

## 話 題

### high b-value による拡散強調画像

多摩永山病院放射線科 中原 圓, 市川 太郎

生体内の水分子の拡散計測がMRIによって為されて以来約15年になります。現在ではMRIによる拡散強調画像はrt-PA (recombinant tissue plasminogen activator) による早期治療と相まって、脳虚血性疾患の早期診断における必須の検査法として位置付けられ、ルーチンワークの中に組み込まれています。

本稿では、MRIの拡散強調画像について、MPG, b-value, ADCという用語を紹介し、画像診断の最新の知見の1例について記してみたいと思います。

MRによる、組織の拡散係数測定を行なう場合、種々のパルス系列が使用されていますが、一般的に用いられているSpin echo法による拡散強調画像は、強い拡散運動検出用傾斜磁場(MPG)を180度パルスを挟んで印加します。そうすると、静止している水分子に比し、拡散している水分子は位相差を生じ、拡散の大きさに応じ信号の低下を招きます。つまり、拡散の大きさを位相のズレによる信号の変化として捉えたのが拡散強調画像です。MPGによる拡散強調の度合いの強さはb-valueという指標で表され、印加するMPGの大きさ及び時間によって規定されます。現在各施設で使用されているb-valueは800~1,000 sec/mm<sup>2</sup>のもので、拡散の大きさを表す拡散係数(diffusion coefficient)をD、MPGを印加しないときの信号をSI0、印加したときの信号をSIで表すと、MPGをかけた時のある組織の信号低下は $\ln(SI/SI0) = -bD$ と表され、この拡散係数は容易に計算されます。生体内の拡散係数(D)は毛細血管内の微小循環(perfusion)も加わるため、見かけの拡散係数(apparent diffusion coefficient; ADC)ということになります。このADCをピクセルごとに求め、画像化したものがADC mapと呼ばれるものです。

拡散強調画像上では、拡散の大きいものは信号の低下として、拡散の小さいものは信号の上昇として捉えられ、従来のT2強調画像では見つけることのできなかった超急性期の梗塞巣を高信号として早期に検出しえるというこ

とで注目されています。現時点では、拡散強調画像における水分子の拡散は、細胞外液の水分子で説明されています。例えば、梗塞の場合、組織の酸素欠乏に陥った神経細胞や膠細胞に膨化が起こり、単位面積あたりの細胞外腔は減少します。そのため、細胞外液の水分子の拡散は抑制され、小さくなります。拡散の小さい水分子のMPG印加後の位相差は正常組織に比し小さくなります。したがって、拡散強調画像上では高信号として描出される、と、あまりに美しく、しかしながら、複雑な分子レベルの組織を扱うにはあまりに大ざっぱな解釈がされてきたのです。

ところが、最近、b-valueが3,000~5,000 sec/mm<sup>2</sup>の大きなMPGを印加して拡散強調画像を得る試みがなされています。従来の大きさのMPGでは、拡散強調画像の信号にT2値が加わるために、拡散が抑制され、拡散が小さくなり、高信号を呈する状態とT2値が上昇したために高信号を呈する状態とを区別することができなかったのですが(このことをT2 shine throughと呼びます)、high b-valueによる拡散強調画像では、T2値の影響はほとんど無くなりました。ADCmap上も灰白質と白質の濃度差のない画像であったものが、両者のコントラストが明瞭となりました。さらに特筆すべきことは、いままでも、monoexponentialな分布として解釈されていた組織の拡散が、b-valueを0から5,000 sec/mm<sup>2</sup>まで上げて行くと、実測値上biexponential, non-monoexponentialであったこと、つまり、モノの拡散は遅い拡散のコンポーネントと速い拡散のコンポーネントとから成ることが判明したことです。従来の解釈のように、ある組織の拡散を単に細胞外液の水分子の拡散のみで解釈したのでは不十分で、他の要因も考慮しなければならないことが明らかになったのです。すなわち、high b-valueを用いることにより、組織の中の異なる拡散の状態を検出し得る可能性が示唆されたこととなります。それは、T1値やT2値とは異なる、また、従来の漠とした拡散の大きさとも異なる、さらなるミクロの情報をMRIで描出する可能性があることを意味します。ひいては、病態や病巣に新たな知見を提供し、MR画像診断として新たな臨床応用が今後期待されるものと思われれます。

(受付: 2001年7月24日)

(受理: 2001年8月7日)