

# EPI 序列在颅脑创伤中的应用

• 综述 •

昌仁民 林曰增 邱士军 综述 张雪林 审校

【中图分类号】R445.2; R651.1<sup>+</sup>5 【文献标识码】A 【文章编号】1009-0313(2003)06-0457-02

颅脑快速自旋回波(fast spin echo, FSE)应用较为广泛,其成像速度仅需 2~5min。但 FSE 对运动伪影比较敏感,特别是对不合作患者或婴幼儿。单次激发脉冲序列被称为“超快速成像”,它能在更短的时间内获得高质量 T<sub>2</sub>WI。这些序列包括平面回波成像(echo planar imaging, EPI)和半傅立叶采集单次激发快速自旋回波(half-Fourier acquisition single shot turbo-SE, HASTE)。EPI 扫描需 20~300ms,而 HASTE 则需 320~2000ms<sup>[1]</sup>。因 HASTE 序列主要应用于腹部<sup>1,2</sup>,本文主要讨论 EPI。

EPI 已在临床应用和科学研究中得到了飞速的发展,如弥散和灌注成像、脑皮层功能成像,应用于头、腹和心脏等。尤其在超急性脑卒中的诊断和指导其溶栓治疗方法发挥了很大作用<sup>[3]</sup>。下面就 EPI 的成像原理以及在颅脑创伤中的应用及其优缺点作一综述。

## EPI 的成像原理

EPI 技术是目前磁共振领域最快的成像方法,它与传统 SE 序列有本质区别。常规 SE 序列傅立叶图像在每个成像周期都要施加一次相位编码梯度,如果成像周期含有 128 行(128×256)的矩阵,那么成像周期必须多次反复,从一个周期到下一个周期相位编码梯度至少改变 128 次,读出梯度(频率编码)采用的是连续梯度场,场强从一个周期到下一个周期无改变。而 EPI 采用一系列窄梯度脉冲和快速切换的读出梯度取代相位编码和连续读出梯度来对 K 空间全部信息进行编码,只需一次射频激励便可迅速获得整个平面成像的原始数据,从而缩短成像时间。读出梯度场由一串连续变换方向的梯度场组成,对每个梯度场分别进行相位编码,使 64~128 次相位编码线能够在 30~130ms 内完成采集,从而完成对 K 空间原始数据的填充。磁共振成像时间可用下列公式来表示:

$$T = TR \times N_y \times NA$$

T 为成像时间,TR 为重复时间, N<sub>y</sub> 为空间的相位编码线数,NA 为采集次数。

而单次激发 EPI 采用在一次射频脉冲后施加一连串梯度回波来得到整个成像平面 K 空间的原始数据。EPI 进行增加成像的时间分辨率,由于单次激发平面回波受到组织 T<sub>2</sub> 衰减的时间限制(一般为 120ms),因此单次激发的回波链数量受到限制(如果 TR 时间为 0.8ms),一般为 128 个。因此,图像的空间分辨率较低。

针对不合作患者,EPI 是一种非常快速的检查方法,对诊断有重要价值。EPI 是通过读出方向(频率编码)的一连串梯度反转来获得的梯度回波,因此对由于磁场不均匀而引起的磁感应

性伪影非常敏感,图像上表现为颅底或鼻窦含气空腔与脑质交界处的图像的变形<sup>[4]</sup>。

## EPI 在颅脑创伤中应用

### 1. 弥漫性轴索损伤

弥漫性轴索损伤(diffusion axonal injury, DAI)是原发性脑损伤的一种,损伤部位主要位于脑的中轴部位,严重者胼胝体、脑干亦受损。其发生机制为头部加速度运动损伤引起,尤其是角加速度运动时脑组织易受剪切力作用发生应变,使神经轴索和血管折曲损伤。早期(数小时至数天)病理基础为受伤部位出血和水肿,轴索发生弥漫性扭曲、肿胀、断裂,轴浆外溢等<sup>[5]</sup>。

DAI 的 MRI 表现:①弥漫性脑肿胀或部分脑叶肿胀,灰白质分界不清。②皮层下、半卵圆中心、基底节、胼胝体、脑干或小脑等部位多发性散在片状或小类圆形 T<sub>2</sub>WI 高信号、T<sub>1</sub>WI 低信号(图 1)。③在上述基础上可见到脑实质、胼胝体、脑干等处散在点、片状出血。急性期出血,由于顺磁性脱氧血红蛋白的存在,EPI 序列表现为低信号;亚急性期出血在 EPI 序列表现为较邻近组织更高的信号。④合并症:包括硬膜下或硬膜外血肿、硬膜下积液、蛛网膜下腔出血、颅骨骨折、脑疝表现等<sup>[5-7]</sup>。

### 2. 小脑幕裂孔疝

小脑幕裂孔疝(hernia of tentorium cerebelli fissure)是由于颅内压增高后压力不平衡,颅内各腔室间产生压力梯度,部分脑组织可从压力较高处经过小脑幕裂孔向压力低处推移。脑血管疾病、外伤或肿瘤等颅内占位性疾病及各种原因所致的脑水肿、急性脑肿胀等引起的颅内高压危象,均可形成小脑幕裂孔疝压迫脑干,伤残率、病死率高。临床出现附近脑干压迫表现,即意识障碍,生命体征变化,瞳孔改变和肢体运动、感觉障碍等一系列变化<sup>[8]</sup>。

EPI 冠状位像最适合观察小脑幕裂孔疝,正常颞叶组织位于幕上,当单侧颅内压增高时,病变侧脑池及脑沟狭窄或消失,幕上脑组织和脑干通过小脑幕孔延伸至幕下,脑干受压向对侧移位,同侧环池增宽,对侧环池狭窄甚至消失。双侧颅内压增高时,脑干下移,环池狭窄甚至闭塞。EPI 具有三维成像的优点,能对小脑幕裂孔疝做出准确诊断。

小脑幕裂孔疝要注意与 DAI 鉴别。后者表现为脑干和小脑脚部位可有小的点片状出血,无中线结构移位。

### 3. 创伤性脑梗死

创伤性脑梗死(traumatic cerebral infarction)是颅脑外伤较为少见的合并症,约占颅脑损伤的 1.9%。随着 CT、MRI 等检查手段的广泛应用,该病的阳性率日益增多。该病病死率、致残率高,国外文献报道其病死率为 68%<sup>[9]</sup>。

创伤性脑梗死的发病机制并不十分清楚,可以归纳为 3 类可能的机制:①来自血管外的因素,如脑疝所致的血管压迫,外

作者单位:510515 广州,第一军医大学南方医院影像中心  
作者简介:昌仁民(1956-),男,湖南人,副主任技师,主要从事 MRI 新技术研究。

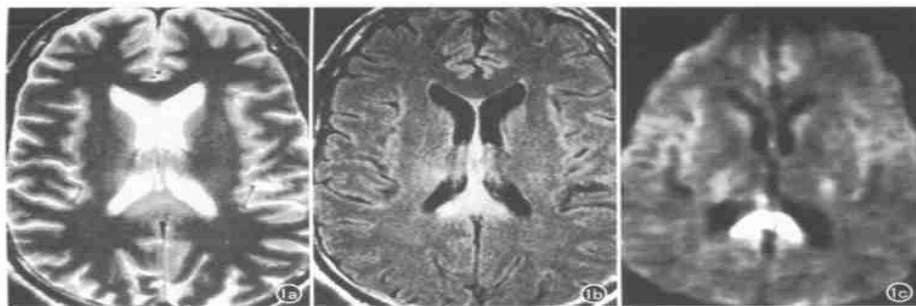


图1 头颅外伤。a) 横断快速SE T<sub>2</sub>WI; b) FLAIR 成像, 均显示DAI的征象, 胼胝体压部示高信号影; c) EPI像, 亦示胼胝体压部的高信号影, 影像更加突出。

伤性血管痉挛等; ②来自血管内的因素, 如头部外伤致血管内膜撕裂或夹层动脉瘤形成, 血栓形成等; ③特殊部位及年龄的解剖特点, 如小儿缺乏侧支循环, 颅骨弹性好, 易损伤穿支动脉致基底节区腔隙性脑梗死。

外伤性脑梗死好发于基底节区的大动脉深穿支。因该处血管成直角或接近直角发出, 外伤时在剪切力作用下, 血管壁易受损, 形成梗死, 基底节区脑梗死的发生可能与脑深穿支缺少侧支循环及基底节本身血液供应较差有关。另外, 大脑后动脉自基底动脉发出后从小脑幕裂孔边缘穿至幕上, 供应枕叶脑组织, 当幕上占位颅内压增高致小脑幕裂孔疝时, 疝出的脑组织将大脑后动脉压迫在小脑幕切迹上或使之被牵拉长, 引起其供应区脑组织缺血, 形成枕叶脑梗死。脑疝致大脑后动脉梗死发生率为9%。也可见大脑中动脉或颈内动脉闭塞<sup>[10, 11]</sup>。目前创伤性脑梗死的诊断主要靠CT或MRI。

EPI显示上述好发梗死部位的高信号区, 无或有轻微占位效应, 与血管供血范围一致。大脑中动脉或颈内动脉闭塞时, 高信号区范围较大。也可同时显示其他方面的脑创伤改变。

#### EPI在颅脑创伤应用中的优势

MRI对颅脑创伤的诊断价值明显优于CT, 尤其是对于脑实质内小病灶或脑干、小脑、胼胝体等部位病灶的观察。但MRI常规扫描序列检查时间长, 不能保证检查的安全性, 颅脑创伤患者检查时往往不配合, 即使使用镇静剂, 多数患者也会出现不同程度的运动伪影, 重者影响诊断甚至检查失败。另外, EPI对脑出血的超早期诊断优于常规MRI扫描。

EPI序列单次激发即可完成图像采集, 扫描速度快, 检查安全可靠, 运动伪影少。研究表明EPI对脑内大多数的原发病灶及主要的并发症均能显示, 在患者不配合或病情不允许长时间扫描的情况下, EPI可替代常规序列进行检查。EPI用于重症颅脑急诊患者, 除了改善图像质量外, 更重要的是为患者的救治争取了时间<sup>[5, 7]</sup>。

#### EPI在颅脑创伤应用中的缺点

EPI的矩阵为128×128, 低于常规FSE、SE序列(矩阵

256×256), 因此分辨率较低, 同时EPI序列的对比度也明显低于FSE序列。由于对比度及分辨率较低, 加之部分容积效应的影响, 因此EPI在显示小病灶方面不如常规扫描, 由于颅底磁敏感伪影的存在, 脑底部解剖结构可发生变形扭曲, 不利于对颅底病灶的显示, 部分患者可能产生假阳性病灶。EPI的亚急性出血灶与周围病变往往难以分辨, 不如SE序列显示清楚。因此, EPI目前尚不能完全代替常规扫描序列, 对于病情稳定、检查配合的个别患者, 应采用常

规扫描<sup>[5, 7]</sup>。

由于MR扫描过程中难以对检查中危重患者的病情进行观察, 检查中容易出现危险, 加之许多急救设备不能接近MR机器等原因, 使得使用铁磁性生命支持器械的颅脑急诊患者不宜首选MR检查, 而应首选CT检查。

#### 参考文献

- Ge Y, Korogi Y, Sugahara T, et al. Comparison between EPI and HASTE for ultrafast MR imaging of the human brain[J]. *Neuroradiology*, 2001, 43(12): 1046-1055.
- 李贻卓, 林日增. HASTE序列在MR液体成像中的临床应用[J]. *实用放射学杂志*, 2002, 18(9): 811-813.
- Poustchi-Amin M, Mirowski SA, Brown JJ, et al. Principles and applications of echo-planar imaging: a review for the general radiologist[J]. *Radiographics*, 2001, 21(3): 767-779.
- 韩鸿宾, 谢敬霞. MR平面回波快速成像技术与常规MRI的比较研究[J]. *中国医学影像技术*, 2000, 16(5): 414-417.
- 王振福, 李振之, 李振敏, 等. MRI常规扫描序列与EPI序列对弥漫性轴索损伤诊断的对比研究[J]. *医学影像学杂志*, 2000, 10(4): 229-223.
- Wiesmann M, Mayer TE, Yousry I, et al. Detection of hyperacute parenchymal hemorrhage of the brain using echo-planar T<sub>2</sub>\*-weighted and diffusion-weighted MRI[J]. *Eur Radiol*, 2001, 11(5): 849-853.
- 李国英, 郁冰冰, 申兰泰, 等. 磁共振EPI在颅脑急诊检查中的应用[J]. *医学影像学杂志*, 2001, 11(1): 62-63.
- 巩若箴, 刘实, 周存升. 小脑幕裂孔疝[J]. *中国医学影像技术*, 1997, 13(3): 275-276.
- Server A, Dullenud R, Haakonsen M, et al. Post-traumatic cerebral infarction. Neuroimaging findings, etiology and outcome[J]. *Acta Radiol*, 2001, 42(3): 254-260.
- Bunai Y, Nagai A, Nakamura I, et al. Posttraumatic thrombosis of the middle cerebral artery[J]. *Am J Forensic Med Pathol*, 2001, 22(3): 299-302.
- Pittcock SJ, Moroney JT, Alexander M, et al. Traumatic bilateral carotid dissection with concomitant cerebral infarction[J]. *J Emerg Med*, 2001, 20(1): 33-38.

(2002-11-01 收稿 2003-01-01 修回)