

MPG プリパルスを用いた拡散撮像 (PC-DPI) を用いた脊髄神経描出法の検討

北福島医療センター 放射線技術科

○八巻 智也 丹治 一 高橋 大輔 芳賀 章子
(Yamaki Tomoya) (Tanji Hajime) (Takahashi Daisuke) (Haga Akiko)

【背景】

SE系Single shot EPI を用いる拡散強調では位相分散の累積・磁化率影響などによる幾何学的歪みやアーチファクトの助長等が質的問題となる。この方法に代わる撮像法の一つとして、先行パルスにMPGを加え、Phase Cycling を施すことで拡散強調する手法が存在する¹⁾。

【目的】

Phase Cycling Diffusion Prepared Imaging* (以下PC-DPI法)による脊髄神経の描出を目的として至適条件の検討および、実際の描出能を検討した。

*Phase Cycling Diffusion Prepared Imagingについて

PC-DPI法は、先行パルスに二項パルスを加え一対のMPGを印加し、本撮像にはT1 Turbo Field Echo (Spoiled gradient K-space segmentationを施した3Dのgradient echo)を使用するが、このシーケンスのままでは、先行パルスで着色された拡散反映の他に本スキャンであるTFEコントラストが画像に影響する。(Fig.1) そこでデータ収集を2回繰り返し、一方のデータ収集の際、MPG印加後の位相を180度変えPhase Cyclingを施す。この両方の信号を足し合わせることでTFEにて生じたコントラストを相殺し、先行パルスの影響を強く反映させることで従来法と同様な拡散とT2を強調したコントラストを実現している。(Fig.2)

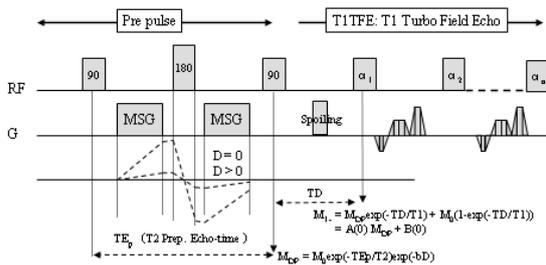


Fig.1 Diffusion Prepared Imaging

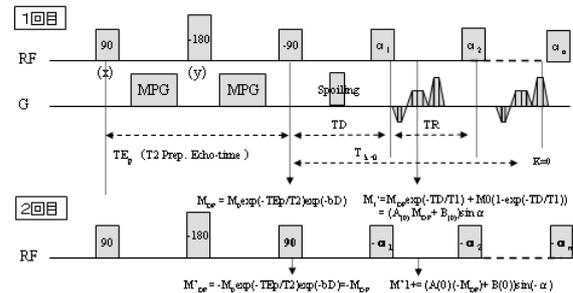


Fig.2 Phase Cycling

【方法】

撮像シーケンスはMPG先行パルスと選択的水励起法 (ProSet1-3-3-1)を付加した3D-T1TFE法。試料封入ファントム (olive oil, Sucrose希釈系列, ethanol各種)を対象に、MPG印加方法と印加時間に伴う信号の変化・ADC値の変化を検討した。また、研究主旨に同意を得たボランティアを対象に実際の効果と、描出程度・弊害因子の有無についても検証した。

【使用装置・撮像条件】

MR装置はPhilips社製 Achieva Quasar Dual 3.0T Release2.6。撮像条件はb-factor :10 -1000s/mm², TFE Factor :25, TFE Shot Interval :3000ms, DEPrep time :33.48-102.14ms, DE Prep Type : ADIABATIC pulse, 先行パルスに用いるMPGの印加方法は、基本的なBipolarタイプと、b印加と共に生じる渦電流影響を軽減する目的で、MPGをセパレートして2対加えるUnipolarタイプを使用した。

【結果】

1. 試料ファントム

MPG印加方法による信号強度変化は、溶液によって多少の信号変化の違いは見られるものの、MPG印加方法の違いによる信号変化は比較的少ない結果となった。MPG印加方法によるADC変化は、b値上昇に伴う信号強度変化はMPG印加方法にあまり依存せずほぼ同等で、ADCが低いほど、T2、T1の長い試料ほど信号低下が小さい傾向となった。ADCはb値500-600s/mm²以降でSingle shot EPI-DWIのADC値と類似する傾向を示したが、低b値では乖離した結果となった。(Fig.3)

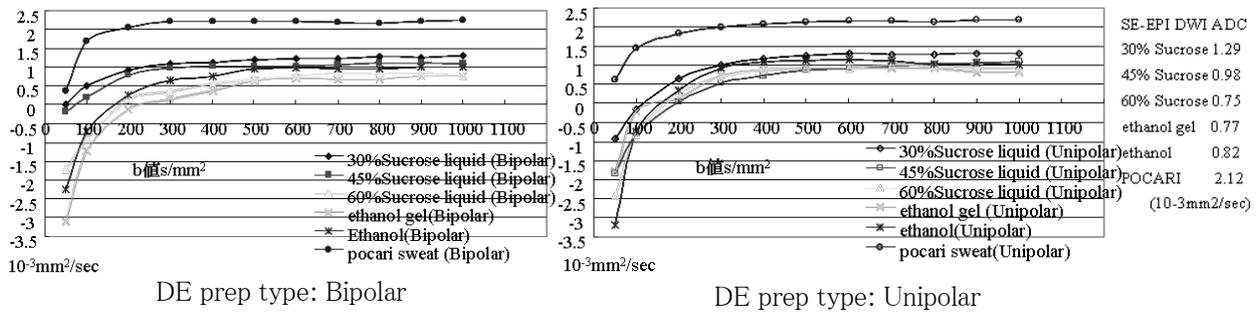


Fig.3 MPG 印加方法によるADC 変化

2. ボランティア

実際の脊椎部の結果では、CSF信号を除きMPG印加方法の違いによる信号の減衰傾向はほぼ同等となった。Unipolarタイプの印加方法ではCSF信号低下がBipolarに比べ少ない傾向にあり、b値300-500s/mm²程度までその傾向が著明であった。(Fig.4) これは、b値上昇に伴う灌流抑制の程度がbipolarタイプと異なることが示唆された。Unipolarタイプは本来、渦電流影響の軽減を目的としているが、印加デザインの特長上、flow compensationのような効果となり、CSFによる灌流が抑制されたものと考えられた。実際の脊椎画像(Fig.5)では、どちらも神経根の描出は良好であるが、Bipolarタイプはフローの影響でCSF信号が抜けているに対し、Unipolarタイプの印加では、灌流抑制によりCSFの乱れが少ない結果となった。

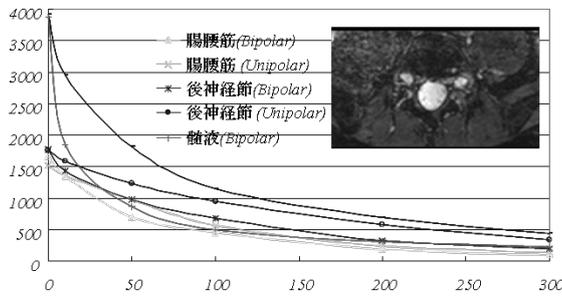


Fig.4 MPG 印加時間による信号強度変化

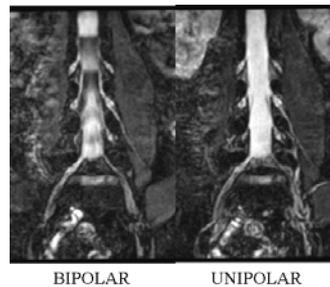


Fig.5 実際の描出変化

b値変化の違いでは、b値300s/mm²程度を超えると、脊髓・周囲組織の信号低下が一樣に生じ、背景ノイズが著しく生じた。(Fig.6) 渦電流やphase cyclingによるマッチングの影響と思われた。背景コントラストの取り扱いや画像表現の方法によって適当であるb値の判断は難しいですが、概ね b値80~300s/mm²程度で比較的良好な脊椎神経描出画像が得られた。MIP像を使用することでミエログラフィーのような脊椎像が良好に得られ、3Dによる撮像であることから任意の角度からの神経根描出も可能であった。(Fig.7)

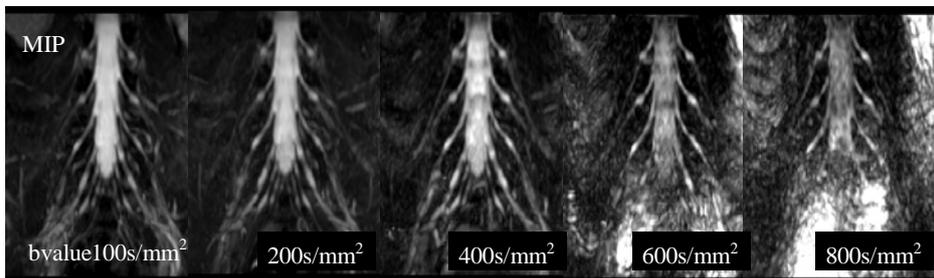


Fig.6 描出の程度と弊害因子の有無

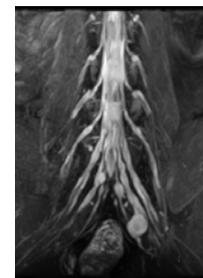


Fig.7 実際の画像

【考察】

PC-DPI法は従来のSSEPI-DWIによる方法同様、脊椎神経の描出が可能である他、MPG印加手法の選択によってCSFの灌流影響を整え、Myelography様な脊椎描出も可能であった。歪みの少ない点や3D手法である点を考慮すると脊椎神経描出に有用な方法であると考えられる。一方、拡散の大きなメリットであるADC計測は、低b値においては、SSEPI-DWIによるADCと乖離が大きいことから、課題が残るところであった。

【参考】

1) J. Coremans et al, JMR 124:323-342(1997) David L. Thomas et al, MRM39:950-960(1998)