EPIを用いたIVIM法

Intravoxel incoherent motion (IVIM) imaging using epi method

福井医科大学医学部附属病院放射線部 ○松田 豪、指江 浩之

Tsuyoshi Matsuda・Hiroyuki Sashie

小室 裕冉

Hiroyuki Komuro

[目的] 現在EPIをもとにした超高速撮像法が実用化され、なかでもEPI-IVIM法は最も実用的な手法と期待されているが、さまざまな問題点もある。今回我々はそれらについて検討をおこなったので報告する。

[問題点] EPI-IVIM法を臨床利用しているうちに、次のような問題点が判明した。

1. EPI法を用いているために、騒音、susceptibilityによる画像歪みが著明におこる。
2. motion proving gradient(以下MPG)の大きさにより、画像歪みがさらに変化するために、精度良い apparent diffusion coefficient(以下ADC)の測定、計算が難しい。
3. 1shotのepiを用いても脳脊髄液(CSF)により信号強度がばらつく現象が発生する。
4. multi shotを用いると従来同様、motion artifactが発生する。

このうち1.のepiにより起こる現象は、今回の対象外とした。3.の1shotでも脳脊髄液により信号がばらつく現象については、我々が過去に発表したように心電同期法の併用が有用であった。4.については過去の報告から、心拍によるCSFの拍動に対しては心電同期法を併用し、体動についてはnavigation echoなどによる補正が有効と考えられる。従って今回は2.のMPGの値により画像が歪む現象の軽減を目的とした。

[画像歪みの原因] 今回問題となっている画像歪みは、MPGの傾斜磁場強度に従って変化する点から、傾斜磁場コイルのeddy currentであるに間違いのないと思われる。特に1shotで撮像すると位相エンコード方向の周波数は非常に低くなるために歪みやすくなる。これはmulti shotを用いても低減はされるが、epi法を用いているため、なくなるものではない。

[使用装置] GE・YMS社製signa horizon1.5T (SR77 mode)

今回の検討に関するパラメーター: FOV22cm, sampling

frequency 95kHz, 128x128matrix, slice thickness 5mm

歪みの程度を測定には、phantomの視野中心から65mmずれた点4箇所を定点とし測定することで求めた。

[方法] 歪みを低減させるためにmulti shotにすると補正が必要になりepiを用いるmeritは速い検査時間の点だけになってしまう。従って1shotでADC計算画像に耐え得るような歪みの少ない画像が得られることを目標とした。方法の一つとして歪んだ画像を補正するソフトを流用することで、epi法により歪む現象も補正できる。しかしIVIM法は複数枚の画像の信号強度から、ADCの定量測定出来る事が有用な点であるため、正確な信号強度が測定出来ていないと意味をなさない。そこで今回は位相ずれを補正する傾斜磁場を追加し、さらに可能な限りMPGの後の時間をあけるシーケンスに変更して、画像歪みを起こしにくいシーケンスへの改良の可能性について検討した。

[結果] 実際に出来る調整は補正用傾斜磁場強度とその長さのみであり、S/N及び歪み難さの点を考えるとshort TEが有利である。そこでMPGと傾斜磁場強度は同様にして、傾斜磁場lengthのみを調整することとした。

補正用傾斜磁場の長さごとに、MPG強度とその時のずれをFig.1に示す。この結果よりMPGと同じ長さ、すなわちMPGによる位相差をなくするような強度付近が適切であることがわかった。Fig.2にMPG強度2G/cmの時の周波数方向と位相エンコード方向それぞれのずれを示す。両方向ともMPGと同じ長さの時に歪みが最小になっている。補正した画像から作成したADC画像では歪みによるring artifactが低減した。

[考察] IVIM法は臨床的に有用な方法であり、EPI法の実現により、臨床現場で実用的に使えるようになったが、本来持っているADCの定量測定にはさまざまな問題点がある。

過去からの臨床応用の試みの結果、心電同期を併用し

1shotで撮像するのが最も最適であろうと思えた。その際MPGの大きさにより、画像歪みが発生する現象が発生する。そこでMPGのeddy currentを打ち消す逆方向の傾斜磁場をシーケンスに加えて、画像歪みを補正した。この時MPGによる位相変化を打ち消す強度が必要であった。このことからeddy currentの時定数は非常に長いと推測される。

今後さらに傾斜磁場の方向による歪みなどを検討して、より臨床の要求に応えていくつもりである。

Fig.1 MPG強度と画像歪み

Fig.2 補正用傾斜磁場強度と画像歪み