

5. 3T MRIによるMRスペクトロスコピー

原田 雅史 徳島大学大学院画像情報医学分野

スペクトロスコピーとは

スペクトロスコピーという言葉は“分光法”という意味であり、MR スペクトロスコピー (MRS) とは、代謝物の構造や環境により原子核の共鳴周波数が異なることを利用して、代謝物の磁気共鳴信号を周波数に分類し、代謝物の種類の同定やその濃度、緩和時間などの情報を得る手法のことである。MRIは通常、水と脂肪の信号のみを画像化しているが、MRSでは水や脂肪を含めて各代謝物の信号を画像化することが可能であり、本来MRIはMRSの中の一手法であると言えることができる。

MRSでは、以前から水素原子以外の核種も対象として研究がなされており、特に高磁場では、これらの水素原子以外の核種への利点も大きいと考えられる。近年の臨床用MRI装置では、水素原子以外を測定対象とすることができるものは少ないが、今後の高磁場の将来性を考えると、多核種のMRSの技術と臨床有用性も重要であると考えられる。

そこで本稿では、はじめに最も汎用され臨床現場で活用されているプロトンMRSを中心に説明した後、多核種の今後の展望について少し追加する。

MRSにおける高磁場の利点

高磁場による恩恵は、MRIよりもMRSの方がより顕著にもたらされると期待できる。高磁場では、MRSによる信号雑音比 (SNR) の上昇のほか、周波数分解能の向上により各信号の分離が明瞭となり、スペクトルの質の向上が認められる。例えば図1のように、同一被検者からの1.5Tと3Tのスペクトルを見ると、3TではSNRの向上のほかに、コリン含有物質 (Cho) とクレアチン (Cr) の信号の分離がはっきりとしている。これによって、信号強度を計測する後処理の精度も向上し、測定結果の信頼性が向上すると考えられる。

一方で、高磁場ではT1値の延長と、T2あるいはT2*値の短縮が認められ、緩和時間の影響を小さくするためには、

3Tでは1.5Tよりも繰り返し時間 (TR) を長くし、エコー時間を短縮する必要がある。また、高磁場装置では被検者による磁場の不均一性の影響が強く、シム精度の確保が必要となる。特に、脳底部に近い海馬や脳幹などの部分の磁場均一性の向上が難しく、そのため、1.5Tよりも高次のシム調整が必要となってくる。高磁場装置では、高次のシム調整機能は1.5Tよりも有効で、必須の技術と考えられる。そのほか、コイルの感度やRF (ラジオ波) 磁場の不均一性は、高磁場MRIと同様の問題を有するが、代謝物比を用いることでこれらの不均一性を相殺することが可能である。

高磁場の利点を利用した方法として、周波数分解能が向上することから、信号の編集 (editing) が容易となることが挙げられる。例えば、MEGA-PRESS法と呼ばれる手法では、周波数選択的な編集パルスを照射することにより、代謝物の磁化が移動し特定の信号のみを増強して評価することが可能である。MEGA-PRESS法を用いた信号の編集では、神経伝達物質であるγ-アミノ酪酸 (GABA) やグルタチオンの検出のほか、脂肪と乳酸の分離等に応用することが可能である。

プロトンMRSの臨床応用について

最近、形態情報以外の灌流や代謝情報を取得する画像手法をまとめて“advanced imaging”と称することがあ

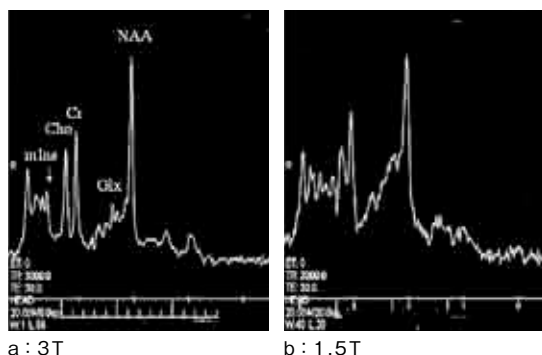


図1 同一被検者におけるプロトンMRSの磁場強度による違い