

《ノート》

NMR-CT, Mark-J の臨床使用経験 (第一報)

Clinical Trial of NMR-CT, Mark-J (Report 1)

池平 博夫* 福田 信男* 館野 之男* 遠藤 真広**
飯沼 武* 青木 芳朗** 恒元 博**

Hiroo IKEHIRA*, Nobuo FUKUDA*, Yukio TATENO*, Masahiro ENDO*,
Takeshi IINUMA*, Yoshiro AOKI** and Hiroshi TSUNEMOTO**

*Division of Clinical Research, **Division of Hospital, National Institute of Radiological Sciences, Chiba

I. はじめに

NMR-CT の実用化は、英米両国での研究開発が先行したが、わが国においても昭和58年に入って実用試作装置の臨床試験の段階となった¹⁾。

放射線医学総合研究所（以下放医研）においても旭化成がアパディーン大学 NMR-CT 装置の技術導入と共同研究によって国産化した NMR-CT 装置, Mark-J の臨床試験研究プロジェクトが昭和57年より開始, 昭和58年3月に設置が実現し²⁾, 千葉県がんセンターや千葉大学医学部などの医療機関グループの協力を得て臨床利用を開始したので, その使用経験を報告する。

II. 検査方法および対象

使用した装置の仕様は水冷式4段重ね常伝導電磁石, 公称静磁場 0.1 Tesla を利用し静磁場でのプロトンの共鳴周波数は 4.5 MHz²⁾, 撮影法はアパディーン方式を使用し³⁾, 走査時間はいわゆるプロトン密度画像では飽和回復 (Saturation Re-

covery, 以下 SR) 法による信号を利用し反復時間を 300 msec とすると 38.4 秒必要とし, 反転回復 (Inversion Recovery, 以下 IR) 像の撮影では 128 秒, T1 像では 256 秒で撮影している。また T1 値計算前の画像を Differential image として利用できる。

本稿での撮影条件の記載は飯沼らの提唱に従って繰り返し時間を Tr, 緩和待ち時間を Td, いずれもミリ秒 (msec) 単位として SR (Tr), IR (Td, Tr), T1 (Td, Tr) と記載した⁴⁾。

放医研で臨床試験のために NMR-CT 検査を行う際には, 患者に対して主治医より検査内容について, 安全性と有用性などについて十分に説明を行い, 本人あるいは親権者などの自由意志に基づいた同意が得られた場合に限り, NMR-CT 検査を施行した。さらに検査に先立って NMR 医学研究会の核磁気共鳴診断装置安全性プロトコル (案) に示された第 1 相に相当する調査項目に従って事前に心電図などの検査を行った^{5,6)}。

主治医よりの検査依頼書ならびに当研究所より発行する検査報告書を同様に先の安全性プロトコル (案) に示された記録事項に従って作成した。

検査の対象については, 臨床利用を始めてから

* 放射線医学総合研究所臨床研究部

** 同 病院部

受付: 58 年 10 月 14 日

最終稿受付: 58 年 1 月 9 日

別刷請求先: 千葉市穴川 4-9-1 (☎ 260)

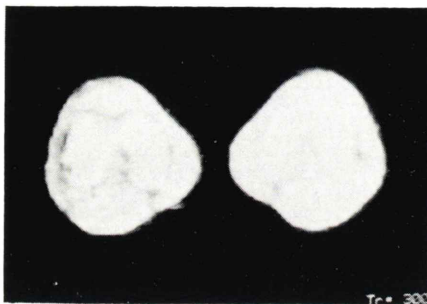
放射線医学総合研究所臨床研究部

池平 博夫

Key words: N.M.R. imaging, magnetic protection, T1 image, Inversion Recovery image, Static magnetic field,

Table 1 Mean exposure time and mean slice number of total 102 cases

Area	Case Number	Mean Exposure time (min)	Mean Slice Number
Head	51	33.9	13.0
Neck	18	22.5	8.89
Breast	17	28.9	11.9
Abdomen	12	28.0	11.1
Pelvis	2	21.3	11.3
Extremities	2	26.5	10.3
Total	102	30.0(6~76)	11.7(3~25)

**Fig. 1** Normal knee SR image (300).

昭和58年9月までの被検者数は140人で、うちわけは健常ボランティア52例、患者は88例、脳疾患41例、腫瘍疾患は58例と脳および腫瘍疾患を中心とし肝腫瘍や骨肉腫などを対象とした。

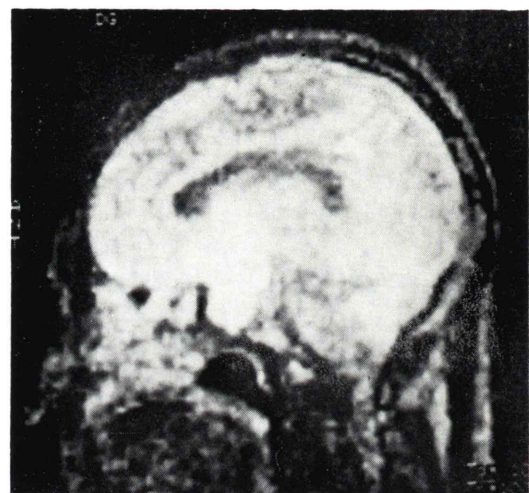
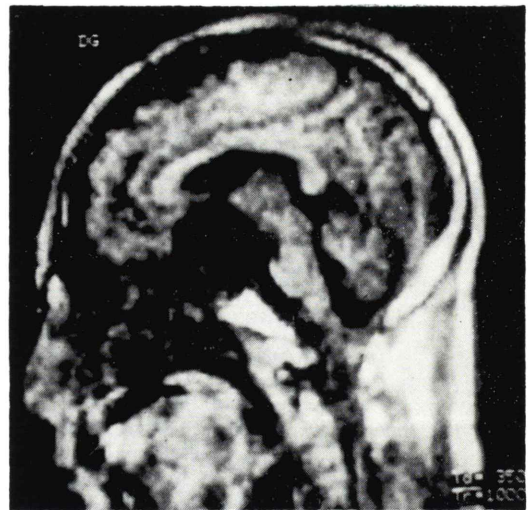
検査ではまず IR 像 (300, 1000) で病変部を走査し、発見された病変部でさらに T1 像 (300, 1000) を数スライス追加して撮影し必要に応じて SR (300) 像を撮影した。T1 像は16階調 100~500 msec (mean 300 msec, width 400 msec, 1 階調 25 msec) のカラー表示で標準化を試みた。

III. 結 果

各部位ごとの検査に要した撮影スライス数および平均走査時間は Table 1 に示す通りである。

一回の検査で撮影したスライス数は3~25スライス、平均約12スライスであった。また検査の間に0.1 Teslaの静磁場に曝露した時間は6分から76分と差はあったが、平均はちょうど30分であった。

また SR 像 (300) では、緩和の効果が加わって

**Fig. 2, 3** 36 years old male. Pituitary adenoma, Fig. 2 IR (350, 1000), Fig. 3 IR (100, 1000).

コントラストのついた画像が得られ、Fig. 1に示すように骨や関節などの形態描出は良好であった。

IR 像は撮影条件を変えることによって病巣の緩和時間に関する情報を得ることができる。Fig. 2, 3 は下垂体腺腫の症例で条件をそれぞれ IR (350, 1000), IR (100, 1000) としたもので、描出のされかたが異っている。

Figure 4, 5 に示すように転移性脳腫瘍による脳浮腫の術前術後の経過観察にも有効であった。

標準化された T1 画像によって、再現性のある

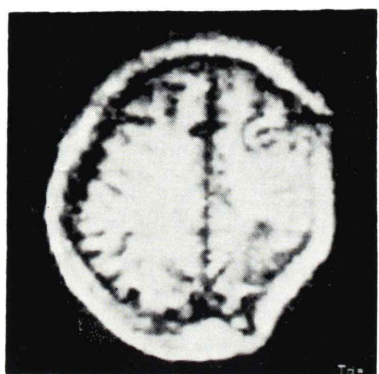
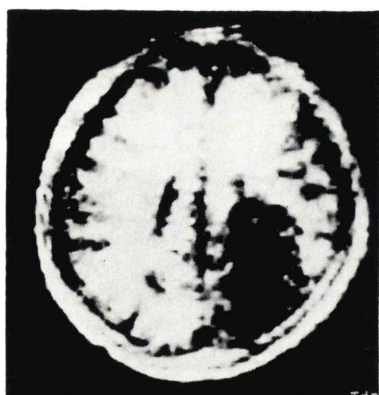


Fig. 4, 5 62 years old male. Astrocytoma,
Fig. 4 Preoperative IR image (300, 1000),
Fig. 5 Postoperative IR image (300, 1000).

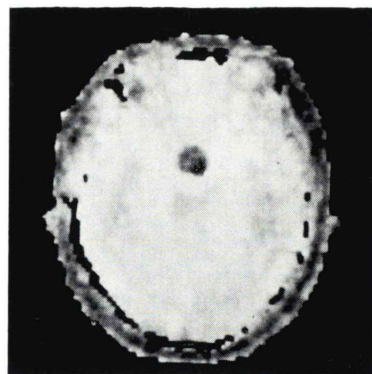


Fig. 6 33 years female. Pituitary adenoma short T1 lesion. T1 image (300, 1000).

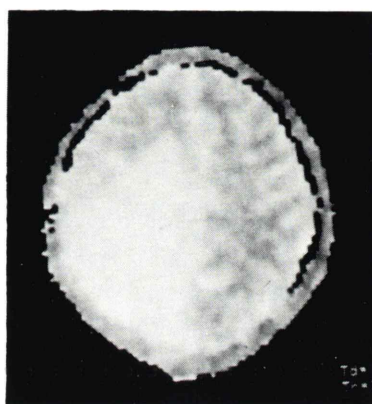


Fig. 7 37 years male. Metastatic brain-tumor with long T1 value. T1 image (300, 1000).

画像が得られ、T1 値の違いによる病変部の評価が可能であった (Fig. 6, 7).

Mark-J によって得られた T1 値を Table 2 に、またアバディーン大学の Mark-I で得られた T1 値との比較を Table 3 に示した³⁾。これらによると正常組織の T1 値の標準偏差は 10% 以内に入っており、主として静磁場の違いによると考えられる T1 値の違いの傾向がわかった。

なお、検査中は当研究所の医師 2 名と主治医が常に立ち会い副作用に関しチェックを行ったがこれまでに NMR-CT の検査によると考えられる副作用は全く見られなかった。

また、体内にキynchャー釘やコイルなどの金属を有する患者の検査も行い、画像への影響は見られたが金属の発熱などの異常を訴えたものは全くいなかった。

Table 2 T1 value of some tissues with Mark-J

Tissue	case number	T1 value (msec)	$\sigma n-1$ (msec)
White matter	24	285	17.6
Gray matter	25	377	15.4
Brain tumor	4	472	69.6
Brain edema	3	499	48.5
Thyroid gland	6	275	18.2
Thyroid cyst	1	650	—
Thyroid tumor	1	344	—
Hyper thyroidism	4	319	15.5
Liver	4	211	14.2
Liver tumor	6	432	22.4
Skeletal muscle	8	286	24.5
Subcutaneous fat	11	189	19.5
Spleen	6	425	45.5
Kidney	4	466	29.6

Table 3 Comparison of T1 value, Mark-J (0.1 Tesla) and Mark-I (0.04 Tesla)

Tissue	T1 value of Mark-J (4.5MHz) (300, 1000) (msec)	T1 value of Mark-I (1.7MHz) (200, 1000) (msec)	T1 ratios 4.5: 1.7
White matter	285	235	1.21
Gray matter	377	301	1.25
Liver	211	146	1.45
Liver tumor	432	246	1.76
Skeletal muscle	286	189	1.51
Subcutaneous fat	189	139	1.36
Spleen	425	277	1.53
Kidney	466	324	1.44

IV. 考 察

本装置は 1 スライス当たりの撮影時間が比較的短い、さらに撮影の能率を上げるために同時多重断層法の導入やアレイプロセッサによる画像処理の高速化などを行うことによって検査処理能力の向上を計画している。

パルスの繰り返し時間を短くとした SR 像は、組織間のコントラストが良く、形態診断に有用であると考えられる。IR 像は、パルス系列を適当に選択することによって画像上で緩和時間の異った部分の造影効果を出すことができるため、病変の緩和時間の推定や浸潤の状態を観察する際に有効である。

Mark-J でこれまでに得られた T1 値によっても組織の特徴による T1 値の傾向を理解することができるので、標準化された T1 画像は臨床経過観察や、病変検索に有用である。Mark-I と Mark-J では静磁場の強さとパルス間隔のとり方が異なるために T1 値に差があり、このような影響をなくすためにも T1 画像の標準化が望まれる。

しかし、今後さらに S/N 比の向上と画像処理方法、撮影条件などの最適化による T1 値や T2 値の NMR-CT での計算法の開発は NMR 画像の標準化や緩和時間による組織の鑑別などに今後重要な意味を持つことが予想されるが、緩和時間の

解析には悪性組織などで得られる T1 値と撮影時間を考慮すると 0.1 Tesla 前後の静磁場が実用的であると考えられる。

これまでに行った検査ではなんら人体への異常はなく、現在報告されている資料を参考にしても 0.1 Tesla 程度の磁場への短時間の曝露では少なくとも人体への短期の影響はなく、晩発性の重大な影響も考えにくい^{6,7)}。

文 献

- 1) 遠藤真広：NMR 映像法の海外における状況、日放技師誌 30: 24-28, 1983
- 2) 遠藤真広、飯沼 武、館野之男：NMR 映像装置の設置について——放射線医学総合研究所での経験——、映像情報 Medical 15: 749-753, 1983
- 3) 池平博夫、フランシス・W・スミス、アン・リード：アバディーン大学における 2 年間の核磁気共鳴イメージング臨床経験——人体の磁場による傷害と防護に関する報告——、核医学 20: 349-352, 1983
- 4) 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
- 5) 厚生省「NMR 映像診断技術の安全性と装置による周辺環境への影響」研究班(有水班)報告書、1983
- 6) 館野之男、池平博夫：磁場・電磁波の生物学的作用と NMR 映像法の安全基準、日本臨床 41: 1536-1544, 1983
- 7) Ikehira H, Smith FW: Application of T1 data to diagnosis using the Aberdeen NMR imaging system. NMR医学 2: 84-93, 1982