

原理と症例

- enhanced fast gradient echo 3dの略
- 3D fast SPGRをより高速にするための方法
 “enhanced” → よりTR/TEを短縮
 → Spec IRという特殊な脂肪抑制パルス付加 ⇒ 『MRI自由自在』93ページ
 → ZIP付加 ⇒ 『MRI自由自在』189ページ
- 主に造影MRA, dynamic MRIで使用

efgre3dはGE社の商標で、開発コード名がそのまま製品名になったシーケンスである。最近では3D-TOF SPGRというシーケンス名で用いられている。

このシーケンスは、息止めできる時間で脂肪抑制が付加できるシーケンスである。また、同時に補間(ZIP; zero-fill interpolation)を使用できるので、MIP表示したときの見かけ上の分解能は向上する。

■ 各社の類似した機能名

- efgre3d ————— GE
(3D-TOF SPGR)
- VIBE ————— Siemens
- T1 TFE3D ————— Philips
- Quick 3D's ————— 東芝

■ 脂肪抑制法

(⇒ 『MRI自由自在』185ページ)

以下の2種類を使い分ける。

表1 Chem SATとSpec IRの比較

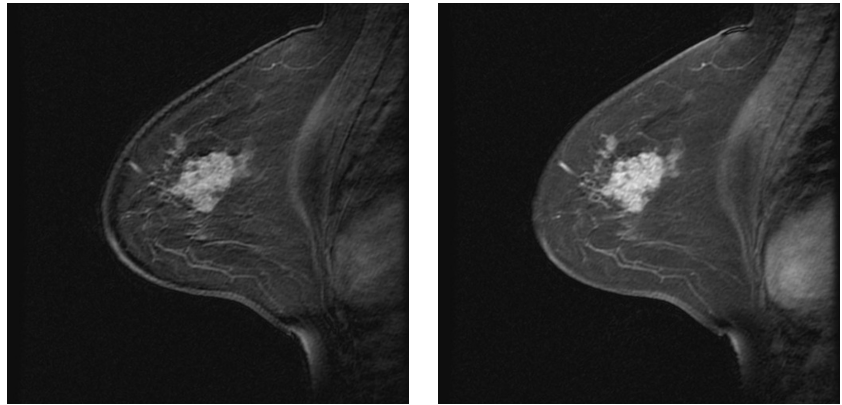
	フリップ角	脂肪抑制パルスのタイミング	息止め	適応
Spec IR	180°	y方向の位相エンコードごと(=少ない)	可	first choice, 時間優先
Chem SAT	約100°	yz方向の位相エンコードごと(=多い)	不可	抑制の効果優先

Spec IR法の脂肪抑制パルスはy方向の位相エンコードごとに付加されるため、TR(撮影時間)は短い。したがって、1回の呼吸停止下での撮影が可能である。しかし、脂肪抑制効果はChem SAT法と比較するとやや不良である。

Chem SAT法の脂肪抑制パルスはすべての位相エンコードに付加されるため、TR(撮影時間)が長くなる(呼吸停止下には撮像できない)。しかし、脂肪抑制効果はSpec IR法と比較すると良好である。

⇒目的によって使い分けする必要がある

図1 Spec IR法とChem SATの相違(乳癌症例)



a Spec IR法

b Chem SAT法

Chem SAT法で撮影された造影MRIはSpec IR法よりも脂肪抑制効果は良好である。脂肪組織が多く、時間分解能をあまり重視しない撮影ではChem SAT法による脂肪抑制法が有用である。

■ k空間のencode方法：3つの方法がある

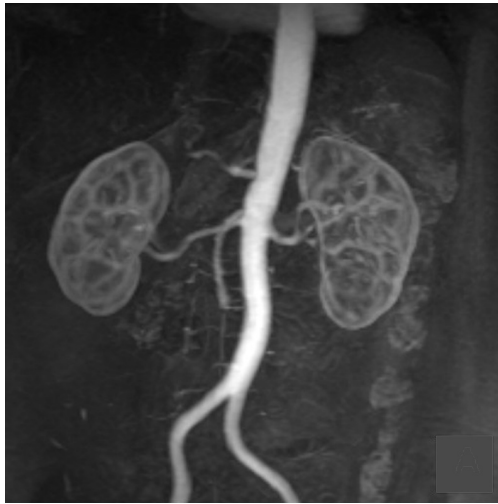
表2 k空間のエンコード方法と特徴

k空間のエンコード方法	脂肪抑制の有無	コントラスト
centric-centric	有(Spec IR)	撮像時間の先頭
linear-centric	有(Spec IR)	撮像時間の中心
linear-linear	無	撮像時間の中心

3D撮影法は2方向の位相エンコードを行う。したがって、上記のような3種の組合せが考えられる。**centric-centric**はSmartPrep*1などの撮影タイミングが優先される場合によく用いられる。しかし、造影剤濃度の急激な変化を受けやすく、血管にぼけが生じる場合がある。コントラストは撮像時間の先頭にある。**linear-centric**はcentric-centricよりも造影剤濃度の急激な変化の影響は受けない。そのため、k空間に充填される信号強度の変化は少ない。したがって、centric-centricよりも画質がよい。コントラストは撮像時間の中心にある。**linear-linear**は脂肪抑制法が併用できないので上腹部では使用不可であり、あまり用いられない。コントラストは撮像時間の中心にある。

* 1 SmartPrep : GE社の造影剤自動検出機能
⇒『MRI自由自在』
186ページ

図2 centric-centric法を用いた造影MRA



centric-centricではSmartPrepを用い、Spec IR法の脂肪抑制法を使用する。腎動脈などの撮像タイミングが難しい部位に好んで用いられる。

図3 linear-centric法を用いた造影MRU



linear-centricではSmartPrepを用いず、Spec IR法の脂肪抑制法を使用する。造影MRUやdynamic Studyなどに用いられる。

図4 linear-linear法を用いた肺のperfusion画像



linear-linearは脂肪抑制を必要としない肺のperfusion撮影などに用いられる。

FMPSPGR 法との使い分け

表3 FMPSPGR 法と
efgre3d 法の相違点

撮像法	シーケンス	TR	連続性	SN
2D	FMPSPGR *2	長い(~200 msec)	gap(+)	良好
3D	efgre3d	短い(~6 msec)	gapless	悪い

* 2 FMPSPGR 法 : Fast Multi Planar Spoiled GRASS の略で、TR を比較的長くし、TR 間で多断面励起し撮像する方法である。脂肪抑制を付加しても多断面撮像することが可能である。

● TR について

- efgre3d は TR が非常に短い
(= 縦磁化回復までの猶予時間が短い)
- T1 値がとても短いもの(縦磁化の回復が速い)
→ 両者いずれも良好に描出
- T1 値があまり短くないもの(縦磁化の回復が遅い)
→ efgre3d では描出不良

● スライスの連続性

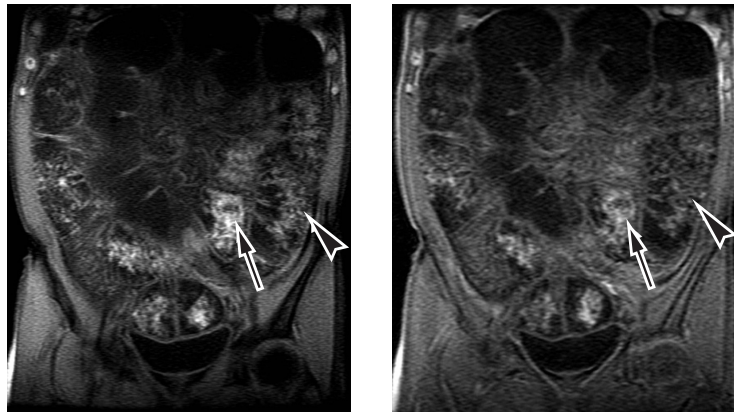
- 3D = gapless なので MIP に最適
⇒ 『MRI 自由自在』73 ページ
- 2D = gap がありスライスが薄くできないので MIP には不適
(ただし、最近では workstation で撮影スライス間を補間すれば、3D 撮影法による MIP とあまり変わらない)

● S/N

- efgre3d は 3D 撮影法なので、2D 撮影法である FMPSPGR 法と比較して S/N が高いことが期待される。しかし極端に TR を短縮しているため、実際には S/N は FMPSPGR 法よりも悪い。このため造影 MRA や造影 MRU などのよく造影された部位の検査に適している。

■ T1 値の相違による画像の違い

図5 T1 値の相違による
画像の違い
(小腸閉塞症例)



a FMPSPGR法による脂肪抑制
T1 強調画像

b efgre3d 法による脂肪抑制T1
強調画像

小腸内の残渣は脂肪抑制T1 強調画像では高信号を示す。矢印(→)で示す部分の残渣は十分にT1 が短縮しており、FMPSPGR と efgre3d はともに高信号に描出されている。矢頭(▶)の残渣はFMPSPGR では描出されているが、efgre3d では描出されていない。このように比較的短いT1 値の描出はFMPSPGR のほうが優れている。

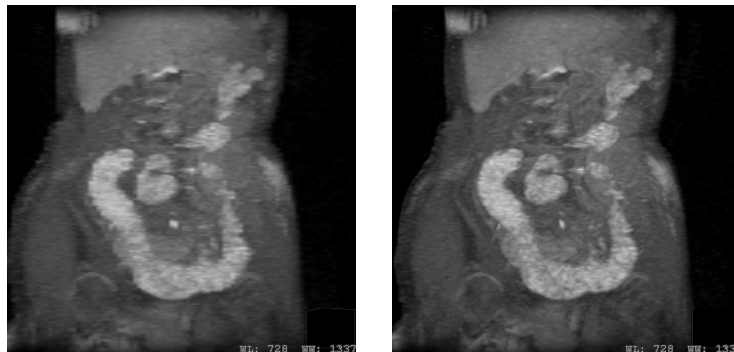
■ スライスの連続性

図6 3D撮影法による造影
MRA MIP画像斜位
30°像
(小腸閉塞症例)



この症例のように3D撮影法はgaplessであるため、スライスの連続性がよい。したがって、斜めに画像を傾けてもjaggy(ギザギザ)は目立たない。

図7 FMPSPGR法による
小腸のMIP画像斜位
30°像
(小腸閉塞症例)



a 補間なし

b 補間あり

FMPSPGR法は2D法である。したがって、gapがありスライス厚を薄くできないので斜めに画像を傾けるとjaggy(ギザギザ)が目立つ。しかし、このような場合でもworkstationで補間するとながら改善される。

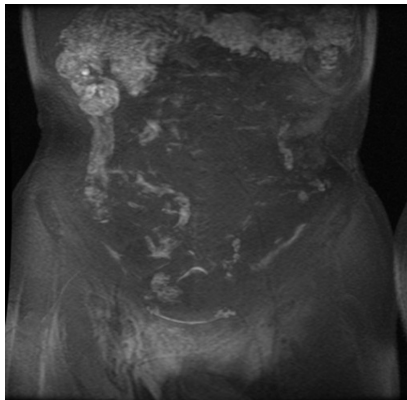
■元画像のS/N

図8 FMPSPGR法とefgre3d法のS/Nの比較

a FMPSPGR法
(TR/TE/FA 200 msec/
2.6 msec/90°)b efgre3d法
(TR/TE/FA 5.9 msec/
1.5msec/20°)

脾臓の脂肪抑制T1強調画像である。FMPSPGR法ではefgre3d法と比較してTRが長いのでS/Nは良好である。efgre3dはS/Nに有利な3D撮影法であるが、TRが非常に短いためS/Nが悪い。このため、T1値があまり短くない脾臓の描出はFMPSPGRと比較して悪い。

図9 efgre3dによる造影MRA



a 造影剤注入前(MIP画像)



b 造影剤注入後(MIP画像)

efgre3dは造影剤を入れない場合、画像の信号強度は低い。しかし、濃度の高い造影剤部分のように、T1値が十分に短い部分の描出は良好である。したがって、本症例のような造影MRAや、造影MRU、またdynamic MRIに用いられることが多い。