

技術ノート

エコープラナーイメージについて

渡辺 建彦

シーメンス旭メディテック株式会社 マーケティング本部MRプロダクトグループ

Echo Planer Imaging

Takehiko Watanabe

Siemens-Asahi Medical Technologies Ltd. MR Product Group, Marketing Divisiona

はじめに

1980年初頭から臨床に応用されたMRIは、ハードウェア、ソフトウェアが高速化、多様化するにつれて進歩してきた。そして最近の話題は「エコープラナー法 :Echo Planner Imaging」である。

エコープラナー法の原理

エコープラナー法 (以下EPI法と呼ぶ) は、1977年にMansfieldが提唱した撮像法で、Tr (繰り返し時間) という概念が無く、高速にて傾斜磁場のスイッチングと傾斜磁場のパルスを使用して撮像する方法で、1画像当たり数ミリ秒で画像を得る事が出来る。EPI法には、90°パルスのみでエコーを得るFIDタイプと90°パルスの後に180°パルスを加えたSEタイプの2タイプが主であるが、インバージョンパルスを使用したIRタイプも可能である。またEPI法はシングルショットタイプとマルチショットタイプがあるが、EPI法の魅力は高い時間分解能を有しながら高分解能画像の撮像が可能という事であるから、マルチショットタイプよりもシングルショットタイプが主流である。何故ならばマルチショットタイプはスキャン時間が著しく延長してしまい (数十秒～数分)、結果的にTurbo FLASH法やTGSE法と得られるものが全く差別化出来ないからである。

EPI法の応用

EPI法は高速で撮像が可能となるので、さまざまなアプリケーションが期待されている。特に注目されているアプリケーションは

- ①EPI- FLAIR法
- ②Perfusion Imaging
- ③拡散強調画像
- ④fMRI (ファンクショナルMRI)
- ⑤Cronary MRA

があげられる。

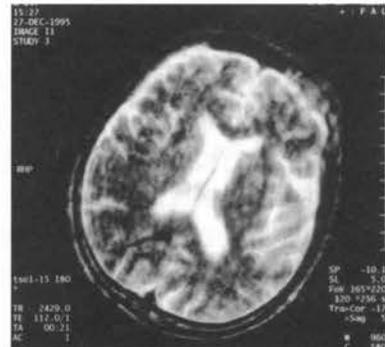


図1-1 高速SE法での撮影では患者の動きによりモーションアーチファクトが見られる。撮像時間21秒

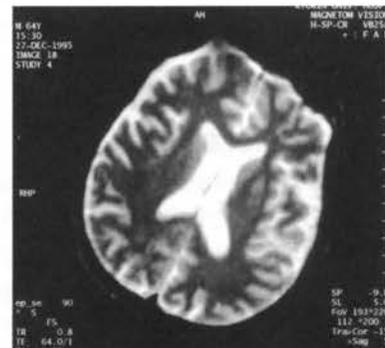


図1-2 シングルショットEPI法では、モーションアーチファクトは殆ど見られない。撮像時間約0.1秒/画像

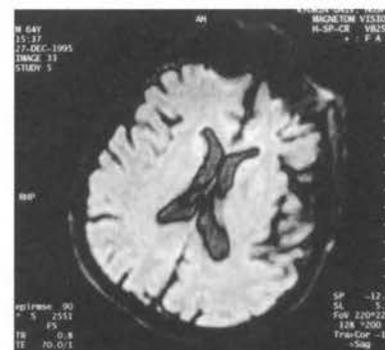


図1-3 シングルショットEPI-FLAIR法による患者の画像。撮像時間約2秒/画像

図1：急性脳梗塞の症例 (杏林大学提供による)

EPI- FLAIR法

FLAIR法は水抑制画像を得る方法で、最近では高速SE法を応用したFLAIR法が注目されている。しかし、高速SE法を応用したFLAIR法は撮像に1画像を得るのに10秒以上必要であり、動きのある患者には使用出来ないのが現状である。しかし、EPI- FLAIR法(図1)を使用する事により1画像当たり1秒以下で1画像得られる事が可能になり、動きの患者に対してはアーチファクトの少ない画像を得る事が出来る。

Perfusion Imaging

EPI法は時間分解能の高い画像を得る事が出来る為、造影剤を使用したダイナミック・スタディ(図2)を行う事により、さまざまな機能情報を描出する事に期待されている。特に頭部領域においては、

- ①PET装置やSPECT装置と比較して短時間且つ高分解能のデータを得られ、しかも脳解剖構造の位置情報と一致させやすい。
- ②Diffusion検査と併用させる事により虚血領域とIschemic Penumbraと呼ばれる回復可能領域の推定が期待されている。

といった内容が注目されており、腹部領域への応用も期待されている。

拡散強調画像

拡散強調画像(Diffusion weighted Imaging)は、水の拡散状態を反映した画像であり、超急性期の脳梗塞の描出に優れていると言われている。脳梗塞が描出される一般的な理由は、細胞外の水の動きが阻害されて拡散強調されにくくなり、信号強度が相対的に高くなって描出されると言われている。EPI法を使用することにより、モーションアーチファクトと拡散効果を分離する事が出来る。また、EPI法による拡散強調画像のT2強調効果を除く為に複数のbファクターの画像よりADC(Apparent Diffusion Coefficient)画像(図3)を得る事が出来、無症候性梗塞の発生時期等の推定に応用出来ると言われている。

fMRI (ファンクショナルMRI)

fMRIは刺激を与える事により、BOLD効果を画像化する事が可能で脳機能の描出が行える。(図4) PET装置と比べての利点は、①時間分解能と空間分解能の高い画像を得られる。②放射性同位元素や造影剤を使用しない非侵襲の検査が可能である為にデータ

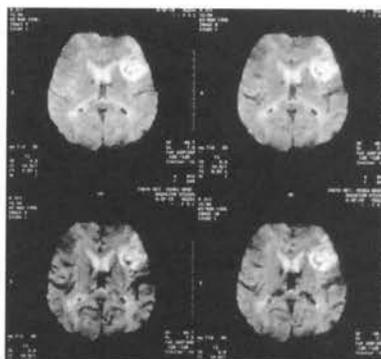


図2-1 シングルショットEPI法によるPerfusion Study 像。撮像時間は0.08秒/画像

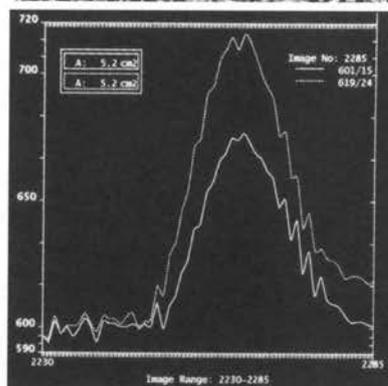
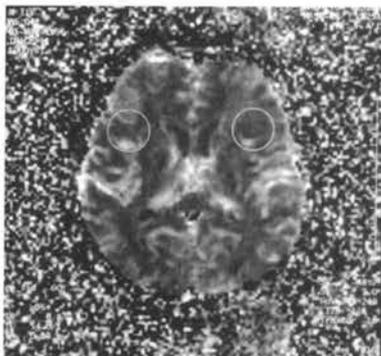


図2-2 ROI内のCBVマップによるグラフ
図2 (都立荏原病院提供による)

を複数回得る事が出来、データの信頼性を高められる。③脳解剖構造の情報と賦活部分の画像が一連のMR検査の中で得られ、高分解能撮像をする事により1ピクセルのズレも無く、より明瞭な位置情報を得られる。④得られたデータの賦活部位を描出する為に統計処理を行う事により信頼性を更に高める事が出来る。等の4点が主な理由として挙げられる。得られたデータを基に、3次元的に機能画像の位置を把握出来、手術のシュミレーションへの応用が期待されている。



図3-1 シングルショットEPI法による画像。撮像時間は約0.2秒弱/画像

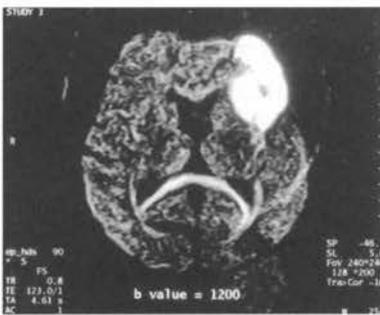


図3-2 EPI法による拡散強調画像。bファクターは1200。撮像時間は0.2秒/画像

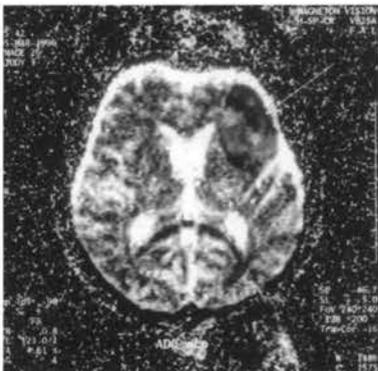


図3-3 同患者によるADCマップ画像。水が移動している部位は白く、停止している部位は黒く表示される。

図3：急性脳梗塞の症例。

Coronary MRA

Segmented Turbo FLASH法は2次元にてCoronaryの描出に優れているが基本的には心電同期させて、一回の息止めで1スライスしか撮像出来ない。また、血管の走行にスライス面を当てるとに熟練を要する。一方EPI法で撮像すると(図5)、一回の息止めで約20スライスが撮像が可能となり、患者への負担も軽減すると言われている。

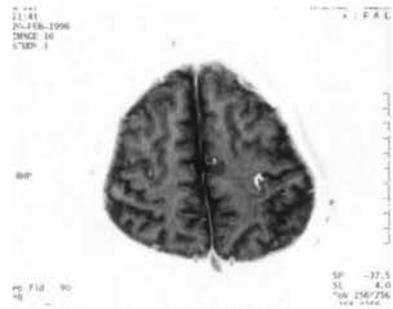


図4-1 256マトリクスによる高分解能fMRI像(T1強調画像との重ね合わせ像)撮像時間約0.1秒弱/画像。



図4-2 検定後の機能画像。

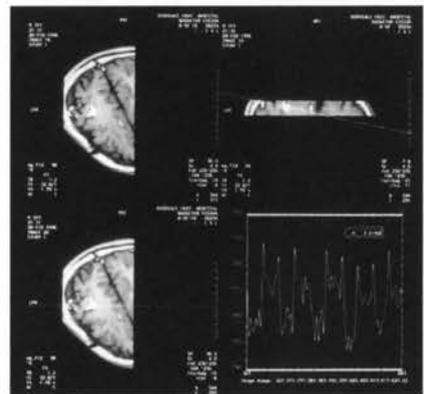


図4-3 MPR機能と併用する事により3次的に、賦活部位が把握出来る。

図4

EPIアプリケーションを支える他の要素

EPI法が可能となる為には複数の要素が必要である。その要素とは、①高均一度のマグネットと自動シミング機能。②強力で精度の高い傾斜磁場システム。③短時間で高S/Nが得られる4つのCP型コイルを組み合わせたアレイコイル技術。④高速画像計算機能と豊富なメモリー容量を有したイメージ・プロセッサ。が主に挙げられる。特にシングルショットタイプの



図5-1 Segmented Turbo FLASH法によるCoronary像。
撮像時間15秒/画像。



図5-2 同位置によるシングルショットEPI法による
Coronary像。撮像時間10秒/20画像。

図 5

場合は、短時間で高S/Nで信号を多くサンプリングする必要がある為に、上記の要素をどれ一つ欠けてもEPI法の撮像に必ず制限が発生する事となる。

まとめ

EPI法の原理とその応用の可能性について述べた。まだまだEPI法は発展途上であり、更なる臨床応用が期待されている。最後にEPI法の将来の可能性として以下に記す。①EPI法は現在では頭部領域への応用が主であるが、今後は腹部領域への適応が予想される。②EPI法が可能な装置性能を他のシーケンスへ適応する。(Short TE、3D心臓撮像、グラジエントの波形をレゾナントタイプとノンレゾナントタイプ、ハイブリッドタイプを自由にデザインした新たな撮像シーケンスの開発)。③EPI法とBurstイメージングとのハイブリッド撮像。④Dedicated Scanner(専用装置)による新たな可能性。

以上の様にシーメンス社のEPI法はMRIの新しい領域を世界のユーザーと共に開拓しつつある。

ダウンロードされた論文は私的利用のみが許諾されています。公衆への再配布については下記をご覧ください。

複写をご希望の方へ

断層映像研究会は、本誌掲載著作物の複写に関する権利を一般社団法人学術著作権協会に委託しております。

本誌に掲載された著作物の複写をご希望の方は、(社)学術著作権協会より許諾を受けて下さい。但し、企業等法人による社内利用目的の複写については、当該企業等法人が社団法人日本複写権センター(社)学術著作権協会が社内利用目的複写に関する権利を再委託している団体)と包括複写許諾契約を締結している場合にあつては、その必要はございません(社外頒布目的の複写については、許諾が必要です)。

権利委託先 一般社団法人学術著作権協会

〒107-0052 東京都港区赤坂9-6-41 乃木坂ビル3F FAX: 03-3475-5619 E-mail: info@jaacc.jp

複写以外の許諾(著作物の引用、転載、翻訳等)に関しては、(社)学術著作権協会に委託致しておりません。

直接、断層映像研究会へお問い合わせください

Reprographic Reproduction outside Japan

One of the following procedures is required to copy this work.

1. If you apply for license for copying in a country or region in which JAACC has concluded a bilateral agreement with an RRO (Reproduction Rights Organisation), please apply for the license to the RRO.

Please visit the following URL for the countries and regions in which JAACC has concluded bilateral agreements.

<http://www.jaacc.org/>

2. If you apply for license for copying in a country or region in which JAACC has no bilateral agreement, please apply for the license to JAACC.

For the license for citation, reprint, and/or translation, etc., please contact the right holder directly.

JAACC (Japan Academic Association for Copyright Clearance) is an official member RRO of the IFRRO (International Federation of Reproduction Rights Organisations).

Japan Academic Association for Copyright Clearance (JAACC)

Address 9-6-41 Akasaka, Minato-ku, Tokyo 107-0052 Japan

E-mail info@jaacc.jp Fax: +81-33475-5619