

NMR の 画 像 と 評 価

1. NMR の画像と評価

京都大学脳神経外科学教室 安 里 令 人

NMR 画像の評価に関しては2つの立場が考えられる。1つは画像診断の枠内で検討しようとするもので、この立場では画像の診断能力が関心事であり、またNMR画像法の独自性が探求される。2つめはNMR画像がとらえている情報の意味を掘り下げ、原理的立場に立ち帰って画像を評価しようとするもので、これはNMR測定値自身に生物学的意味があるという認識に基づいている。直ちに理解されるように後者は前者の基盤となりうるが現在のところこの基盤は脆弱で私達の実験的検討も不十分であり、とりあえず前者の立場からNMR画像を考えざるを得ない。こうした前提から私達の教室での経験に基づいて議論する。

1982年11月から1983年5月上旬までに30症例のNMR-CT検査を行った。すべての症例は入院時点でX線CTによる部位診断が確定していた。手術対象27症例中26例は組織学的診断が確定している。撮像には島津製作所中央研究所の試作機(0.15 Tesla)または三洋電機中央研究所の試作機(0.14 Tesla)を用いた。撮像術式は前者が2次元フーリエ変換法(2D-FTズームトグラフィー)、後者が投影角構成法である。NMR信号測定のパルス系

列は、飽和回復(SR)、反転回復(IR)、スピン=エコー(SE)を用い、パルス系列のパラメータ値を適宜変えて撮像した。

NMR画像法では患者および撮像装置の空間的移動を伴わずに撮像断面を決められる。このため患者に無理な姿勢を強いることなく直接矢状断・冠状断を得られ、視神経の軸に沿った斜位直接断層撮像も可能であるから、手術的治療に先立っての病巣の立体的把握にきわめて有利である。撮像に用いるパルス系列の種類およびパラメータ値によってX線CTのような造影剤の投与なしに多様なcontrast enhancement効果の得られることが知られているが、これはある程度の疾患特異性をもつNMR緩和時間値に基づいており、鑑別診断の根拠となり得る。緩和時間は病勢に対応して変化すると考えられ、治療に対する応答をNMR画像が鋭敏にとらえることも分った。

NMR画像法ではその属性から1画像を構成するデータの収集に1〜3分以上を要するのが普通である。したがって日常の補助診断法として一般化するには多重断層撮像による撮像時間短縮が必順の条件と考えられた。

2. NMR の画像と評価

名 大 放 小 幡 康 範

現在一般にNMR画像として得られている原子核はほぼ水素原子核(プロトン)に限られている。NMRによって得られる情報はプロトン密度、縦緩和時間(T_1)、横緩和時間(T_2)、流速であり、映像法とパルス系列によって得られる画像に含まれる各情報の割合が異なっている。これらの映像法のうち、飽和回復法では主にプロトン密

度分布が表現され、反転回復法では T_1 成分が多く含まれる。スピンエコー法では T_2 に多く修飾されている。また同じパルス系列であってもそのパラメータの変化により得られるNMR画像は微妙に変化する。

ダマディアン¹⁾の報告した磁場焦点法を応用したFONAR社QED 80dで撮影した脳のプロトン密度分

布像の所見を各種病変について同一部位のX線CT像と比較してみた。FONAR社QED 80dの用いる静磁場の強さは0.041テスラと低いため、得られるNMR画像は鮮鋭度が悪く解剖学的な情報を得ようとするならばX線CT像の方が優っている。しかしX線CTの撮影の際障害となりやすい空気や骨・歯がNMRCTでは障害とならない。したがって頭蓋底部、口腔などの部位ではX線CTよりもNMRCTの方が有利である。

NMRCTにはX線CTのような機械的な回転機構がなく、断面は電気的に決定される。したがってX線CTでは数枚の横断面の情報から矢状面や前額面が再構成されるため空間分解能が悪くなるのに対して、NMRCTでは任意に断面が選択できしかもそれぞれの面の空間分解能には差がない。後頭蓋窩、頭蓋底、脊髓、心臓、上腹部などでX線CT像に優るNMR画像が得られている。さらに心臓の場合NMRCTでは任意の位相で同期させた画像を得ることが容易であり、より診断に有利である。一般にNMR画像の鮮鋭度は磁場強度に依存し、磁場

が強くなるほど画像の鮮鋭度はより良好となる。

FONAR社QED 80dのT₁測定モードを用いて正常ボランティア・各種頭蓋内疾患に対してT₁を測定した。値は焦点内の平均化されたT₁を示し厳密には扱えないが、組織・病巣とT₁値との関連について分析を行った。

T₁とT₂は悪性腫瘍において延長することが知られている。そしてT₁、T₂の延長は臓器あるいは病態によって、その度合が異なっている。これらの分析のためにはT₁、T₂の単一情報画像が必要となるが、一般に用いられる飽和回復法、反転回復法により得られる画像は各種割合でNMR情報の混合したものでありパラメータによりその値は変化する。そのため、これらの映像法で得られる情報から、プロトン密度、T₁、T₂画像を計算により導く試みがなされている。

東芝製NMRCTを用いて得られた脳腫瘍症例のT₁、T₂の情報より病巣部位を検出する計算画像の方法を試み有用であることがわかった。今後さらにこの方法による悪性腫瘍鑑別の有効性について検討を加えたい。

3. NMR-CTの臨床的有用性

NMR-CTの臨床応用が開始されていまだ数年足らずであるが、その普及はめざましく、わが国でも数か所の施設で既に稼動が始められている。NMR-CTの主な特徴として次の5点が挙げられる。1) 電磁波を用いるため少数の例外を除いて侵襲はない。2) コントラスト分解能が高い。3) スライス面を任意に選択できる。4) T₁およびT₂値の計測で病巣の組織特性に関する情報が得られる。5) 血流速度や組織の化学的变化などの機能診断が可能である。しかし現在のNMR-CTの最大の欠点はスキャン時間が数分と長いこと、臨床的価値を有する空間分解能の高い画像を得るには、対象が呼吸性移動に影響されにくい部位でなければならない。

われわれは上記の性質を有する脳、脊髓、四肢、骨盤を中心とし、胸部(心電図と同期させた心臓像を含む)や腹部の疾患に対し、NMR-CTを施行した。画像は可能な

限り、同じ時期に施行されたCT画像(心臓ではSPECT画像)との比較を行った。そしてそれぞれの検査法において病巣の存在診断および質的診断能の対比をすることにより、NMR-CTの臨床的有用性の検討を行った。また病巣を正常組織のT₁値を算出することにより、後述の各撮像法の至適パラメータの設定に関する検討も試みた。

使用装置はいずれも常電導磁石(0.12~0.15テスラ)を使用したもので、島津製と日立製、東芝製のNMR-CTである。撮像法は装置によって異なるが、T₂の影響を少なくしたspin echo法とT₁を強調したinversion recovery法を用いている。また複数枚のT₁パラメータの異なる像よりT₁値の算出およびT₁画像の描出が可能で、画像上の関心領域のT₁値の計測も可能である。

東 大 放 吉 川 宏 起