33 EPI 法 (Single shot) の基礎的検討

The Basic Study of Heart Perfusion Imaging by EPI

群馬大学医学部附属病院 中央放射線部 ○山田昌己、鈴木道晴、五十嵐均、香山二郎、高橋昇

(Masami Yamada)

安藤雅、福田淳也、松村直樹、羽鳥昇

群馬県立医療短期大学 診療放射線学科 河原田泰尋、白石明久

【目的】 Cardiac Gating Single-shot EPI 法による心筋 Perfusion Imaging の撮影条件に関する基礎的実験を行い、その有用性について検討を行った。

【方法】 Phantom による基礎実験として、① Receiver Bandwidth (以下 RBW) の変化による画像の歪みと TE の変化について ② パルスシーケンス並びに Coil の比較 ③ GRE-EPI における Flip Angle を変化させた時の画像データの収集 ④ コントラストセクションによる画像の検討 ⑤ Dynamic Study (Single-shot Multi-phase) 時の信号強度変化と歪みについての検討を行った。この結果をふまえて、ボランティアによる測定として、① R 波をトリガとした ECG の Delay After Trigger Time の変化による画像の評価 ② Dynamic Study (Single-shot Multi-phase) 時の信号強度変化と歪みについて検討・考察した。

【使用機器】 MRI 装置 : Signa Horizon Ver5.5.2 (GE)

コイル : 5 インチ円形コイル・ショルダーコイル・GPFlex コイル

MRI Phantom : 90-401 型 (日興ファインズ工業株) 10 mm φ ピンセクション・コントラストセクション

【結果】 RBW の変化による画像の二次元的幾何学的歪みは NEMA 基準を参考に評価し、RBW が小さいほど歪みが大きく、85 kHz 以上であまり変化がみられなくなる。RBW と TE (minimum) 値の関係においても、同様に 85 kHz 以上で変化がほとんどなくなる。今回の実験では、造影剤を用いた検査を目的としたので、できるだけ Echo Time を短くしたいと考え、以上の結果から RBW は 140.85 kHz 一定として以下の実験を行った。SE-EPI と GRE-EPI を比較すると SE-EPI の方が歪みが少ない。また、Susceptibility 効果は、GRE-EPI の方が高いことがわかった。コイルの比較においては、5 インチ円形コイルやショルダーコイルを単一で用いるよりも Dual で用いる方が信号強度においても望ましい。その際、5 インチ円形コイルを Dual で用いる場合の位置の再現性を考えると、GPFlex の様なもともと 2 つのサーフェスコイルで構成されているコイルの方が実用的であるという結論に達した。GRE-EPI において Flip Angle を変化させた場合、Susceptibility Contrast の影響に変化がみられた。その中で、信号強度及び歪みを考慮し Flip Angle は、45° を採用した。コントラストセクションによる画像の検討では、流れのない状態ではあるが、実際の心臓への到達造影剤濃度と考えられる 0.01~0.05 mmol/ml あたりでの評価が十分に可能であると考えられた。Dynamic Study (Single-shot Multi-phase) 時の信号強度変化と歪みについては、最初の数 shot において信号強度に変化がみられたが、その後は安定したデータが得られた。あるボランティアによる R 波をトリガとした ECG の Delay After Trigger Time を何段階かに変化させ、心筋に ROI をとった値において 250 ms の時が一番良い結果となった。これは、心臓の駆出速度が最も遅く、収縮末期で壁厚も厚く、見かけ上のプロトン密度が高いので信号強度も強くなると考えられる。また、安静時と呼吸停止時とでは有為な差がみられ、実際に臨床に用いるときには被検者の息止めの協力が必要になる。数名のボランティアの結果、実効 TR は R-R 間隔で決まり R 波からの Delay After Trigger Time は R-R 間隔の 1/3 程度が目安になると考える。

【まとめ】 Cardiac Gating Single-shot EPI 法による心筋 Perfusion Imaging の撮影条件に関する基礎的実験より、SE-EPI・GRE-EPI とともに Single-shot での評価が可能であると考えられた。

その際の撮影条件は Matrix size : 130×96、Fov : 44×22 cm、コイル : GPFlex、Ramp sampling: off、RBW : 100 kHz 以上、R 波からの Delay After Trigger Time は R-R 間隔の 1/3 程度で比較的良好な結果が得られた。本法において 15 shot の撮影を行う場合でも、15 秒程度の息止めにおいて検査を行えるので、実用上も問題はないと考えられ、今後、至適造影剤濃度の検討を加えた上で臨床へ応用できるのではないかと考えている。

ボランティアによる撮像結果
上段 : GRE-EPI, 下段 : SE-EPI