法** 回顾性分析 18 例经病理证实的 FCD II 型患儿的 MRI 资料, 观察灰白质分界模糊、局灶性皮质结构异常、灰白质信号以及 transmantle 征(皮层下白质内向脑室方向延伸的异常信号)等征象, 计算并比较各序列对以上征象的检出率。**结果** 18 例患儿中, 15 例存在 MRI 阳性征象, 包括灰白质分界模糊 14 例(14/18, 77.78%), 局灶性皮质结构异常 11 例(11/18, 61.11%),

[第一作者] 李林(1981—), 男, 山东济南人, 硕士, 主治医师。研究方向: 儿科影像诊断。E-mail: pili_255@126.com

[通信作者] 赵建设, 山东大学齐鲁儿童医院放射科, 250022。E-mail: zhaojianshe@163.com

[收稿日期] 2018-01-02 **[修回日期]** 2018-08-06

transmantle 征 10 例(10/18, 55.56%), 白质信号异常 11 例(11/18, 61.11%)及灰质信号异常 13 例(13/18, 72.22%)。3D-T1WI 对灰白质分界模糊、局灶性皮质结构异常、白质信号异常和灰质信号异常的检出率均高于常规 T1WI($P=0.009$ 、 0.022 、 0.038 、 0.020)；3D-T2 FLAIR 对灰白质分界模糊、局灶性皮质结构异常和灰质信号异常检出率高于 T2 FLAIR 序列($P=0.022$ 、 0.018 、 0.009)。结论 3D 高分辨 MR 序列可提高对 FCD II 型患儿的检出率, 为术前评估提供更准确的信息。

[关键词] 儿童; 局灶性皮质发育不良; 磁共振成像

[中图分类号] R742.8; R445.2 [文献标识码] A [文章编号] 1003-3289(2018)11-1641-04

目前约 30% 癫痫患者存在局灶性皮质发育不良(focal cortical dysplasia, FCD)^[1]。FCD 是大脑皮质发育畸形的一个类型, 也是难治性癫痫的常见病因之一。2011 年, 国际抗癫痫联盟协会(International League Against Epilepsy, ILAE)将 FCD 分为单纯型(I 和 II 型)和结合型(III 型)^[2]。FCD II 型影像学表现较复杂, 如术前能够准确定位病灶范围, 则术后癫痫发作控制较为满意。本研究采用 3D 高分辨 MR 序列, 分析 FCD II 型的 MRI 征象, 旨在为准确制定手术方案及提高手术疗效提供影像学基础。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集 2013 年 12 月—2017 年 7 月于我院经病理证实的 18 例 FCD II 型患儿, 男 10 例, 女 8 例, 年龄 2 个月~7.2 岁, 中位年龄 3.1 岁; 均于术前 3~5 天内接受常规序列及 3D 高分辨序列 MR 检查。根据 ILAE 于 2011 年发布的病理学分类标准^[2]诊断 FCD II 型, 即皮层结构异常及异形神经元和气球样细胞形成; 分为 II a 和 II b 亚型, 均存在异形神经元, 后者同时存在气球样细胞。本研究通过我院伦理委员会审核, 所有患儿监护人均知情同意并签署知情同意书。

1.2 仪器与方法 采用 Philips Achieva 1.5T 超导型 MR 扫描仪, 头部线圈, 扫描序列包括常规序列及 3D 高分辨序列。常规序列: T1W, TE 14.2 ms, TR 650.0 ms, FOV 210 mm×187 mm, 矩阵 220×147, 层厚 5 mm, 间隔 1 mm; T2W, TE 100 ms, 最小 TR, FOV 210 mm×181 mm, 矩阵 264×187, 层厚 5 mm, 间隔 1 mm; T2 FLAIR 序列, TE 130 ms, TR 11 000 ms, FOV 190 mm×168 mm, 矩阵 212×142, 层厚 5 mm, 间隔 1 mm; DWI, 最小 TE, 最小 TR, b 值取 0、1 000 mm²/s, FOV 198 mm×180 mm, 矩阵 212×142, 层厚 5 mm, 间隔 1 mm。高分辨序列: 3D-T2 FLAIR 序列, TR 76.2 ms, TE 63.5 ms, TI 280 ms, 翻转角 10°, FOV 220 mm×220 mm, 矩阵 256×256; 3D-T1W, 最小 TR, 最小 TE, TI 240 ms, 翻转角 8°, FOV 220 mm×220 mm, 矩阵 256×256。

1.3 图像分析 由 3 名具有 10 年以上工作经验的影

像科高年资医师以盲法观察图像, 经协商达成一致意见。观察阳性征象包括: ①灰白质分界模糊; ②局灶性皮质结构异常; ③ transmantle 征, 指 T2WI 或 T2 FLAIR 图像上白质内向脑室方向延伸的锥形高信号; ④白质信号异常; ⑤灰质信号异常。

1.4 统计学分析 采用 SPSS 17.0 统计分析软件。计数资料以频数和/或百分率表示, 采用 Fisher 精确概率检验比较高分辨序列与常规序列对各种征象的检出率, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

18 例 FCD II 型患儿中, II a 型 5 例(5/18, 27.78%), II b 型 13 例(13/18, 72.22%), II a 型和 II b 型的 MR 表现见图 1~3; 病灶位于额叶 9 例, 顶叶 5 例, 枕叶 2 例, 颞叶 1 例, 中央区 1 例。15 例(15/18, 83.33%)MRI 发现阳性病灶; 3 例 MRI 表现正常, 包括 II b 型 1 例和 II a 型 2 例。15 例 MRI 阳性患儿中, 14 例(14/18, 77.78%)可见灰白质分界模糊, 11 例(11/18, 61.11%)局灶性皮质结构异常, 11 例(11/18, 61.11%)白质信号异常, 13 例(13/18, 72.22%)灰质信号异常。10 例患儿可见 transmantle 征, 其中 II b 型 8 例, 3 例表现为宽基底向外、尖端指向脑室的锥形高信号, 2 例为带状高信号, 2 例为条状, 1 例为断续显示的高信号(图 2、3); II a 型 2 例(图 1)。

各序列对 5 种 MRI 征象(灰白质分界模糊、局灶性皮质结构异常、transmantle 征、白质信号异常和灰质信号异常)的检出率见表 1。除 transmantle 征($P=0.073$)外, 3D-T1WI 对其余 4 种征象(灰白质分界模糊、局灶性皮质结构异常、白质信号异常和灰质信号异常)的检出率均高于常规 T1WI($P=0.009$ 、 0.022 、 0.038 和 0.020)。3D-T2 FLAIR 对灰白质分界模糊、局灶性皮质结构异常和灰质信号异常的检出率均高于 T2 FLAIR 序列($P=0.022$ 、 0.018 和 0.009), 对于 transmantle 征和白质信号异常的检出率二者差异无统计学意义($P=0.505$ 、 0.159)。

3 讨论

FCD 是由于胎儿期神经胶质细胞和神经元分化、

表 1 各序列对 5 种 MRI 征象的检出率[% (例)]

序列	灰白质 分界模糊	局灶性皮质 结构异常	transmantle 征	白质信号 异常	灰质异常 信号
3D-T1W	77.78(14/18)	61.11(11/18)	44.44(8/18)	50.00(9/18)	61.11(11/18)
3D-T2 FLAIR	66.67(12/18)	55.56(10/18)	55.56(10/18)	61.11(11/18)	72.22(13/18)
T2W	22.22(4/18)	22.22(4/18)	33.33(6/18)	27.78(5/18)	33.33(6/18)
T1W	33.33(6/18)	44.44(8/18)	16.67(3/18)	16.67(3/18)	22.22(4/18)
T2 FLAIR	27.78(5/18)	16.67(3/18)	38.89(7/18)	38.89(7/18)	27.78(5/18)
DWI	11.11(2/18)	16.67(3/18)	11.11(2/18)	16.67(3/18)	5.56(1/18)

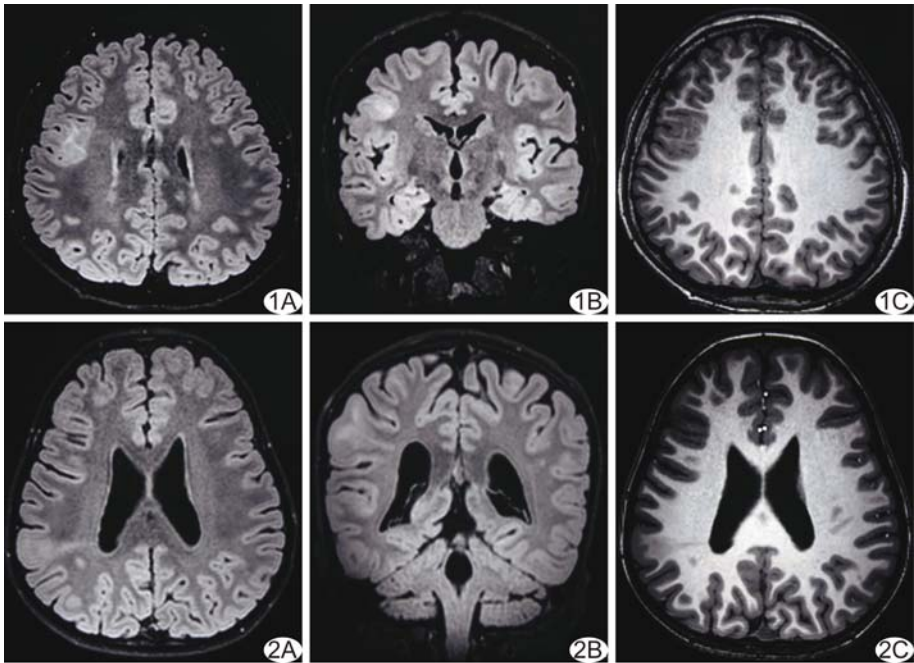


图 1 患儿男,8 岁,FCD II a 型 3D-T2 FLAIR 轴位(A)、3D-T2 FLAIR 冠状重建(B)及 3D-T1WI(C)示右额叶局部脑回形态欠规则,脑回增厚,灰白质分界不清,皮层及皮层下白质 T2WI 信号增高 图 2 患儿女,5 岁,FCD II b 型 A、B. 3D-T2 FLAIR 轴位(A)及冠状位重建图像(B)示右顶叶皮层下锥形高信号,尖端指向右侧侧脑室,为 transmantle 征; C. 3D-T1WI 示右顶叶局灶性皮层增厚,灰白质分界不清

成熟发生异常所导致的局部大脑皮层的发育障碍,进而产生一系列病理变化^[3]。FCD 所致癫痫属顽固性癫痫,药物治疗效果较差。FCD II 型的 MRI 表现具有一定特征性,如术前能据此对病灶切除范围进行准确定位与评估,可提高术后癫痫控制效果。

本研究结果显示 FCD II 型的主要 MRI 征象包括局灶性灰白质分界模糊、局灶性皮质结构异常、灰白质内信号异常及 transmantle 征,而 3D 高分辨序列对大多数征象的检出率高于常规序列(P 均 <0.05)。既往研究^[4]表明,虽然 FCD II 型患者术前 MRI 阳性率较高,但其预后依然较差,主要原因是镜下所示病灶范围往往大于 MRI 显示区域,导致手术切除不彻底。3D

高分辨成像序列不仅对病灶的检出率较高,而且显示病灶较完整、清晰,能为手术切除提供更为准确的定位信息。灰白质分界模糊为 FCD II 型的主要 MRI 征象,本研究中 77.78%(14/18) 的患儿出现此征象,与 Krsek 等^[5] 的研究相符。观察局灶性皮质结构异常(增厚或变薄)时,对 ≥ 2 岁已完成髓鞘化的患儿,宜采用双侧对比的方法,病变一侧往往变薄;而对于髓鞘化尚未完全结束的 <2 岁患儿,病变检出较困难,只能定期复查,动态观察灰白质结构的变化。T1WI 对脑实质具有较好的对比度,尤其是 2 岁以下患儿,能更真实地反映其髓鞘化程度,因此推荐采用 3D-T1WI 观察皮质结构。transmantle 征是较特异性的征象,尤其对 FCD II b 型患儿,本组 II b 患儿中 8 例可见此征象。有研究^[6] 报道,transmantle 征几乎均见于 FCD II 型患儿,推测此征象的形成机制可能与神经元气球样变性有关。本研究中 3D-T2 FLAIR 序列对 transmantle 征的检出率(10/18, 55.56%)最高,且对病灶范围及周边结构的显示亦优于其他序列。Zucca 等^[7] 将 MRI 所显示病变范围与组织病理学对

照,证实 FCD II 型镜下显示异常范围往往大于 MRI 所示异常区域,提示病灶手术切除的范围要大于影像学上异常区域。局灶性皮质结构异常也是 FCD II 型的重要 MRI 征象,此种征象的形成是基于未成熟神经元及多发异形神经元导致局灶性皮质结构异常。本研究中此征象的阳性率为 61.11%(11/18),以 3D-T1WI 序列的检出率最高。

FCD II 型需与以下疾病相鉴别:①结节硬化,主要表现为癫痫、智力低下及皮脂腺瘤三联征,MRI 表现为室管膜下多发对称结节,灰质内结节以及脑白质内条片状异常信号灶^[8],部分结节突入室管膜下,呈波浪状或锯齿状改变,灰质及白质内病灶根据成分及钙化

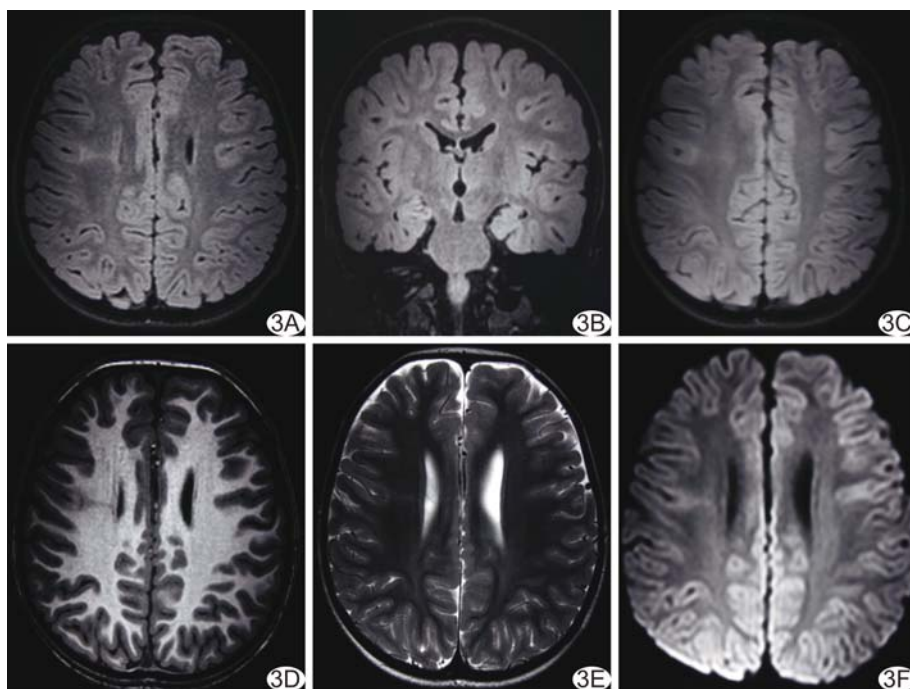


图3 患儿男,6岁,FCD IIb型 A、B 3D-T2 FLAIR 轴位(A)及冠状位重建图像(B)示右额叶皮层下锥形高信号向侧脑室方向延伸,邻近皮层信号增高; C. 轴位 T2 FLAIR 示右额叶异常信号显示较模糊,边界无法界定; D. 3D-T1WI 示右额叶病变处皮层略增厚,灰白质分界模糊; E. T2WI 示病变处皮层信号略高,锥形异常信号显示不清; F. DWI 病灶显示较模糊,无法准确定位病灶范围

程度的不同,信号亦较复杂、多变,增强扫描未钙化结节明显强化,白质内病变强化不明显;②多发性硬化,女性多见,为侧脑室旁、胼胝体及半卵圆中心多发异常信号灶,双侧侧脑室旁额顶叶较为常见,由于其发病部位的特征性,导致侧脑室旁病灶与侧脑室壁垂直^[9],而 FCD 属于灰质病变,病灶一般单发;③神经元移行异常类疾病,如巨脑回畸形等,此类疾病白质内通常不会出现异常信号。

MRI 在 FCD 术前评估与定位中具有重要作用,尤其是 3D 高分辨序列。但部分术后病理证实为 FCD II 型的患儿术前 MRI 可表现为正常,其机制尚未明确,应为今后研究的重点。有学者^[10]提出采用综合服务局部网络(integrated service local network, ISLN)和绘制线条图的方法可提高 FCD 患者灰白质分界模糊征象的检出率,但目前此项技术尚不能广泛应用于临床。有研究^[11]报道,PET/MRI 融合技术的检测结果与实际致病灶的一致性高达 83%。还有研究^[12]表明弛豫时间成像技术可通过计算机辅助自动化识别灰白质分界模糊和局灶性皮质结构异常来提高 MRI 对 FCD II 型的检出率,对于定位致病灶具有非常重要的意义。相信随着影像学

技术的迅速发展,越来越多常规 MRI 阴性的 FCD 病灶将会被检出,为制定手术方案提供更为准确的信息。

【参考文献】

- [1] Bernasconi A, Bernasconi N, Bernhardt BC, et al. Advances in MRI for 'cryptogenic' epilepsies. *Nat Rev Neurol*, 2011, 7(2):99-108.
- [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. *Epilepsia*, 2011, 52(1):158-174.
- [3] Foldvary-Schaefer N, Bautista J, Andermann F, et al. Focal malformations of cortical development. *Neurology*, 2004, 62(6 Suppl 3):14-19.
- [4] 程彦昊,蔡立新,李坤成,等.局灶性脑皮质发育不良病理分型的 MRI 特点. *中华放射学杂志*, 2007, 41(5):493-495.
- [5] Krsek P, Pieper T, Karlmeier A, et al. Different presurgical characteristics and seizure outcomes in children with focal cortical dysplasia type I or II. *Epilepsia*, 2009, 50(1):125-137.
- [6] Colombo N, Tassi L, Deleo F, et al. Focal cortical dysplasia type II a and II b: MRI aspects in 118 cases proven by histopathology. *Neuroradiology*, 2012, 54(10):1065-1077.
- [7] Zucca I, Milesi G, Medici V, et al. Type II focal cortical dysplasia: Ex vivo 7T magnetic resonance imaging abnormalities and histopathological comparisons. *Ann Neurol*, 2016, 79(1):42-58.
- [8] 阮志兵,焦俊,闵定玉,等.结节性硬化综合症的 CT 与 MRI 表现. *临床放射学杂志*, 2015, 34(10):1560-1565.
- [9] 秦耿耿,代月黎,陈卫国,等.基于纤维束的空间统计方式的复发性缓解型多发性硬化患者磁共振扩散张量成像与正常人对照. *中国医学物理学杂志*, 2016, 33(8):799-804.
- [10] Dahnke R, Yotter RA, Gaser C. Cortical thickness and central surface estimation. *Neuroimage*, 2013, 65:336-348.
- [11] 桑林,张凯,张建国,等. PET-MRI 影像融合技术在药物难治性癫痫术前评估中的价值. *中华神经外科杂志*, 2017, 33(6):559-563.
- [12] Wang ZI, Alexopoulos AV, Jones SE, et al. Linking MRI postprocessing with magnetic source imaging in MRI-negative epilepsy. *Ann Neurol*, 2014, 75(5):759-770.