



Title	Gradient Echoで臓器と周囲脂肪境界に生じる低信号帶の発生機序について
Author(s)	曾我, 忠司
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1994, 54(4), p. 286-288
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/16077
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

Gradient Echo で臓器と周囲脂肪境界に生じる 低信号帯の発生機序について

曾我 忠司

明石市立市民病院消化器内科

Boundary Low Intensity Band between Fat and Organ on Opposed Phase Gradient Echo Image

Tadashi Soga

Phantom study was done to consider the mechanism of boundary low intensity band between fat and organ on opposed phase gradient echo image. Phantom 1 consists of 10 syringes that contain gelatinized olive oil and water emulsion of various concentrations. Phantom 2 is a small water tank that contains olive oil and water. Images of in phase and opposed phase gradient echo were obtained with 1.0 T unit. Phantom 1 study proved signal intensity of oil and water emulsion was |oil signal-water signal|. Phantom 2 study suggested the most domestic cause of boundary low intensity band was signal canceling of coexisting fat and water in the boundary.

はじめに

opposed phase GRE (oGRE) で、脂肪と接する臓器の境界に見られる低信号帯の発生機序について、実験的に考察した。

方 法

実験 1：水槽にオリーブ油と水を入れたファントムを作成し、油水の水平な境界面に直交するスライスで撮像を行った。撮像条件は STAGE, 270/7 (in phase GRE 以下 iGRE), 10 (oGRE)/1 (TR / TE / excitation), フリップ角 80 度, FOV=20 cm, マトリックスは 256×256, スライス厚 1 cm, 島津社製 1.0 T の装置でヘッドコイルを用いた。これらの条件は以下の実験でも同様である。周波数エンコード方向は、水平 (FP) と垂直 (PF) の両者で撮像した。

実験 2：10% から 80% の体積比率で、オリーブ油と水の懸濁液をゲラチンでゲル化させシリンジに封入した。さらに、ゲラチンのみ (0%) と、オリーブ油のみ (100%) を加えて作成したファントムを撮像し、各シリンジ内の信号強度を測定した。

実験 3：実験 1 のファントムを用い、境界面に直交するスライスを 0 度として、この面から 10, 20, 30, 40 度傾けたスライスで、oGRE の撮像を行った。周波数エンコードは (FP) とした。

結 果

Research Code No. : 209

Key words : Gradient Echo, Chemical Shift,
Opposed phase

Received Sep. 24, 1993; revision accepted Oct. 27, 1993

Department of Gastroenterology, Akashi City Hospital

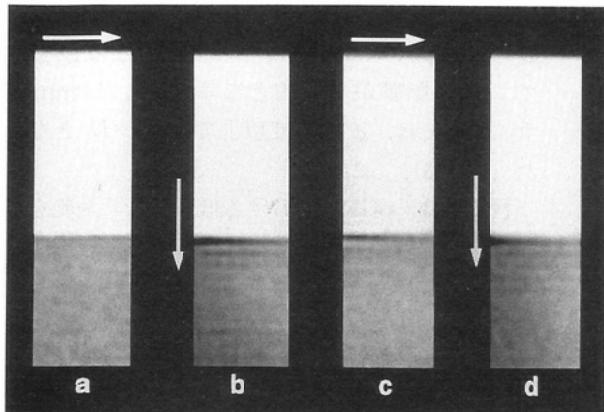


Fig. 1: GRE scans perpendicular to oil and water boundary, (a) in phase (FP), (b) in phase (PF), (c) opposed phase (FP), (d) opposed phase (PF). Arrows demonstrate frequency encoding directions.

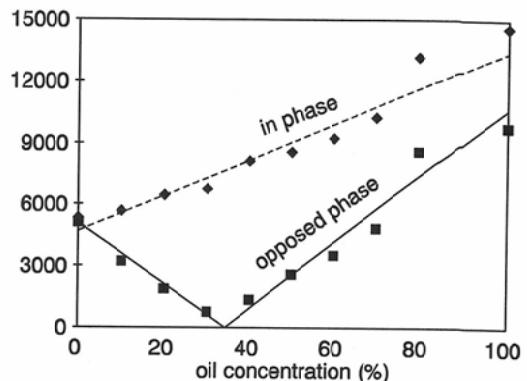


Fig. 3: Signal intensities of oil water emulsions: Each line shows linear regression.

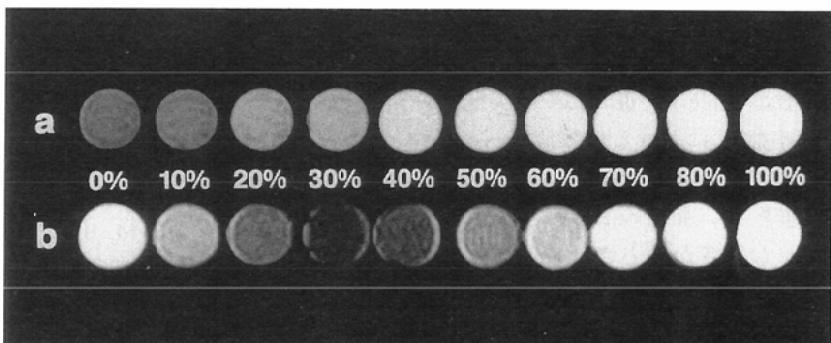


Fig. 2: GRE scans of oil and water emulsions, (a) in phase, (b) opposed phase. Numbers show oil concentrations.

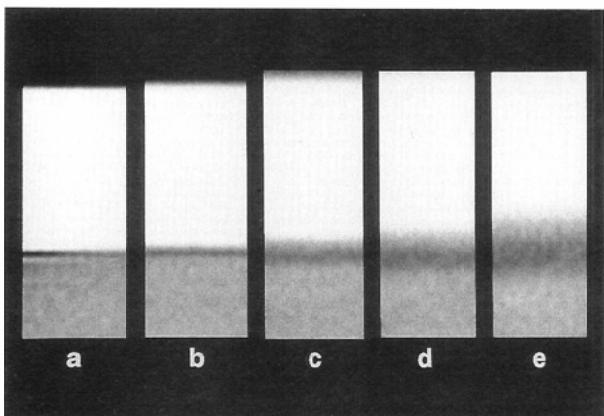


Fig. 4: Opposed phase GRE scans, (a) perpendicular to oil and water boundary, (b) 10, (c) 20, (d) 30, (e) 40 degrees tilted.

幅は iGRE (FP) < oGRE (FP) < iGRE (PF) = oGRE (PF) であった (Fig. 1).

- 2) oGRE における信号強度は, $Y = |4995 - 152 X|$ に回帰され ($r=0.99$), 30% にて信号強度は最低となった (Fig. 2, 3).
- 3) 境界部の低信号帯は, 0 度はほぼ 1 ポクセル幅で, 10 度から 40 度になるに従って幅広くなっていた (Fig. 4).

考 察

oGRE で見られる脂肪と臓器境界の低信号帯の発生機序として, truncation (1), 化学シフト, 脂肪と水の位相差による信号の相殺 (以後位相差相殺) が考えられる。

平面 H で脂肪と水が接するとき、H を横切るスライス B での oGRE を考える。H に直交するスライスを B_0 とし、周波数エンコード方向と H がなす角を θ とおくと、化学シフトによる低信号帯の幅は $D_c = k \times \sin\theta$ となる。ただし、 k は静磁場強度できる定数である。

次に、 B_0 と H の交わる直線を L とし、 B_0 を直線 L を中心に ϕ 度回転させたスライス B_ϕ を考える。 $\theta=0$ 度、 $D_c=0$ のときも、脂肪と水の混在部で、位相差相殺による低信号帯が生じる。この低信号帯の幅は、スライス厚を t とすると、 $D_d = t \times \tan\phi$ となる。 $\phi=0$ 度でも、たいていには、1 ポクセルで脂肪と水が混在するので、 D_d は 0 にならない (Fig. 1(C))。

$\theta \neq 0$ 度のときは、スライス B_ϕ の低信号帯幅は $D=D_c+D_d$ となる。 B_ϕ 上に、低信号帯に直交し水側の端を原点とする直線座標 X をおく。oGRE での信号値は、脂肪水の混在比で決まるから (Fig. 2(B))、座標 X における信号値 S_x は、化学シフトを加味した混在比を求めれば分かる。 B_0 での水の信号値を W 、脂肪の信号値を F とすると、脂肪が水から遠ざかるとき、 $S_x = |W(1-X/D_d) - F(X-D_c)/D_d|$ 、脂肪が水に重なるとき、 $S_x = |W(1-(X-D_c)/D_d) - FX/D_d|$ となる。ただし $X > D_c$ のとき $X/D_d = 1$ 、 $X < D_c$ のとき $(X-D_c)/D_d = 0$ とする。

ここでは truncation を考慮していないが、

D_c 、 D_d と比べると無視しうる (Fig. 1(A))。さらに、 ϕ やスライス厚 t が大きくなるにつれて、 D_d の影響が支配的となる。1 T、10 mm スライス厚では、 $\phi=20$ 度以上では $D_d > D_c$ となつた (Fig. 3)。

村上らは、oGRE における低信号帯の途絶をもって、しょう膜外浸潤を指摘できることを示唆した。しかし、しょう膜外浸潤のない場合も、 $\theta=\phi=0$ 度のとき、 $D \approx 0$ となり低信号帯は途絶しうる。また、脂肪と腫瘍細胞が混在するポクセルの信号は、両者の混在比によって決定する。それぞれの信号値を F 、 T とすれば、腫瘍細胞の体積比率が $F/(F+T)$ のとき、信号は最低となる。したがって、しょう膜外浸潤のある場合も、脂肪組織中の浸潤細胞の比率が $F/(F+T)$ の近辺にある部分では、低信号帯は途絶しないはずである。oGRE の低信号帯の読影は、これらのこと考慮に入れて行うべきであろう。

文 献

- 1) Leo F. Czervionke, Jeanne M. Czervionke, David L. Daniels, Victor M. Haughton: Characteristic Feature of MR Truncation Artifact. AJR 151: 1219-1228, 1988
- 2) 村上卓道、松下正樹、五十嵐秀司、他. Gradient Echo 法での臓器と周囲脂肪層との間に生じる低信号帯の発生機序について. 日医放会誌 53(7), 862-864, 1993