

4. MRI : MR spectroscopyの最新トピックス

— MRIを用いた代謝物評価の新たな可能性

原田 雅史

徳島大学大学院医歯薬学研究部放射線医学分野

Neuroradiology
Frontier 2024

特集

中枢神経の
画像診断最前線

MRI検査では、形態画像に加えて拡散や血流も含めた組織の微小環境の評価が可能であるが、さらに、組織代謝の測定に関しても有用な技術である。しかし、臨床装置を用いた組織代謝の臨床応用については、いまだ広く普及しているとは言えない。その原因は、装置の性能や精度の問題と、解析や解釈における課題の両面にあると考えられる。MRIを用いた組織代謝評価法として最も一般的なproton MR spectroscopy (MRS)については、技術的には成熟段階に入っており、脳腫瘍や小児の特定の疾患に対しては有用性が明らかで、施設は限定的であるが、臨床診断に応用される機会は増加している。このproton MRSにおける臨床応用については、その有用性や限界も含めて、日本磁気共鳴医学会の欧文誌である *Magnetic Resonance in Medical Sciences* の20周年記念誌に2編のMRS review論文が掲載されている。1編は、神奈川県立こども医療センターの相田典子先生がまとめた小児のMRSに関する総説であり、MRIでは十分に評価しきれない小児の脳障害の組織診断にMRSが非常に有用であり、治療効果判定やモニタリングにも利用できると報告されている¹⁾。もう1編は、量子科学技術研究開発機構の富安もよこ先生と筆者による臨床MRI装置によるヒトを対象としたMRSの発展と臨床応用および将来についてまとめた総説であり、技術的な内容と現状での臨床応用における有用性のある疾患や項目についてまとめている²⁾。いずれも、臨床におけるMRSの現状を知るためには役立つ

論文と思われるので、一読していただければ幸いである。

ところで、proton MRSの後処理においては、自動解析プログラムである「LCModel」が国際的にも広く認知されており、研究論文に多数引用されているが、このLCModelの使用環境について、コロナ禍の最中に大きな変更があったので、本稿では、まずこのLCModelの使用環境について簡単に解説する。続いて、MRI装置を用いた最新のトピックスとして、dynamic nuclear polarization (DNP)法を用いた多核種MRSI (spectroscopic imaging)の新しい展開を紹介し、AIを用いたMRSの最新の技術開発についても述べ、最近臨床応用が増加している組織代謝画像の一つであるchemical exchange saturation transfer (CEST) imagingについて解説する。

LCModelの現状について

LCModelは、proton MRSのスペクトルの後解析として、データの読み込みから代謝物の信号値および定量値までほぼ自動で算出できるため、オペレータのバイアスを排除した自動解析のソフトウェアとして世界で広く用いられている。このLCModelは、開発者であったDr. Stephen Provencherが2021年から健康上の理由で関与しなくなったことからオープンソース化され、現在フリーソフトとしてWebサイト (<http://lcmode.com/lcmode.shtml>) からダウンロードできるようになっている。ダウンロード

自体は無料で行うことが可能であるが、日本では引き続きエルエイシステムズ社 (https://www.las.jp/products/s16_lcmode/) が利用に関するサービスや情報の提供を継続している。ただし、最新のMRI装置のデータに対する対応では、ファイル形式によっては読み込みができない場合が発生している。筆者が利用しているGE社の装置では、Pファイルと呼ばれるraw dataをLCModelで読み込む必要があるが、最新のMRI装置のバージョン(DV29)では、少しファイル形式が違うために変換を行う必要があり、変換ソフトウェアがGE社から供給される予定とのことである。各ベンダーによって対応は異なると思われるので、MRSデータのLCModelによる読み込みの不具合がある場合には、それぞれの使用装置のベンダーの技術者に問い合わせをする必要があると思われる。

また、オープンソース化に伴い、例えば、アイオワ大学のDr. V.A. Magnottaらは、FORTRANで書かれたLCModelのプログラムを、f2cライブラリを利用してC言語に変換し、GE社のOrchestra C++ SDKにより解析結果のDICOM化を行えるI-LCMODELというプログラムを開発している³⁾。これは、LCModelの解析結果をDICOM化しPACSに転送できるプログラムであり、臨床現場において有用性が高いと考えられる。オープンソース化に伴い、今後、このような新たな開発の動きが増えることに期待したい。