

7. 7T MRI装置： 中枢神経系での臨床活用に向けて

岡田 知久 京都大学大学院医学研究科・脳機能総合研究センター

超高磁場(7T)のヒト用MRI装置は、2017年にEU、米国で臨床での使用が承認されて以降、徐々に導入が進んでおり、世界中で100台以上が稼働中である。日本での薬機法承認はまだだが、新潟大学、岩手医科大学、大阪大学、生理学研究所、京都大学および理化学研究所(和光地区)に導入されて6台が稼働中である。超高磁場の利点として、高い信号対雑音比(SNR)を活用した高解像度化や組織の緩和時間変化を活用したコントラスト増加、化学シフト増加による神経伝達物質などの脳内化学物質計測能の向上が挙げられる。しかし、同時に、安全のために要する注意点は増加する。

構造画像

高解像度のT2強調画像を例示する(図1)。血管周囲腔が目立っているが、健常被験者である。血管周囲腔はアミロイドβ沈着に比例するとの報告があり、glymphaticの障害との関連が示唆され

ている。7Tでは、こうした高精細T2強調画像で、全脳を3分以内に撮像可能である。T1強調画像では、3TでもMPRAGEに代表される3D画像を撮像することが多い。7Tでは、現状で送信磁場(B1+)不均一が強く、MP2RAGEが使用されることが多い。MP2RAGEは3Tでも使用されてきた^{1), 2)}が、7Tでは等方0.7mmの高解像度で撮像可能である。そのため、大脳皮質での変化を皮質厚だけでなく、定量的なT1値で計測できる³⁾(図2)。うつ病に関連する手綱核などの小構造を含め詳細な画像評価が可能になると期待されている。

疾患に関する脳画像コントラストとして、近年、神経メラニン画像が注目を浴びている⁴⁾。T1が短縮しており、3T装置でもmagnetization transfer (MT) パルスなどによりコントラストを強調して黒質を高信号に描出できる⁵⁾。進行期パーキンソン病において運動機能低下との相関が高いが、初期変化をとらえるのはドーパミントランスポーター画像

(DATscan)の方がより高いことがわかっている⁶⁾。しかし、nigrosome-1と呼ばれる黒質の背外側部に存在するドーパミン細胞密度が高い小領域を対象とした撮像により、MRIでの診断能を向上させる研究が進んでいる。7Tでは高解像度T2*強調画像により、正常なnigrosome-1を明瞭に描出可能である(図3)。無論、小出血や皮質の微細静脈構造⁷⁾まで描出可能である(図4)。後者は脳機能fMRIのBOLDコントラスト信号を静脈血還流構造からデコンボリューションして、大脳皮質層別活動の解析に貢献しうる⁸⁾。

緩和定数の変化、特にT1値の延長は、7Tでの撮像に有利に作用する場合がある。代表例はMRアンギオグラフィ(MRA)である。背景信号を抑えて流入する血液信号を強調することで、前脈絡叢動脈や傍正中視床・中脳動脈、レンズ核線条体動脈など、細いながら重要な動脈枝の描出が可能となっている(図5)。撮像が長くなる点は問題だが、

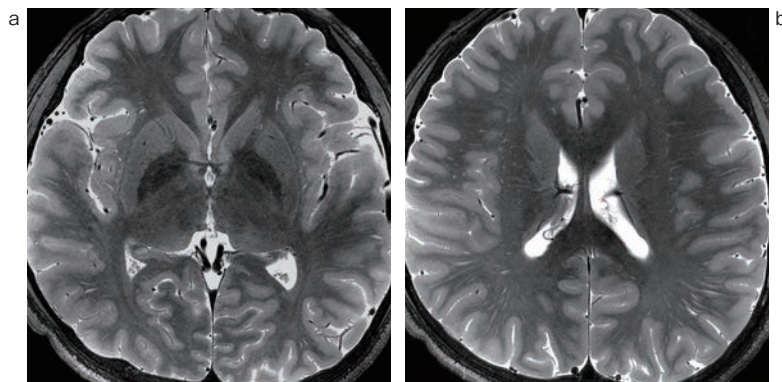


図1 7T MRIで撮像した高解像度T2強調画像(0.4mm×0.4mm×2mm) 正常構造に加えて、やや目立つ血管周囲腔も明瞭に描出されている。