

NMRの臨床応用と将来の展望

金子昌生

浜松医科大学放射線医学教室

NMR医学研究会の発会記念講演会にあたり、NMR研究の開祖の一人である阿部善右衛門教授による特別講演「NMRによる生体計測」を、拝聴することができたことは誠に有意義であったと思う。新しい研究の始まりは外国からの受け身であることが多く、残念であるが、NMRでは日本人による独創的な仕事が確立していて、本当に心強く、日本人の一人として誇りを感じる次第である。しかもそのあとの一般演題でも、基礎的なことにつつまんだ研究が行われていることが報告され、これからの日本のNMR研究の前途は洋々たるものがあると確信できた。

NMRの世界の趨勢をみるのに、ブラッセルにおける第15回国際放射線医学会議(International Congress of Radiology, ICR)での発表を参考にしてみると、NMRはシンポジウムのテーマにとりあげられ、そこでは聴衆が多く集まり関心が高かったことを示す。同時に開催されたWorld Expo 81の機器展示でも、欧米の各社はそれぞれのコーナーに自社製のNMRの装置のパネルや、NMR映像を展示したり、原理図などを示していた。その一部を紹介するとともに、NMR映像法の臨床応用と将来展望につき述べてみたい。

Philips社の実験的なNMR Imaging Systemは、画像合成時に異なった磁場条件で得られた多方向のProjectionを、コンピュータで再構成した像を展示していた。臨床データは、Leiden大学のものので ^1H densityと T_2 像を含み、頭蓋のNMR像では骨はまったく影響なく、脳のgyrusのcontrastは良好であった。

Siemens社は、spin density, relaxation timeとflowを測定可能なmachineのパネルと、NürnbergのZeiller教授のところでErlangen大学の脳外科のW. Hukのデータを供覧していた。画像は、まだ十分とはいえないが、Bodyの画像も含まれていた。脳水腫の小児の頭部側画像は非常に所見が明白であった。

CGR社は、頭部・体部の数多くの像をパネルで供覧していた。フランスではNMRでなく

RMN となる。

アメリカの GE 社は、NMR の原理図と NMR 機器の完成予想図をパネルで示したのみで、実際の NMR 像は出されていなかった。

Technicare 社は、装置のパネルと、NMR 画像についてもかなりよい画像を出していた。

Picker International は Nottingham 大学の Moore, Holland, Hawkes などの協力を受け GEC Hirst Research Center の NMR チームが NMR 1000 を製作し Nottingham の Queen's Medical Center で臨床応用を行い、NMR 画像は線画と対照して展示してあった。データの取得は、限定されたスライスに対し、リニア磁気勾配を持った磁場を回転させ、一組の projection データをとる方法である。フィルター通過後 back projection 法により reconstruction する。この方法では同一データから任意の平面の画像すなわち transverse 以外に sagittal, coronal もとれる。スキャン時間は 2 分で、40 分間に transverse 5 枚, sagittal 5 枚, coronal 5 枚の計 15 枚の画像が得られる。

学会発表の中で Nottingham 大学の物理の R. Andrew 教授は、「医学における NMR の応用」と題して講演し、その中で Aberdeen, Nottingham と London の Hammer Smith の NMR 画像を多数供覧した。これらの画像はその時点では最もすぐれた画像と考えられた。color display では血管は血流のため白く出ており、肝内の腫瘍転移像も明らかに確認できた。脳内の cystic な変化や、脳の gyrus の切れ込みなど、同時に示された X 線 CT よりも contrast は良好であった。脳内の動脈瘤を示した症例でも、Artifact はほとんどみられず、第 1, 第 2 世代の X 線 CT をしのぐ良好な画像であった。andrew 教授は結論的には NMR Imaging の特徴として、放射線被曝のないこと、無侵襲で、骨の影響の少ない NMR 特有の画像が得られ、多方向撮影が可能であることを強調した。

NMR 映像法の臨床の特徴と望まれる NMR 装置の要件を列挙すれば 4 項目あり、第 1 は上述のごとく (1) 「無侵襲と放射線被曝のないこと」、そして恐らく、あまり強力な磁場でなければ「無障害」であろう。しかし、中川正祥氏の報告でも述べられたが、「磁場の生体に対する影響」の中で、マウスに対する 16~48 時間の機能的な変化は、急性の影響をみたものに入ると考えられる。今後は、高磁場照射後の慢性の変化も check してゆく必要があると思う。

磁場の障害因子としては、①静磁場、②高周波磁場、③磁場の高速切替えの三つがある。Wolff の実験でも、長時間高周波磁場に培養細胞をさらしても、染色体への影響はなかったとの報告がある。磁力の本当の影響がまったく無視できるかどうかの結論はまだ出ていない現段階では、心疾患のある人や妊婦などはさけるべきであろうし、検査時、磁性体は保持しないようにした方が安全である。

(2) 「電子工学的スキャン」として画像が得られる。すなわち、電気的操作で行われることが多い。機械的な方法でも磁場焦点法では、直接多方向断層が可能であり、人体の三次元情報が簡単に得られる特徴がある。

(3) 「局所スキャン」は問題となる関心領域から、さらに高精度情報を得ることが CT より容易である。

(4) 「NMR 映像法による臨床情報」は、今までの放射線医学的な画像診断法では容易に得られなかった三つの特徴がある。

① 「水素イオンの密度像」が得られる。これは生体内の水分の分布状態が描出され、水分代

謝の解析に役立つ。肺では肺水腫や出血，心大血管の解析をもとに循環器系への応用の可能性は非常に大きい。

②「 ^1H 緩和時間 (T_1, T_2)」は， T_1, T_2 ともに悪性腫瘍で高値となり Oncology で大いに期待される。この腫瘍組織で緩和時間が延長される理由について，蛋白とそこに含まれる水分との結合状態が，正常組織では秩序立った配列をとっているが，癌になるとその配列が乱れる。癌組織には ^+Na や ^+K イオンが正常組織より多いため，これらが結合水に影響するためだといわれている。これは Malignancy Associated Pathology (MAP) として，小さな癌の発見に威力を発揮するであろう。

この緩和時間を臓器の断面像に応用すると，脳の白質と灰白質の contrast の差が40%もあり，X線CTの1%以下とは比較にならないことがわかる。

③「化学的情報」体内の物質の化学的な情報が非破壊的に得られるということは，今後の医学に大きな impact を与える NMR の大きな特徴といえる。

今後開発される NMR 装置に期待される要件を列挙すれば，次の5項目となる。

- (1) 全体像がとれること。
- (2) 局所の精密スキャンが可能なこと。
- (3) 撮影時間が短いこと。
- (4) 緩和時間が測定できること。
- (5) 水素イオン以外の ^{31}P ， ^{23}Na ， ^{19}F ， ^{13}C 等も対象となる化学スペクトルが測定できる装置が望ましい。そして S/N 比が高く，安定した画像と reliable な生体の化学分析ができることを期待したい。

最後に，NMR の将来展望として考えられることは，NMR は基礎のみならず臨床医学の中で重要な位置を占めるであろうことは間違いない。しかし，CT の出現したときのような大さきわぎではなく，その特異性を十分生かしてゆけるように活発な，しかし慎重な応用が望まれる。すなわち，今まで医学の中では应用されていなかった磁力を医学に用いるので，磁力の生体を与える影響を十分検討することはいうまでもないが，強磁場の環境に与える影響を少なくすることや，磁石の重力が大きいため，建築学的にも病院の中での配置や，耐震構造等も考慮する必要が出てくるであろう。

医学は応用科学である。医師は医療の場において，より正しい情報を早く得て，早期診断，早期治療を望む。NMR を医療に応用するにあたり，やはり，臨床に役立つよい NMR 装置の開発が何といても先決である。そのため工学の協力を得て，安定した強磁場や，CT ですでに得られている電子工学的な画像形成のためのコンピュータの応用により，NMR がとにかく得られる Proto type の装置を用いても基礎的な検討を重ね，医学の Need を feed back しながら，臨床に役立つ立派な NMR 装置が開発される process が必要である。どのような情報が，どのように得られ，どのように応用可能かを知るための動物実験を含む基礎医学的な検討も重要である。このような NMR の黎明期に，工学から臨床医学までの幅広い科学者の横の繋がりを持つ NMR 医学研究会が発足したことは，NMR の将来展望に非常に明るい道を開いたことは確かであり，各分野の協力体制を生かしますます発展させて行かねばなるまい。