EPIを用いたfMRIによる撮像条件

study of scan technique for functional MRI using echo planar

北斗病院放射線科 ○石原秀彦 加藤徳史 飯沢宗巳
 (Hidehiko Ishihara) (Norifumi Katou) (Motomi Iibuchi)
 安川裕子 山口進 山本美貴
 (Yuuko Yasukawa) (Susumu Yamaguchi) (Miki Yamamoto)

【目的】 fMRIを臨床応用するための基礎的検討として、SNRを向上させる目的で、従来のサンプリング法と、ランプサンプリング法の比較、及び受信帯域幅について検討したので報告する。

従来のサンプリング法では、台形の傾斜磁場波形を使用し、傾斜磁場の変化しない台形の平坦部分だけでエコーを収集するが、ノンレゾナント型のランプサンプリング法では、台形の傾斜部分と平坦部分において、連続的にエコーをサンプリングする。当院でランプサンプリング法を使用した場合は、readout gradientの平坦部分の受信帯域幅は85kHzで固定されている。

【使用機器及び撮像条件】

GE社製 Signa Horizon 1.5T (ver 5.5) 処理ソフト Stimlate
 Gradient echo-type EPI TR 3000 TE 50 FA 50
 FOV 26×26cm Matrix 128×128
 Scan thickness 5mm Inter scan spacing 2.5mm

【方法】 1. ファントムをHead Coilに装着し、サンプリング方法、及び受信帯域幅を62.5, 85, 100, 115kHzと変化させ、NEMAの基準を用いてSNRを測定した。
 2. ボランティア20名において掌握運動を行い、1と同様にサンプリング方法及び受信帯域幅を変化させ運動野付近をOM-lineに平行に5スライス撮像した。得られたデータを検定を用いて処理し賦活された領域を視覚的に評価した。運動は30秒毎に安静と運動を繰り返し、1スライスにつき合計で50枚撮像した。なお、信頼係数は、各個人に於いて一定とした。

【結果1】 ファントムによるSNRの測定の結果をFig.1に示す。通常のサンプリング方法で受信帯域幅が85kHzと、ランプサンプリング法を使用した場合との比較では、ランプサンプリングを使用しない方がSNRは高くなった。通常のサンプリング方法で、受信帯域幅を変化させた場合、受信帯域幅を縮小するほどSNRは上昇した。

【結果2】 今回のfMRIの実験は20名の健常ボランティアで行ったが、特に動きの少ない5名で評価した。サンプリング方法の違いによる賦活領域の視覚的検討では、通常のサンプリング方法は、ランプサンプリング法を使用した場合よりも、5例中3例に於いて賦活領域を大きく捉えることができた。5例中2例では同等の大きさとなった。受信帯域幅を変化させた場合は、5例中全例で受信帯域幅62.5kHzの時が、最も大きく賦活領域を捉えることができた。また、1例のみ85kHzよりも100kHzの方が、大きく描出された例があったが、これは、85kHzと100kHzのSNRの差が小さいことや体動による影響のためと思われる。

Fig.2に今回行ったfMRIのうちの2例を示す。通常のサンプリングで受信帯域幅が62.5kHzの時が、最も広く賦活部位を描出している。また、上下段の例で、共に上前頭頭に捕捉運動野を捉えることが出来たのは、受信帯域幅が62.5kHzの時にのみだった。

【まとめ】 以上により、当院に於いてfMRIを行う場合の最適撮像条件としては、ランプサンプリングを行わずに可能な限り受信帯域幅を縮小することになった。

【考察】 ランプサンプリング法は、傾斜磁場の振幅に合わせて、受信帯域幅を修正する必要があるが、実験の結果から、この修正がうまく行われずに同じ受信帯域幅の通常のサンプリング法と比べて、SNRが低下しているものと思われる。fMRIにおいて受信帯域幅を縮小した方が良い結果となったが、受信帯域幅を縮小することにより、サンプリングタイムが延長し、画像の歪みやアーチファクトを増大させてしまう等の問題が生じる。今回は、それらのマイナスの要因よりもSNRの上昇によるプラスの要因の方が勝り、賦活領域を大きく捉えることが出来たと思われる。1ピクセル以下の動きでデータの信頼性が損なわれてしまうfMRIでは、体動補正は必要であると思われる。今後は体動補正の出来るソフトを使用し検討を続けていきたいと思う。

結 果

1. ファントムによるSNRの測定

	Ramp (+) (85kHz)	Ramp (-) (62.5kHz)	Ramp (-) (78kHz)	Ramp (-) (85kHz)	Ramp (-) (100kHz)	Ramp (-) (115kHz)
Signal	1168.1	2364.0	1197.4	1195.4	1193.5	1198.8
noise	12.3	16.6	10.6	11.1	13.4	14.6
SNR	94.6	142.2	112.2	107.5	89.0	81.9

Fig.1

Functional MRI

Ramp (+)
(85kHz) Ramp (-)
(62.5kHz) Ramp (-)
(85kHz) Ramp (-)
(100kHz)

Fig.2