

MELAS 综合征的 MRI 和 MRS 表现及临床意义

杨喜彪, 徐严明, 何度, 杨静波, 月强, 龚启勇

【推荐理由】 本文对 MELAS 综合征这一临床少见病的影像特征进行了探讨, 研究样本量较大 (24 例), 分析较为细致深入, 研究发现具有一定新颖性, 研究结果也较强临床实用性。论文的优点在于: ①采用多种 MRI 序列进行检查, 除常规的 T_1 WI 平扫与增强、 T_2 WI 和 FLAIR 外, 部分病例还采用了 MRA、DWI 和 MRS 检查, 其中 MRS 检查对 MELAS 综合征的诊断尤其有帮助; ②研究既印证了既往研究的发现 (如 MELAS 综合征病灶的游走性), 也提出了新的、有价值的观点 (如 FLAIR 对慢性期病灶的显示优于 DWI, MRS 发现病灶外的乳酸增高对本病的早期诊断很有意义等)。论文的主要其缺点在于, 除常规 T_1 WI、 T_2 WI、FLAIR 序列和 MRA 的检查例数较多外, 行其他重要序列如 DWI、MRS 的病例相对较少。尽管如此, 本文仍不失为一篇质量较好且很有临床应用价值的文章。

(四川大学华西医院放射科 龚启勇)

【摘要】 目的: 分析线粒体脑肌病并高乳酸血症与卒中样发作 (MELAS) 综合征的 MRI 和 MRS 表现, 探讨 MRI 对该病早期诊断与鉴别诊断的临床价值。**方法:** 回顾性分析 24 例经临床表现及肌肉病理活检确诊的 MELAS 综合征患者, 24 例均行常规 MRI (包括 T_1 WI 平扫与增强扫描, T_2 WI, T_2 FLAIR), 14 例行 MRA, 3 例行 DWI, 3 例行 MRS。综合分析所有病例的多模态 MRI 特征。**结果:** 24 例 (79 个病灶) 均出现大脑皮质或皮质下片状长 T_1 长 T_2 信号, 以枕叶 (29 个)、颞叶 (25 个) 和顶叶 (16 个) 受累为主, 可双侧出现; 14 例 MRA 示病变区与动脉供血区域不吻合, 4 例可见血管增生; 10 例随访患者中 7 例发现病灶具有游走性; 3 例行 DWI 患者均可见扩散受限所致异常信号; T_2 FLAIR 可同时显示新、旧病灶 (呈不同程度高信号), 且所显示慢性期病灶的数目与 DWI 相同 (2 例) 或更多 (1 例)。3 例 MRS 均可见乳酸 (Lac) 峰增高, 且不局限于 MRI 所显示的病灶内, 1 例较陈旧病灶可见氮-乙酰天门冬氨酸 (NAA) 峰降低。**结论:** MELAS 综合征具有较特异的 MRI 表现; MRS 提示病灶内和病灶外 Lac 峰增高, 结合高乳酸血症, 对该病早期确诊有重要价值。

【关键词】 MELAS 综合征; 扩散加权成像; 磁共振波谱; 乳酸

【中图分类号】 R747. 9; R445. 2 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2014)02-0149-06

MR imaging and MR spectroscopy features of MELAS and their clinical values YANG Xi-biao, XU Yan-ming, HE Du, et al. Department of Radiology/Huaxi MR Research Center (HMRR), West China Hospital of Sichuan University, Chengdu 610041, P. R. China

【Abstract】 Objective: To analyze the features of magnetic resonance imaging (MRI) and magnetic resonance spectroscopy (MRS) in patients with mitochondrial encephalomyopathy with lactic acidosis and stroke-like episodes (MELAS), and to explore the clinical value of MR for early diagnosis and differential diagnosis of MELAS. **Methods:** 24 cases of MELAS patients confirmed by clinical features and pathology via muscle biopsy were retrospectively reviewed. All of them underwent MRI (including T_1 WI with and without Gd-DTPA enhancement, T_2 WI, T_2 -FLAIR), and 3 of them also underwent MRS, 14 cases also MRA, 3 cases also DWI. A comprehensive analysis was performed on the multi-modal MRI data to summarize the common features, and to explore the correlation between imaging and pathology, the MR diagnostic value and the clinical pathway for differential diagnosis. **Results** In all 79 lesions were found cortical or subcortical patchy areas of hyperintense signal on T_2 WI and hypointense signal on T_1 WI, the majority of them located in the occipital lobe ($n=29$), the temporal lobe ($n=25$), or the parietal lobe ($n=16$), either unilaterally or bilaterally. The lesion did not coincide with the cerebral artery territory in 14 cases, and demonstrated hypervascularity (4 cases) on MRA. Follow up in 10 cases revealed a migrating pattern of the lesions (7 cases). DWI was more sensitive to new-onset lesions whose diffusion was restricted (3 cases); while T_2 -FLAIR could display both chronic and new-onset lesions which demonstrated different degrees of hyperintensity, and the number of chronic lesions displayed on T_2 -FLAIR was equal to (2 cases) or more than that of diffusion-restricted lesions on DWI (1 case). MRS revealed increased lactate peak (Lac) (3 cases) which was not limited within MRI-visible lesions, and nitrogen-acetyl aspartic acid (NAA) peaks (1 case) decreased in some old lesions. **Conclusion:** MELAS demonstrates characteristic imaging features. MRS-visible lactate peak within and outside lesions, together with lactic acidosis, helps to confirm the diagnosis.

作者单位: 610041 成都, 四川大学华西医院放射科/磁共振研究中心 (杨喜彪、月强、龚启勇), 神经内科 (徐严明), 病理科 (何度); 442013 湖北, 十堰市中医医院放射科 (杨静波)

作者简介: 杨喜彪 (1986-), 男, 安徽阜南人, 住院医师, 主要从事神经影像诊断工作。

通讯作者: 月强, E-mail: qiangmoon@gmail.com

【Key words】 MELAS; Diffusion weighted imaging; Magnetic resonance spectroscopy; Lactate

线粒体脑肌病(mitochondrial encephalomyopathy, ME)是一组少见的、以线粒体结构或功能异常为病理基础,以脑和肌肉系统受累为主要临床表现的疾病。线粒体脑肌病合并乳酸血症和卒中样发作(mitochondrial encephalomyopathy with lactic acidosis and stroke-like episodes, MELAS)综合征是 ME 中最常见的一种类型。MELAS 综合征的临床及影像学特征与脑梗死、脑炎、脱髓鞘病变、脑胶质瘤病有相似之处,易导致误诊。本文回顾性分析 MELAS 综合征的 MRI 表现,探讨 MRI 在该病早期诊断和鉴别诊断中的价值。

材料与方法

1. 临床资料

研究纳入我院神经内科 2008 年 1 月—2013 年 7 月收治的经临床表现、实验室检查、影像学检查和肌肉病理活检确诊的 MELAS 综合征患者 24 例,男 10 例,女 14 例,平均发病年龄 27.2 岁(9~53 岁)。急性起病者 20 例,慢性起病者 4 例。18 例行血浆乳酸检查,均出现不同程度高乳酸血症(2.4~9.9 mmol/L)。主要临床表现为肢体无力、运动耐力减低(18/24);智力下降(12/24);癫痫(15/24);视觉障碍(15/24);卒中样发作(11/24);听力障碍(6/24)。肌活检染色包括:苏木精-伊红(HE)染色、改良 Golgi-Cox(COX)染色和琥珀酸脱氢酶(SDH)染色。以病理片镜下见典型的破碎红纤维(RRF)及/或琥珀酸脱氢酶强反应性血管(SSV)而确诊(图 1)。本组中 10 例患者进行随访复查,时间 2 个月~3 年不等。

2. MRI 检查与后处理

24 例均行常规 MRI(T_1 WI 平扫及增强, T_2 WI, T_2 FLAIR), 14 例行 MRA, 3 例行 DWI, 3 例行 MRS。MRI 扫描采用 1.5T(以 Siemens Magnetom Avanto 为主)和/或 3.0T(以 Siemens Magnetom Trio Tim 为

主)超导型全身 MR 扫描仪和 8 通道相控阵线圈,扫描序列包括:SE T_1 WI(TR 300~500 ms, TE 8~12 ms); FSE T_2 WI(TR 2500~5000 ms, TE 90~102 ms); T_2 FLAIR(TR 8000~10000 ms, TE 84~104 ms, TI 2100~2500 ms, 层厚 5~7 mm, 层距 1.0 mm, 矩阵 256×256); DWI(TR 1528.6~3160 ms, TE 47~84 ms, b=0 和 1000 s/mm^2 , 层厚 5~6 mm, 层距 1 mm, 矩阵 192×192); MRA(TR 20~34 ms, TE 3.45~4.45 ms, 层厚 0.5~1.0 mm)。MRA 图像后处理:在后处理工作站进行 3D MPR,重建层厚以显示目标血管最佳为准,重建范围为 5~200mm,任意方向。增强扫描采用 SE T_1 WI(TR 300~500 ms, TE 8~12 ms)、Gd-DTPA(0.1 mmol/kg)静脉推注,扫描层厚 6.0 mm,层距 1 mm,视野 $20 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$,矩阵 256×256 。 ^1H -MRS 采用单层(2D)或多层(3D)多体素化学位移成像(chemical shift Imaging, CSI)技术,覆盖病灶所在的脑区和层面,扫描参数:视野 $16 \text{ cm} \times 16 \text{ cm}$,矩阵 16×16 ,点解析波谱(PRESS)序列(TR 2000 ms, TE 135 ms)。波谱数据通过波谱软件包进行自动后处理,位于 1.33 ppm 的倒置双峰被确认为乳酸(Lac)双峰。

MRI 图像由两位具有 10 年以上工作经验的神经影像科主治医师分别进行判读,当双方意见出现分歧时,由更高年资的神经影像科教授进行复核并确定最终诊断意见。影像判读的内容包括病灶位置、数目、信号强度(以正常皮质信号为参照)、周边改变、继发改变和随访变化, MRS 代谢物的改变等。

结 果

24 例 MELAS 综合征患者的常规 MRI 表现示病灶累及单一脑叶 2 例,累及多个脑叶 22 例,双侧脑叶受累情况:左侧脑叶病灶数目 vs 右侧脑叶病灶数目 = 40 个:39 个(图 2~6)。病灶分布于枕叶(左 14,右 15)、颞叶(左 12,右 13)、顶叶(左 9,右 7)和额叶(左

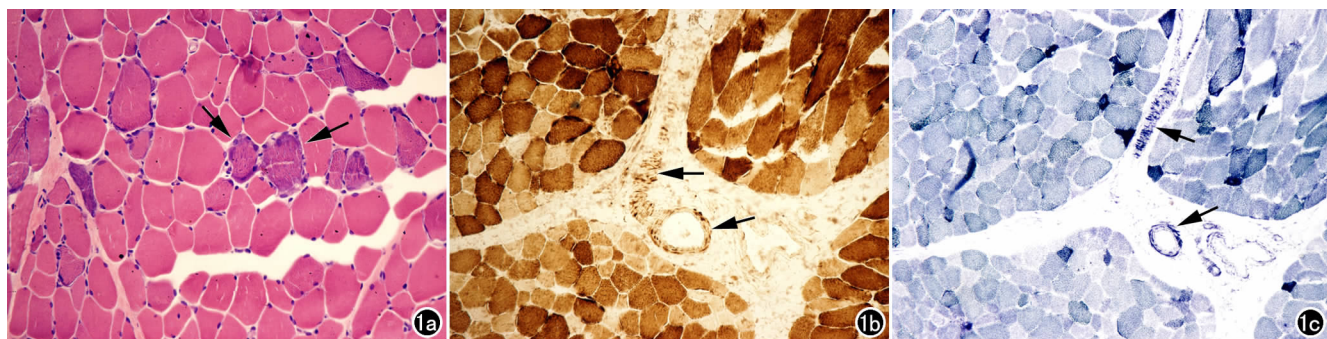


图 1 女,发病年龄 24 岁, MELAS 综合征,肌肉活检病理切片。a) HE 染色镜下示肌纤维大小不等,并可见散在 RRF($\times 200$, 箭); b) COX 染色镜下示浓染的 SSV($\times 100$, 箭); c) SDH 染色镜下示浓染的 SSV($\times 100$, 箭)。

5,右 4);小脑(2 例)、基底节区(1 例)也可见病灶;10 例(10/24,占 42%)可见病灶向皮质和皮质下白质蔓延,白质受累范围较小(图 6)。病灶在 T₁WI/T₂WI 平扫上表现为斑片状长 T₁、长 T₂ 信号(图 2a、b,图 6a、b);T₂FLAIR 上呈高信号(图 2c、e、f,图 3a,图 4,图 5a、图 6c),T₁WI 增强扫描 6 例出现少许脑回样强化(图 2b)。随访患者可见继发性改变,包括小脑萎缩、脑干变小 1 例,第四脑室扩大、颞角扩大 3 例(图 4d)。14 例行 MRA,4 例可见病灶内小血管增多、增粗(4/14,占 29%)(图 3b、c)。3 例行 DWI,均可见扩散受限所致异常高信号(图 5b),ADC 图上则为低信

号(图 5c),3 例 DWI 显示的病灶范围与 T₂FLAIR 基本一致,但其中 1 例患者 DWI 上显示的扩散受限病灶数目少于 T₂FLAIR。3 例行多体素 MRS 患者均可观察到位于 1.33 ppm、倒置的 Lac 双峰(图 2d,表 1)。对其中 2 例患者的随访发现,初次 MRI 检查上表现无明显异常信号(图 2c)而 MRS 上出现 Lac 峰(图 2d)的区域,复查时均出现常规 MRI 可见的病灶(图 2f)。胆碱(Cho)峰和肌酸(Cr)峰变化不明显,但其中 1 例患者的慢性期病灶出现 NAA 峰降低,NAA/Cr 倒置(表 1)。

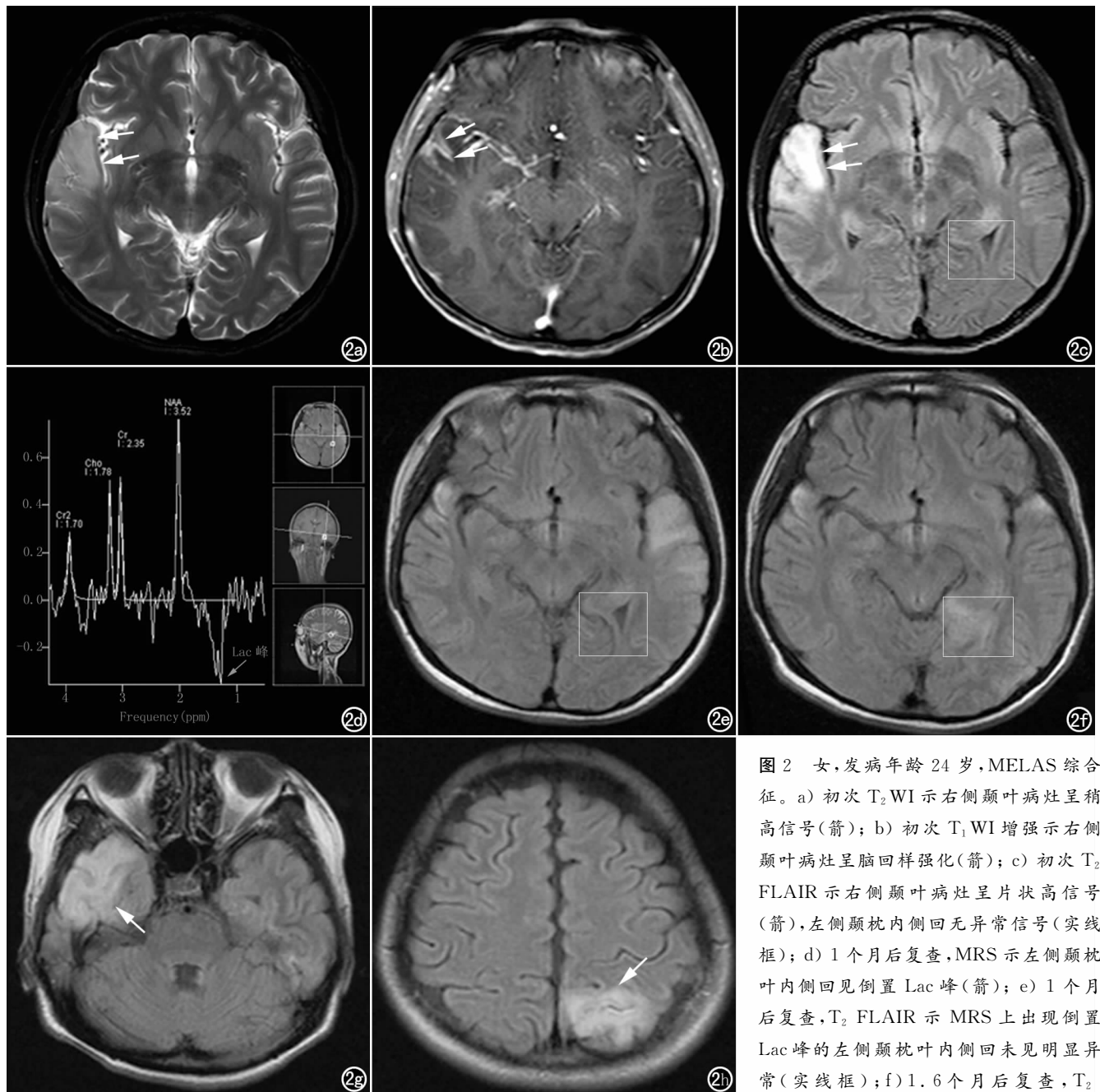


图 2 女,发病年龄 24 岁,MELAS 综合征。a) 初次 T₂WI 示右侧颞叶病灶呈稍高信号(箭); b) 初次 T₁WI 增强示右侧颞叶病灶呈脑回样强化(箭); c) 初次 T₂FLAIR 示右侧颞叶病灶呈片状高信号(箭),左侧颞枕内侧回无异常信号(实线框); d) 1 个月后复查,MRS 示左侧颞枕叶内侧回见倒置 Lac 峰(箭); e) 1 个月后复查,T₂FLAIR 示 MRS 上出现倒置 Lac 峰的左侧颞枕叶内侧回未见明显异常(实线框); f) 1.6 个月后复查,T₂

FLAIR 示左侧颞枕叶内侧回见明显高信号影(实线框); g) 2 个月后复查,T₂FLAIR 示有病灶游走到右侧颞极(箭); h) 3 个月后复查,T₂FLAIR 示有病灶游走到左侧顶叶(箭)。

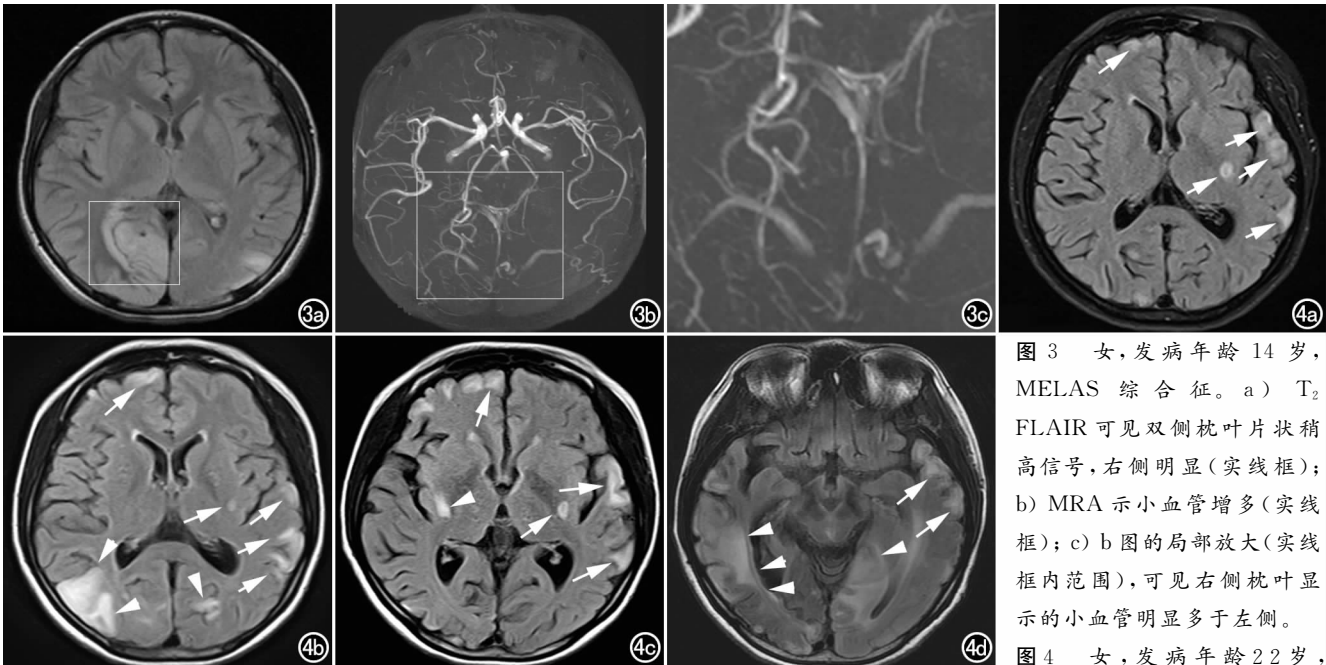


图3 女,发病年龄14岁,MELAS综合征。a) T₂ FLAIR可见双侧枕叶片状稍高信号,右侧明显(实线框);b) MRA示小血管增多(实线框);c) b图的局部放大(实线框内范围),可见右侧枕叶显示的小血管明显多于左侧。

图4 女,发病年龄22岁,

MELAS综合征,随访时间一年。a) T₂ FLAIR示发病初颅内多发片状高信号(箭);b) 2个月复查,T₂ FLAIR病灶游走增多(箭头),且有陈旧病灶(箭);c) 5个月复查,T₂ FLAIR示游走病灶(箭头)与陈旧病灶(箭)共存;d) 1年后复查,T₂ FLAIR复查可见脑实质明显萎缩,游走病灶(箭头)与陈旧病灶(箭)共存。

表1 3例 MELAS 综合征的 MRS 分析

编号	峰值面积积分			峰值面积比		Lac 双峰 (阴/阳性)
	Cho	Cr	NAA	Cho/Cr	NAA/Cr	
1	0.965	1.40	2.37	0.689	1.693	阳性
2	2.37	1.55	3.51	1.529	2.641	阳性
3	1.19	1.45	1.09	0.821	0.752	阳性

10例随访患者中,7例出现病灶游走现象(即新的病灶出现在之前MRI检查正常的脑叶内),其中既向同侧游走又向对侧游走者5例,仅向对侧游走者2例,7例中4例的游走新病灶较原发灶范围更广;3例出现脑萎缩、颞角开大(图4),其中1例脑萎缩患者的原发病灶一直存在(随访时间1年)。

讨 论

线粒体经呼吸链传导系统产生ATP,是人体能量的主要来源。因线粒体基因或细胞核基因突变导致线粒体结构和功能异常所致的疾病,称线粒体病。病变以侵犯骨骼肌及中枢神经系统脑疾病为主时,称为线粒体脑肌病(ME)。MELAS综合征是ME分型中的一种,此类患者细胞中的ATP产生相对减少^[1],而细胞内外物质的交换,需要消耗大量ATP,ATP的生成减少,使细胞内外的离子交换受阻,打破细胞内外环境的平衡,破坏细胞膜的稳定性^[2],另外ATP生成减少,使无氧呼吸加强,由此产生的乳酸等代谢物大量积累,进一步导致细胞毒性水肿及血管源性水肿,从而使线粒体功能进一步受到影响,使细胞对代谢物的运输、清除能力降低,而过多代谢物的积累进一步加重了线

粒体功能的异常,从而形成恶性循环,破坏血脑屏障通透性,最终导致病灶范围扩大,脑实质水肿。

MELAS综合征的脑内病灶可单发或多发散在,多呈不对称分布,双侧脑叶发病概率基本相同,本组病例发病区域主要位于枕叶、颞叶,其次为顶叶、额叶为主的皮质及皮质下白质。小脑、基底节也可受累,表现为第四脑室扩大,小脑脑沟加深,颞角扩大。病变以皮质受累为主,并呈现由皮质向皮质下白质蔓延的趋势^[3],另外病灶范围与脑供血动脉分布区不一致^[4],是MEALS综合征的两个重要特征。由于皮质对氧的需求量大,对线粒体功能异常相对白质更敏感,当出现皮质下白质受累时,患者病情多较重,皮质受累范围多较广,且多伴有轻度脑实质水肿。本组发作期卒中样病灶为长T₁、长T₂信号,DWI、T₂ FLAIR上呈高信号,表明血管源性水肿与细胞毒性水肿均参与了病灶的形成;增强扫描病灶可出现少许脑回样强化,是由于血脑屏障通透性增加所致;MRA可见病灶内血管增粗、增生,但未见大动脉狭窄或闭塞,且病灶跨越特定动脉血供分布区,这些特点均表明病灶有别于血管闭塞引起的梗塞灶^[5]。本组病例上述表现均与既往报道相符。

MELAS综合征可反复发作,多次MRI检查可见病灶具有游走性、多变性,这是其有别于其他疾病的另一重要影像学特点。笔者通过本组中10例随访患者的复查资料发现,MELAS病灶区呈游走性、多变性特点,原病灶区多数会出现影像学减轻表现,但病灶多可短期内一直存在,亦可长期存在,或再次加重。游走的

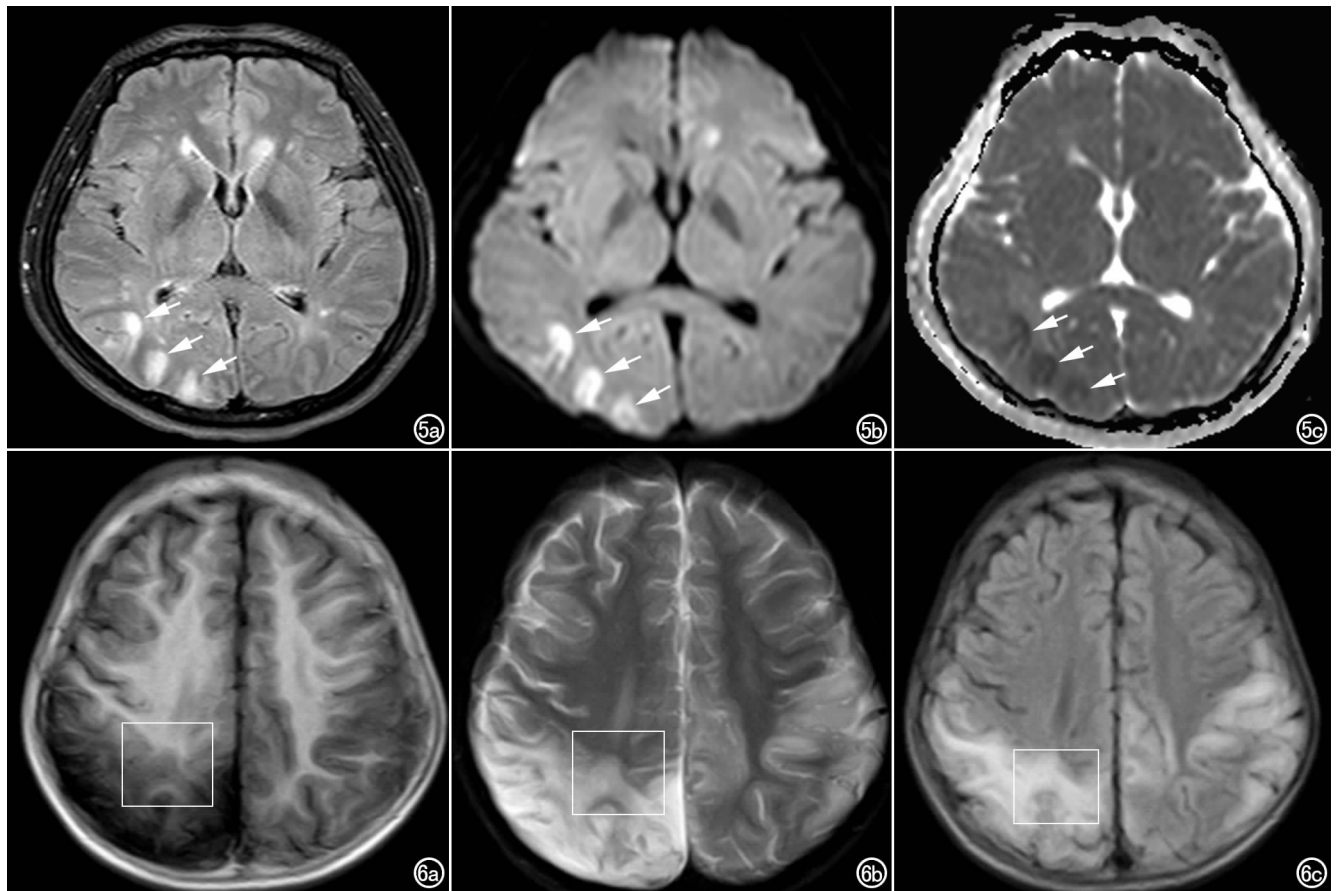


图 5 女,发病年龄 27 岁,MELAS 综合征。a) T_2 FLAIR 示右侧枕叶片状高信号(箭); b) DWI 示右侧枕叶片状高信号(箭); c) ADC 示右侧枕叶片状低信号(箭)。图 6 MELAS 综合征。MRI 示双侧顶叶片状异常长 T_1 , 长 T_2 信号影,右侧顶叶病灶向白质蔓延(实线框)。a) T_1 WI; b) T_2 WI; c) T_2 FLAIR。

病灶多倾向于游走到对侧,可较原病灶区范围大,累及范围广的区域可有少许白质受累,可呈脱髓鞘样改变。这些表现均与既往文献^[6-7]报道一致。对于反复发作、病程较长的患者,可出现反复发作病灶区脑皮质萎缩,脑室系统扩大,局部蛛网膜下腔增宽,病变范围较大且深部脑白质受累者,病灶范围多较广,出现多脑叶受累。

DWI 是公认的诊断急性甚至超急性期脑梗塞的有效方法。对于 MELAS 综合征的卒中样病灶,文献报道 DWI 同样比常规 MRI 平扫及增强扫描更敏感^[8]。但是,DWI 无法鉴别卒中样病灶与真正的梗塞灶;而且本研究表明 DWI 对较陈旧、无明显扩散异常的病灶的显示不如 T_2 FLAIR。通常 DWI 对细胞毒性水肿显示较好,而 T_2 FLAIR 对血管源性水肿显示较好。MELAS 综合征的病灶内血管源性水肿及细胞毒性水肿常同时存在;急性期、亚急性期以细胞毒性水肿为主,故 DWI 对新发病灶敏感,对病灶边界显示清晰;而亚急性期后期和慢性期(如本组病例就诊时大部分已达此时期)病变或进一步加重而出现软化趋势(DWI 上扩散无受限甚至加快),或趋向好转而使细胞

毒性水肿逐渐消除,此时病变以血管源性水肿为主,故此时 T_2 FLAIR 显示的病灶数目较 DWI 多,边界较 DWI 更清晰,尤其是对旧病灶的复查较 DWI 更佳,但二者显示范围无明显差异。

^1H -MRS 上出现 Lac 峰可以作为 ME 早期诊断的一个特征性依据。对 ME 的诊断, ^1H -MRS 被证明是较 DWI 更敏感的一种检查方法^[9-10]。在 DWI 上尚未出现高信号的部位,可以在 ^1H -MRS 上发现 Lac 峰^[5]。本研究发现 2 例患者常规 MRI 相对正常的脑组织内出现倒置的 Lac 峰双峰,而常规 T_2 FLAIR、DWI 等序列上均未见异常;分别在 1 个月、2 个月随访,相应部位出现 T_2 FLAIR 高信号,这一发现支持既往研究^[4]的观点。由于本研究采用多体素 ^1H -MRS,扫描范围覆盖病灶及病灶周围、病灶对侧脑组织,因而为发作期卒中样病灶与梗塞灶的鉴别提供了重要依据,即:尽管脑梗塞病灶和 MELAS 的卒中样病灶均可发现 Lac 增高,后者还可在远离病灶、常规 MRI 上无异常发现的区域甚至对侧脑组织出现 Lac 的增高。此外,本研究还发现 1 例患者慢性期病灶内出现 NAA 明显降低。NAA 主要位于神经元内,是神经元的标

志物。MELAS 患者反复卒中样发作可出现 NAA 的减少^[11],表明神经元受到损伤,甚至发生数目减少。因此 NAA 的改变可作为衡量神经元是否损伤的标志,并可能与预后相关。既往已有一些学者用 MRS 对 MELAS 综合征患者进行随访及治疗评价,发现 MRS 能较早预测 MELAS 的转归及疗效的评价^[12]。

MELAS 综合征主要需要和脑炎、脑梗塞、脑胶质瘤病、脱髓鞘病变鉴别。病毒性脑炎主要表现为脑实质长 T_1 、长 T_2 信号,分布于单侧或双侧颞叶、额叶、海马及边缘系统,虽然在影像上易与 MELAS 综合征和脑梗塞混淆,但其临床表现明显不同,脑炎多有头痛、发热、脑膜刺激症等,脑脊液检查可提示蛋白和细胞量增多。脑梗塞多见于老年患者,青年患者多有血管炎的基础,病灶区对应的供血动脉多有狭窄或闭塞。脑梗塞在 T_1 WI、 T_2 WI 和 DWI 上的信号可同 MELAS 综合征的改变完全一致,但后者的病变范围不按脑供血动脉范围分布,且脑血管无闭塞或狭窄征象;病灶以灰质为主,白质受累较少,病灶呈灰质向白质蔓延趋势;在病灶内部和远离病灶的部位可见到 Lac 峰,这些特点均与脑梗塞不同。胶质瘤为脑实质内占位病变,有不同程度占位效应,瘤周边水肿比较明显,增强后瘤体可强化,病灶以白质受累为主。脱髓鞘病变如多发性硬化化为中老年起病,起病缓慢,病灶散在,范围较小,常以双侧基底节区及皮质下白质病变为主。

参考文献:

- [1] Lindroos MM, Borra RJ, Parkkola R, et al. Cerebral oxygen and glucose metabolism in patients with mitochondrial m. 3243A>G mutation[J]. Brain, 2009, 132(Pt 12): 3274-3284.
- [2] Iizuka T, Saksi F, Ide T, et al. Regional cerebral blood flow and cerebrovascular reactivity during chronic stage of stroke-like episodes in MELAS-implication of neurovascular cellular mechanism

[J]. J Neurol Sci, 2007, 257(1-2): 126-138.

- [3] Sheerin F, Pretorius PM, Briley D, et al. Differential diagnosis of restricted diffusion confined to the cerebral cortex[J]. Clin Radiol, 2008, 63(11): 1245-1253.
- [4] Abe K, Yoshimura H, Tanaka H, et al. Comparison of conventional and diffusion-weighted MRI and proton MR spectroscopy in patients with mitochondrial encephalomyopathy, lactic acidosis, and stroke-like events[J]. Neuroradiology, 2004, 46(2): 113-117.
- [5] Ikawa M, Yoneda M, Muramatsu T, et al. Detection of preclinically latent hyperperfusion due to stroke-like episodes by arterial spin-labeling perfusion MRI in MELAS patients[J]. Mitochondrion, 2013, 13(6): 676-680.
- [6] 邱峰, 钱海蓉, 姚生, 等. MELAS 综合征和 Leigh 病患者的影像学观察[J]. 脑与神经疾病杂志, 2010, 18(5): 373-377.
- [7] 王海燕, 戚晓昆, 姚生, 等. MELAS 综合征和 Leigh 病患者临床对比[J]. 中国神经免疫学和神经病学杂志, 2010, 17(1): 55-59.
- [8] Betts J, Jaros E, Perry RH, et al. Molecular neuropathology of MELAS: level of heteroplasmy in individual neurones and evidence of extensive vascular involvement[J]. Neuropathol Appl Neurobiol, 2006, 32(4): 359-373.
- [9] Salviati L, Freehauf C, Sacconi S, et al. Novel SURF1 mutation in a child with subacute encephalopathy and without the radiological features of Leigh syndrome [J]. Am J Med Genet A, 2004, 128(2): 195-198.
- [10] Cakmakci H, Pekcevik Y, Yis U, et al. Diagnostic value of proton MR spectroscopy and diffusion-weighted MR imaging in childhood inherited neurometabolic brain diseases and review of the literature[J]. Eur J Radiol, 2010, 74(3): e161-e171.
- [11] Kubota M, Sakakihara Y, Mori M, et al. Beneficial effect of L-arginine for stroke-like episode in MELAS[J]. Brain Dev, 2004, 26(7): 481-483.
- [12] Mitani T, Aida N, Tomiyasu M, et al. Transient ischemic attack-like episodes without stroke-like lesions in MELAS[J]. Pediatr Radiol, 2013, 43(10): 1400-1403.

(收稿日期: 2013-08-29 修回日期: 2013-09-29)

下期要目

单纯疱疹病毒性脑炎的 CT 及 MRI 表现
应用 80kVp 低管电压前瞻性冠状动脉 CTA 探讨
支气管内错构瘤的 CT 诊断及误诊分析
钙化在甲状腺结节 MSCT 诊断中的临床价值
多 b 值 DWI 指数模型对胰腺肿瘤鉴别诊断价值
儿童头颈部横纹肌肉瘤的影像表现

脊髓血管畸形: MRI 和 CE-MRA 的诊断价值
128 层螺旋 CT 血管成像在主动脉粥样硬化性溃疡中的应用
Care Bolus 技术在肝癌 Gd-EOB-DTPAMRI 动态增强中的应用
动脉自旋标记与动态对比增强 MRI 脊柱骨髓灌注成像
对照研究