

NMR-CT の臨床応用 (第2
報)

—骨疾患への応用—

Clinical Trial of NMR-CT
(Report 2)

—The Utility of NMR-CT for
Bone Disease—

池平博夫 (放射線医学総合研究所臨床研究部)
 福田信男 (同 上)
 館野之男 (同 上)
 遠藤真広 (同 上)
 松本 徹 (同 上)
 飯沼 武 (同 上)
 季 元浩 (千葉大学医学部整形外科学教室)
 永瀬譲史 (同 上)
 梅田 透 (千葉県立がんセンター病院核医学)
 伊藤一郎 (同 上)
 油井信春 (同 上)

キーワード

NMR imaging, T_1 image, inversion recovery image, bone disease.

要 旨

The NMR-CT system used in this study is the Mark-J, which is based on four vertical coil air-core magnets operating at about 0.1 Tesla and giving a proton resonance frequency of 4.5 MHz.

The inversion-recovery and calculated T_1 images are used mainly for diagnosis and detection of lesions and determination of lesion area. It has been found effective to use calculated T_1 images to obtain normalized images for comparison with images from other patients as well as with those of follow up studies.

Experimental imaging of musculo-skeletal diseases indicated NMR to be particularly useful for the detection of aseptic necrosis of the femoral head, and other useful for the detection of bone tumor.

NMR-CT can play an important role in the diagnosis of musculo-skeletal disease. It is highly suitable for early detection of aseptic necrosis of the hip joint, as the difference between the T_1 values of diseased and healthy tissue allows earlier detection than is possible with X-ray photographs. It can also be used effectively for determination of the size of bone tumors.

1 はじめに

NMR-CT の臨床診断への有効性の評価は既に多数行われているが、骨疾患への応用はまだほとんど報告されていない¹⁻³⁾。しかしNMR-CTでは骨がアーティファクトの原因とならず、しかも骨髓や骨腫瘍などは鮮明に描出されるために病変の進展範囲等を決定するために、あるいはX線CTにおけるCT値よりは組織による違いが大きい緩和時間を利用した鑑別診断の可能性も考えられるために、今回NMR-CTの骨疾患への応用を試みた。その結果、NMR像が診断上有効であった症例を経験したので、それら症例のNMR画像を供覧し骨疾患へのNMR-CTの有用性評価の第1歩としたい。

2 装置および方法

使用した装置は旭Mark-Jであり、主な仕様は常伝導公称0.1Tesla、プロトンの共鳴周波数4.5MHzで画像再構成法はスピノワープ法による二次のフーリエ変換方式であるその詳細については既に報告している⁴⁾。

症例は千葉大学医学部整形外科教室および千葉県立がんセンターより紹介された9例について

てNMR-CT検査を行った。内訳は、大腿骨頭壊死3例、骨肉腫5例、巨細胞腫1例である。

検査は仰臥位にて全身用コイルを使用したが大児で頭部用コイルに足の挿入が可能な者については、頭部用コイルを使用した。

使用したパルス系列は、飽和回復法 (Saturation Recovery, 以後SR)、反転回復法 (Inversion Recovery, 以後IR) および T_1 の計算画像でパルス系列の表示はNMR医学研究会の規定に従いSR法の場合繰り返し時間 (T_r , ミリ秒) をSR (T_r) とし、IR法では緩和待ち時間 T_d ミリ秒と T_r を用いてIR (T_d, T_r)、 T_1 像では $T_1 (T_d, T_r)$ と記載した⁵⁾。

3 結果

昭和54年3月までに骨疾患で我々が扱った3種9例の疾患の中でそれぞれ1例ずつ典型的な症例を以下に示す。

症例1. 両側大腿骨頭無腐性壊死, 53歳, 男性
昭和58年夏頃より両側股関節痛にて発症し精査の結果上記診断が確定した症例。図1aはSR (2000), 図1bはIR (300, 1000), 図1cは T_1 (200, 2000), のいずれも両側大腿骨頭を通る平面での直接前額断層像である。病変部はIR像で

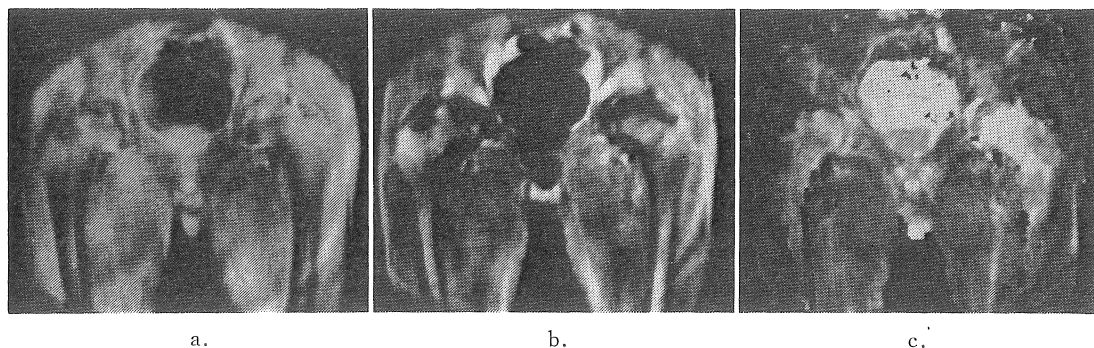


図1 53 years-old male, bilateral aseptic necrosis of femoral heads.
a. SR (2000), b. IR (300, 1000), c. T_1 (200, 2000)

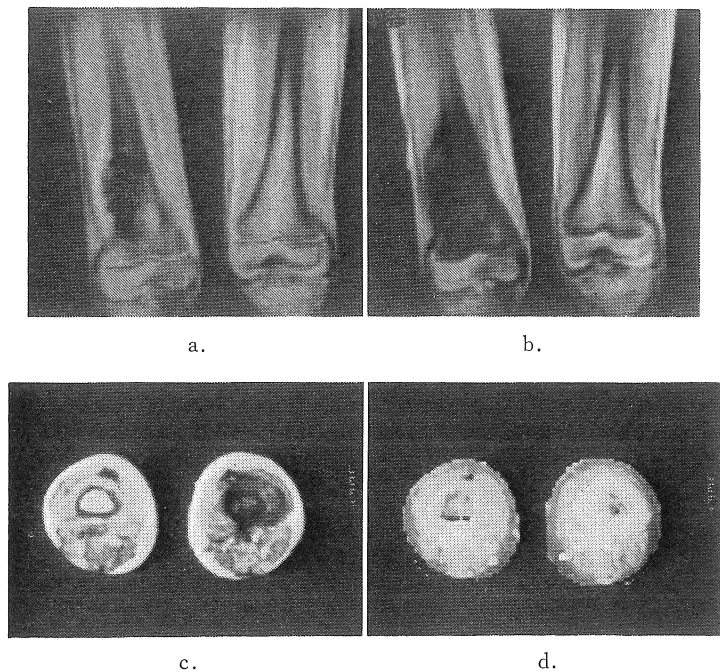


図 3 9 years-old male, osteosarcoma of right femoral bone.
 a. SR (2000), b. IR (600, 2000), c. IR (600, 2000),
 d. T_1 (200, 2000)

上記診断を受けた症例である。本症例は小児であるために頭部用コイルを使用した。図 3 a は SR (2000)、図 3 b は IR (600, 2000) でいずれも前額断層像である。図 3 c, d はそれぞれ IR (600, 2000) および T_1 (200, 2000) の病変部の横断像である。いずれも病巣の浸潤領域の判定は可能であるが、空間分解能では IR (600, 2000) が病巣の質的診断では T_1 像が有効であった。前額断層像にて病変の形態変化が明瞭に描出された。特に SR 像では、病変中心部のおそらく壊死による組織欠損部が描出されている。

4 考 察

NMR-CT の臨床診断への最大の有用性は、これまでも述べられているように、X線 CT に比較してスライス面の選択の自由度が増して、前額

断層像あるいは矢状断層像などの撮影が可能となったことにある。

特に緻密骨からの NMR 信号が弱いために X線 CT などで見られるアーティファクトの原因とならないことなども骨疾患への応用に関しては重要な点である。

本稿で論じる骨疾患は大腿骨頭無腐性壊死、巨細胞腫および骨肉腫であるが、いずれの場合でも病巣領域診断および質的診断に有効であり、1000 ガウスという低い磁場においても良好な解像力の画像が得られ、病変部の変化も単純 X線より早く捕えられ RI 検査との比較が今後必要である。

これまではすべてなんらかの検査により所見のある症例についてのみ NMR 検査を施行して来たので、早期発見のためにも、症状のみの段階での NMR 応用も考えられる。

無腐性大腿骨頭壊死については、IR 像および

SR 像では病変領域が十分確認できないが T_1 像 (図 1c) ではその程度と領域がはるかに鮮明であった。本症例は進行症例であるが、他にも核医学検査でのみ異常所見が得られた例で NMR-CT で病変確認が可能であった症例を経験しており、骨頭無腐性壊死などの血流障害によって生じる疾患については NMR-CT による早期発見の可能性が非常に有望である。

巨細胞腫については、わずかに 1 例の経験であるが、NMR 像によって病巣の浸潤領域の判定が可能であり、骨外への非常に強い浸潤は見られなかった。

IR 像, SR 像では形態変化が明瞭にとらえられており、特に SR 像での描出が良好である。SR 像での信号強度は局所のプロトン密度とその緩和時間によって決まるので、巨細胞腫では SR (2000) 像がその検出に優れたパルス系列であると考えられる。ちなみに T_1 像は再現性のある画像が得られ色調は主として T_1 値のみに依存しているために NMR 標準画像として有効であろうと考えているが、本症例の場合病変部は T_1 値 410-460 ミリ秒であり正常部分 260-280 ミリ秒に比較して著明に延長していることがわかる。この値は骨頭壊死の 500-650 ミリ秒、骨肉腫の 480-540 ミリ秒と比べてやや低い値を示していたが、鑑別診断に利用するためには今後の検討が必要である。また、図 2e に示した T_1 値のヒストグラムは周囲健全組織と病変の質的鑑別およびその浸潤形態すなわち慢性か局在性かの判定の際に目で見た判定より有効である。

骨肉腫は X 線写真でかなり判定が可能であるが、NMR-CT ではさらに骨髄に平行な断層像が鮮明に得られ、立体的病巣の把握が可能であり、SR 像および IR 像ともに形態判定に有効で、われわれの経験では SR 像は腫瘍の内部構造に、IR 像は腫瘍と骨髄あるいは軟部組織への浸潤の観察に有効である。また、骨端軟骨の描出も見られるの

で、骨端軟骨の疾患の診断にも利用できると考えられる。

T_1 像は空間分解能では劣るが再現性があり、病巣の質的量的診断にとって欠くことのできない画像であり、さらに画質を向上させる努力を行っている。

5 結 語

骨疾患特に腫瘍への NMR-CT の応用は前額断層、矢状断層などを利用してその浸潤範囲を明瞭に診断することが可能であることがわかった。また大腿骨頭無腐性壊死については少なくとも単純 X 線写真や X 線 CT より早期に変化があらわれ、核医学検査とともに早期診断への応用が望まれる。

T_1 像は、いずれの疾患に対しても各組織の T_1 値に応じた再現性のある画像が得られ疾病の質的および量的診断に非常に有効であり、特に大腿骨頭無腐性壊死については T_1 像が最も有効であった。

また T_1 ヒストグラムでは病巣の T_1 値の分布を知るだけでなく、周囲組織への病巣の浸潤状態を知るために有用であることがわかった。

文 献

- 1) 梅田 透, 油井信春, 伊藤一郎他: 核医学投稿中。
- 2) 池平博夫, 福田信男, 館野之男: NMR-CT の四肢その他の応用. *Medicina* 20: 2780-2782, 1983.
- 3) Ikehira H., Smith, F.W.: Application of T_1 data to diagnosis using the Aberdeen NMR imaging system. *NMR 医学* 2: 84-93, 1982.
- 4) 福田信男, 池平博夫, 館野之男: NMR-CT の初期使用経験. *画像診断* 3: 1085-1093, 1983.
- 5) 飯沼 武, 館野之男, 遠藤真広他: プロトン(H)-NMR 映像法における RF パルス系列の定義. *映像情報 Medical* 15: 200-203, 1983.