

頭蓋内感染症の診断における single-shot EPI の 各種撮像法の応用経験

土屋一洋, 片瀬七朗, 吉野綾子, 山上哲央,
蜂屋順一

杏林大学医学部放射線医学教室

はじめに

頭蓋内感染症の診断における MRI の有用性は確立し、多くのものの所見が既に広く知られている。一方、本邦では EPI 対応の MR 機種が普及し、その臨床応用が進んでいる。日常臨床でしばしば経験されるように頭蓋内感染症症例では意識障害などで、通常の MRI の撮像に困難が伴うことが多く、EPI の高速性に期待されるところが大きい。しかし種々の頭蓋内感染症の MR 診断に EPI を用い、その実用的な意義をまとめた症例数で検討した報告は我々の知る範囲ではない。そこで本論文では、EPI、特に single-shot type のものの各種撮像法を実際の臨床症例に用い、従来の撮像法と比較した場合の有用性に関して検討を加えたので報告する。

対象と方法

対象は手術あるいは画像診断を含めた臨床所見から種々の頭蓋内感染症と診断された 17 例 (男 10 例, 女 7 例, 0~78 歳, 平均 42 歳) である。疾患の内訳は髄膜炎が 2 例 (ウイルス性, 細菌性各 1 例), 脳炎ないし髄膜炎が 7

例 (ウイルス性 4 例, 細菌性 3 例), 脳膿瘍が 5 例, 硬膜外蓄膿が 2 例, Creutzfeldt-Jakob 病が 1 例であった。

1.5 T 装置 (Magnetom Vision, Siemens) を用い、従来の T₂ 強調像 (TR/TE/加算回数 = 3000~4000/90~96/1) 並びに T₁ 強調像 (同 = 450~500/14/1~2, Gd-DTPA 0.1 mmol/kg による造影前後) と FLAIR 像 (TR/TE/TI/加算回数 = 6000~9000/119/2060~2200/1) を全例で撮像した。T₂ 強調像および FLAIR 像は高速 SE 並びに IR 法により、撮像マトリックスは 140~256×192~256 とした。これらに加え、造影前に spin-echo 型の single-shot EPI による T₂ 強調像 (8 例), FLAIR 像 (13 例), 更に拡散強調画像 (14 例) を撮像した。EPI T₂ 強調像は TE = 64~122 ms, 撮像マトリックス = 112~168×200~320, 撮像範囲 (FOV) = 193~245×210~245 mm, 1 スライスの撮像時間 = 102.4 ms (通常 15 枚での全撮像時間 = 2.93~4.59 s, 以下同様) で得た。EPI-FLAIR 像の撮像条件は TE = 70 ms, TI = 2551 ms, 撮像マトリックス = 128×200, FOV = 210~220×210~220 mm, 1 スライスの撮像時間 = 102.4 ms (5.17~6.62 s) とした。一方, EPI での拡散強調画像は TE = 123 ms, 撮像マ

キーワード brain, infection, MRI, echo-planar imaging, diffusion-weighted imaging

トリックス = 128 × 200, FOV = 210 ~ 240 × 210 ~ 240 mm, 1 スライス の撮像時間 = 102.4 ms (3.49 ~ 4.83 s) で得た. なお motion prob-

ing gradient (MPG) は頭尾方向に加え, b value は 1100 ~ 1192 s/mm² に設定した. なお b value を変えた設定で複数回の撮像を施行し

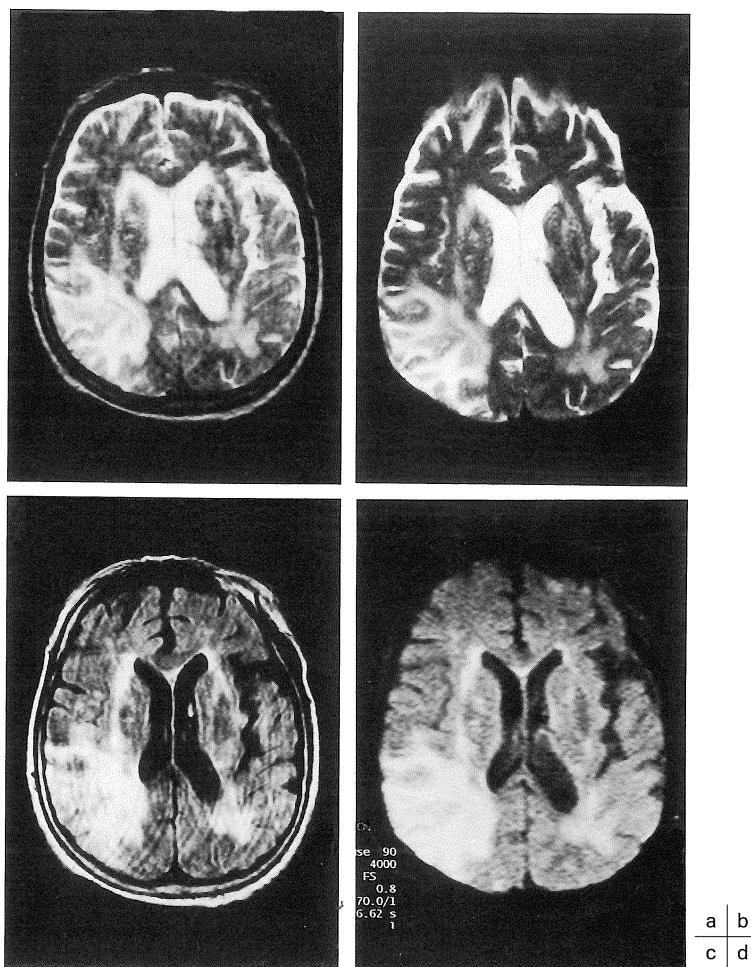


Fig. 1. A 77-year-old woman with encephalitis probably caused by herpes simplex virus (type 1).

- (a) T₂-weighted turbo spin-echo image degraded by patient motion barely shows hyperintense lesions in the bilateral parietooccipital regions. Multiple lacunar infarcts are also noted in the basal ganglia bilaterally.
- (b) EPI T₂-weighted image clearly shows the lesions. Anterior part of the image is distorted by susceptibility artifacts.
- (c) Turbo FLAIR image is also considerably degraded by patient motion artifact.
- (d) EPI FLAIR image well depicts the lesions.

1998年1月27日受理 1998年3月20日改訂

別刷請求先 〒181-8611 東京都三鷹市新川 6-20-2 杏林大学医学部放射線医学教室 土屋一洋

た症例数が少ないため本検討では apparent diffusion coefficient (ADC) の算出は行っていない。検討の対象としたのは横断像で、それらのスライス厚 (5 mm) と枚数並びにその位置は各撮像で共通とした。

EPI 画像の評価にあたっては、T₂ 強調像および FLAIR 像では従来の撮像法と EPI の画像での異常の検出能に重点を置き、各症例において、得られた画像全体での従来の撮像法と EPI での病変の正常部位とのコントラストの良否を視覚的に比較した。具体的には、撮像マトリックスの差異や EPI での磁化率アーチファクトの出現を考慮した上で、病変の描出の有無、正常部位とのコントラスト、EPI 画像で特異的に認められた所見の有無の 3 つの観点を総合して従来の撮像と EPI でいずれが勝ったかあるいは同等であったかを検討した。拡散強調画像については従来の各種撮像法と比較しての病変に特異的な所見の有無を検討した。実際の評価は 3 名の放射線科医が単独に行い、不一致が生じた場合は合議で最終判定を下した。

結 果

通常の撮像では髄膜炎の 1 症例で明らかな所見がなかった以外は、何らかの異常信号あるいは増強効果がみられた。EPI T₂ 強調像 (8 例) は体動のある患者や膿瘍被膜の低信号の描出において 3 例で従来の T₂ 強調像を上回ったが残りの 5 例では同等であった (Figs. 1, 2)。EPI-FLAIR 像 (13 例) は体動のあった 3 例で従来の FLAIR 像に勝ったが、8 例では同等、2 例ではむしろ劣った (Figs. 1, 3)。拡散強調画像 (14 例) では脳炎 (拡散強調画像を得た 7 例中 6 例) や膿瘍や蓄膿の内容 (拡散強調画像を得た 5 例中 4 例) が従来の撮像よりも明らかに広範囲に (脳炎)、又は従来の撮像ではみられない強い高信号を示した (Figs. 3, 4)。その他の 4 例 (髄膜炎 2 例、髄膜脳炎と硬膜外膿瘍の各 1 例) では特に拡散強調画像で付加された情報はなかった。なお頭尾方向に加えた MPG で神経線維の anisotropy による高信号と病変の異常信号に関しては識別に困難があった症例は経験しなかった。

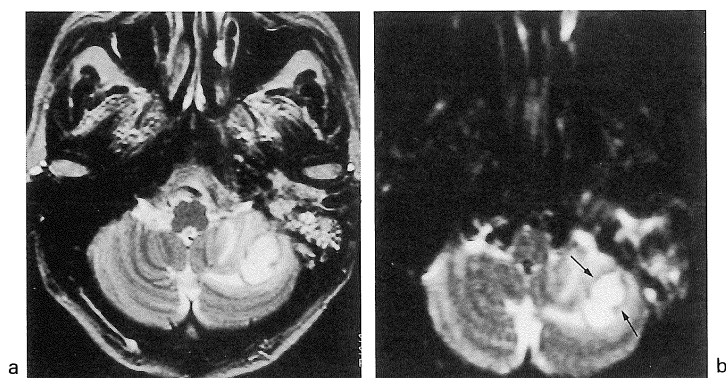


Fig. 2. A 78-year-old man with left cerebellar abscess secondary to otitis media.

(a) T₂-weighted turbo spin-echo image shows an abscess in the left cerebellar hemisphere.

(b) EPI T₂-weighted image shows a hypointense capsule that is slightly more conspicuous than on T₂-weighted turbo spin-echo image (arrows).

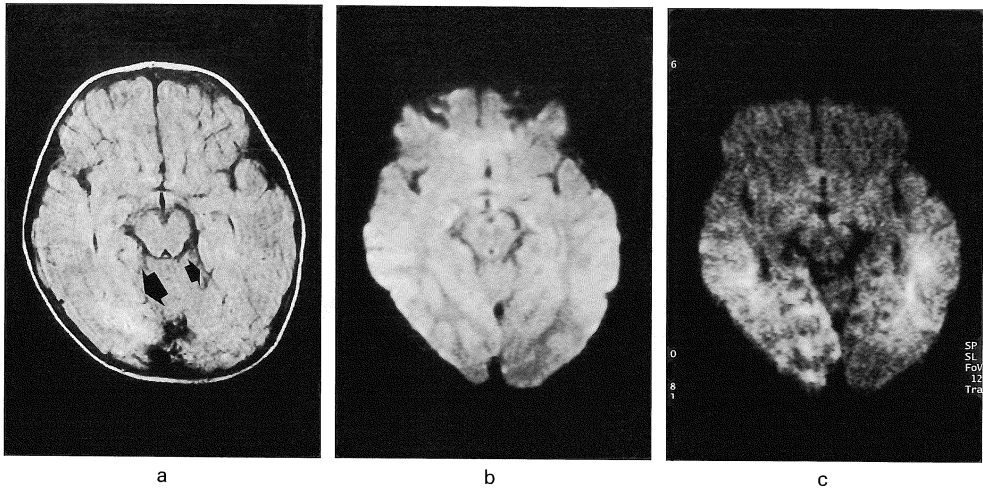


Fig. 3. A one-year-old girl with meningoencephalitis caused by *Hemophilus influenzae*.
(a) Turbo FLAIR image shows a hyperintense lesion in the right occipital lobe (large arrow). An equivocal lesion of hyperintensity is noted in the medial left occipital lobe (small arrow).
(b) EPI FLAIR image fails to demonstrate the lesions.
(c) EPI diffusion-weighted image shows apparent hyperintensity in the bilateral occipital lobes.

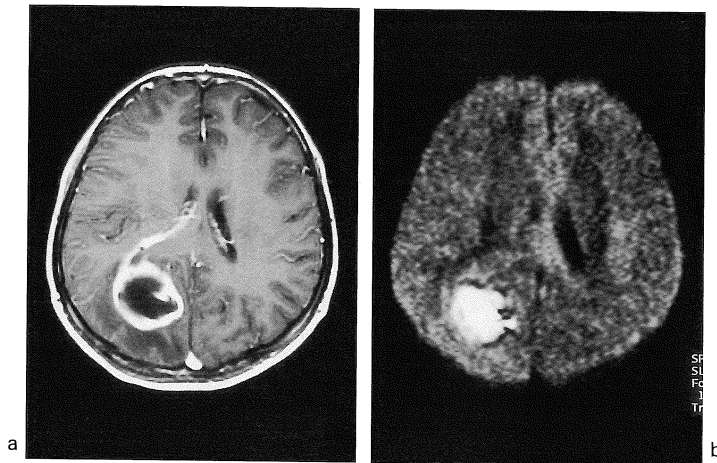


Fig. 4. A 14-year-old girl with brain abscess.
(a) Postcontrast T₁-weighted image shows an abscess in the right parietal lobe.
(b) EPI diffusion-weighted image shows obvious hyperintensity within the abscess. Note its capsule demonstrates marked hypointensity.

考 察

Single-shot EPI の最大の特性はその高速性である。本検討の最も大きなポイントは、前述のようにしばしば体動などで通常の撮像では十分な MR 画像の得られない感染症症例での EPI の寄与の有無を評価することであった。この点では T₂ 強調像や FLAIR 像に関してはかなりの症例で従来の撮像法に匹敵する程度の臨床上十分な情報が得られた。しかし、評価の上で重きを置かなかつたが空間分解能の差や磁化率アーチファクトなど、single-shot EPI において不可避な画像劣化の要素も考慮する必要がある。また最近では各種パラメータの設定で高速 SE 法による T₂ 強調像なども 1 分前後の短時間で取得可能となっている。更に、造影 T₁ 強調像が診断上不可欠といってよい髄膜炎や脳膿瘍などの病態で、従来の T₁ 強調像に相当する EPI 画像は特に single-shot type では TE の長さなどのパラメータ上の制約や上述の画像劣化の要因から現状ではいまだ一般的ではない。これらの理由から、通常の撮像が可能な症例で EPI がそれを置換するものにはなりがたいと思われる。また T₂ 強調像については病変のコントラストに大きな差がない場合が多かつたが、FLAIR 像ではこれが従来のものに比して劣るものもみられた。既に EPI での FLAIR 画像の感染症での有用性を指摘した記載もある¹⁾。今回採用した EPI-FLAIR のシーケンスは 1 種のみであり、TE や TI などの撮像パラメータの設定によるコントラストの差異を通常の FLAIR 像と比較して評価するといった改善の余地があると思われる。一方で T₂ 強調像では、マクロファージの産生する free radical に起因するとされる膿瘍の被膜の低信号²⁾が EPI でより明瞭であったものが経験された。これは single-shot EPI の磁化率変化への鋭敏性に起因するものと容易に推測され、類似の所見を示す glioblastoma などとの鑑別において EPI が有用である可能性を示唆している。

今回の検討では拡散強調画像で幾つかの点で興味ある所見が得られた。まず、脳炎病巣が、従来の撮像法では異常のみられない範囲を含んで顕著な高信号を呈して描出された。その機序として拡散強調画像の有用性が広く知られた虚血での cytotoxic edema^{3)~5)}も否定はできないが、病原体の直接的な作用に起因する energetic failure による細胞内の diffusion の低下などの可能性がある。よってこの高信号が、従来の方法では評価できない病勢などに関連することも推測され、今後検討する価値があるものと思われる。更には脳膿瘍の内部も従来の撮像法の画像ではみられない強い高信号を示した。この機序も今の段階では明確ではないが、既に同様の所見を報告した Ebisu ら⁶⁾も述べているように、壊死巣と膿の内部でのプロトンの挙動の差異が反映されているのかもしれない。いずれにせよ我々の経験あるいはこれまでの報告^{7),8)}では類似の画像所見を呈する glioma や転移性腫瘍において内部の壊死巣や嚢胞は低信号（高い ADC 値）となり、高信号を示すことは少ない。したがってこの点は鑑別診断で有用であることが考えられ、また膿瘍の病期の判定にも役立つ所見であることが考えられる。このようにいまだ不明な点があるが、幾つかの病態で有用性の示唆される拡散強調画像が短時間に確実に得られる点では、感染症での EPI は大きな意義を持つ可能性がある。

本検討は頭蓋内感染症全般を対象とし、全体としての症例数も少ない preliminary なものである。今後各病態ごとにより多くの症例で、また経時的变化なども含めてこれらの疾患群での各種 EPI の意義を更に評価していく予定である。

結 語

頭蓋内感染症の MR 診断において、EPI による T₂ 強調像や FLAIR 像は従来の撮像法に近い診断能を有し、また体動が問題となる症例

では有用な情報を提供しうる。一方、拡散強調画像は脳炎や脳膿瘍で、拡がりの診断や類似病変との鑑別の上で有用な所見をもたらすと考えられる。

文 献

- 1) Simonson T, Magnotta VA, Ehrhardt JC, Crosby DL, Fisher DJ, Yuh WTC : Echo-planar FLAIR imaging in evaluation of intracranial lesions. *RadioGraphics* 1996 ; 16 : 575-584
- 2) Haimes AB, Zimmerman RD, Morgello S, Weingarten K, Becker RD, Jennis R, Deck MDF : MR imaging of brain abscesses. *AJNR* 1989 ; 10 : 279-291
- 3) Warach S, Chien D, Li D, Ronthal M, Edelman RR : Fast magnetic resonance diffusion-weighted imaging of acute human stroke. *Neurology* 1992 ; 42 : 1717-1723
- 4) Sevick RJ, Kanda F, Mintorovitch J, Arieff AI, Kucharczyk J, Tsuruda JS, Norman D, Moseley ME : Cytotoxic brain edema : assessment with diffusion-weighted MR imaging. *Radiology* 1992 ; 185 : 687-690
- 5) Chien D, Kwong KK, Gress DR, Bounanno FS, Buxton RB, Rosen B : MR diffusion imaging of cerebral infarction in humans. *AJNR* 1992 ; 13 : 1097-1102
- 6) Ebisu T, Tanaka C, Umeda M, Kitamura M, Naruse S, Higuchi T, Ueda S, Sato H : Discrimination of brain abscess from necrotic or cystic tumors by diffusion-weighted echo planar imaging. *Magn Reson Med* 1996 ; 14 : 1113-1116
- 7) Le Bihan D, Turner R, Douek P, Patronas N : Diffusion MR imaging : clinical applications. *AJR* 1992 ; 159 : 591-599
- 8) Tien RD, Feisberg GJ, Friedman H, Brown M, MacFall J : MR imaging of high-grade cerebral gliomas : value of diffusion-weighted echo planar pulse sequence. *AJR* 1994 ; 162 : 671-677

Single-shot Echo-planar MR Sequences in the Diagnosis of Intracranial Infectious Diseases

Kazuhiro TSUCHIYA, Shichiro KATASE, Ayako YOSHINO,
Norio YAMAKAMI, Junichi HACHIYA

*Department of Radiology, Kyorin University School of Medicine
6-20-2, Shinkawa, Mitaka, Tokyo 181-8611*

The purpose of this study was to present our preliminary experience in the application of echo-planar-imaging (EPI) MR sequences for the diagnosis of intracranial infectious diseases and to assess the value of these sequences. We reviewed single-shot EPI MR images obtained at 1.5 T in 17 patients and compared these images with conventional or fast spin-echo (SE) or fluid attenuated inversion-recovery (FLAIR) images. The clinical diagnoses for the 17 patients were meningitis (2 patients), encephalitis or meningoencephalitis (7 patients), brain abscess (5 patients), epidural empyema (2 patients) and Creutzfeldt-Jakob disease (1 patient). We obtained EPI-T₂-weighted (T₂W) images in 8 patients, EPI-FLAIR images in 13 patients and EPI-diffusion-weighted (DW) images in 14 patients.

Among the 8 patients for whom EPI-T₂W imaging was performed, EPI-T₂W imaging yielded superior results compared with SE-T₂W imaging in 3 patients as a consequence of patient motion and equal results compared with SE-T₂W imaging in 5 patients. Among the 13 patients for whom EPI-FLAIR imaging was performed, the EPI-FLAIR images were superior to conventional FLAIR images in 3 unstable patients. In the remaining 10 patients for whom EPI-FLAIR imaging was performed, EPI-FLAIR images were equivalent or inferior to conventional FLAIR images. In 6 patients with encephalitis or meningoencephalitis, the encephalitic lesions showed hyperintensity in EPI-DW images to a greater extent than in images obtained with the other techniques. In 3 patients, EPI-DW images also demonstrated hyperintensity for the contents of abscesses or areas of empyema that was not seen with the other imaging techniques.

The value of EPI-T₂W and EPI-FLAIR imaging is limited in uncooperative patients. EPI-DW imaging was found to be of value for the evaluation of several intracranial infections diseases.