

乳腺腫瘍の dynamic MRI

関 恒 明¹

¹杏林大学医学部放射線医学教室

1. 緒 言

従来より乳腺腫瘍の診断は臨床医の触診，X線マンモグラフィ，超音波検査によりなされてきた。ここ数年の間に長足の進歩を遂げた磁気共鳴画像 (Magnetic resonance imaging；以下“MRI”と略す) が乳腺腫瘍の画像診断において，これら従来の診断手法と比べていかなる特色をもっているかについてはまだ報告が少ない^{1,2)}。中磁場超電導 MRI 装置による所見につき X線マンモグラフィ，超音波像と対比し，また病理組織像との検索を含めて報告する。

2. 対 象

1988年7月より1990年2月までの期間に乳腺腫瘍を主訴として受診した女性102名，男性1名を対象とした。

3. 方 法

検査に使用した MRI 装置は東芝社製超電導装置 MRT-50 A (0.5 tesla) である。受信コイルは一般に使用されている全身用コイルでは S/N の高い画像が得られないため，乳房専用の表面コイルを試作し用いた。このコイルの構造は乳房撮影用マットに一部穴を開け，この穴を取り囲むようにコイルが取り付けられている。穴の大きさは日本人女性の標準体型をもとに設定され，縦 130 mm，横 280 mm，コイルの幅は 15 mm である (図 1)。撮影時乳房を自然な形にする必要があるため体位は腹臥位とし，撮影用マットの穴に両側乳房を圧迫・変形されないように入れるという方法をとった。表面コイルの感度分布は両側乳房が左右差なく描出される様に作成されている (図 2)。

撮像方法は当初の 20 例では T₁ 強調及び T₂ 強

キーワード breast tumors, dynamic MRI, peripheral ring enhancement (PRE)

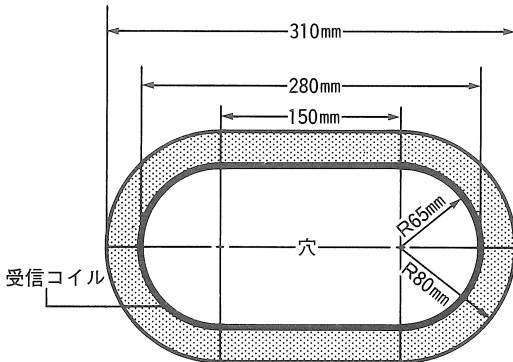


図1. 試作乳房用表面コイル構造図

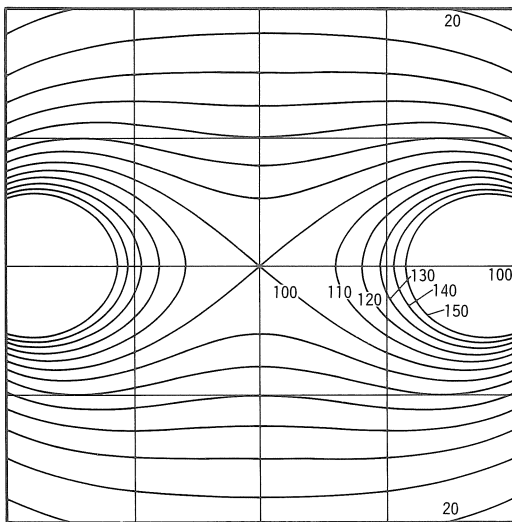


図2. 表面コイルの感度分布。(数値の単位は%)
両側の乳房が左右差なく描出されるように作成されている。

画像により検査を行ったが、それ以後の83例はMRI用造影剤Gd-DTPA (Gadoliniumdiethylenetriaminepentaacetic acid) を用いた造影検査を主体とする方法に切り替えた。また、造影検査83例中59例に対してdynamic studyを併せて試みた。このdynamic studyは、まずT₁強調像で乳房全体を検索した後、腫瘍が描出さ

表1. 撮影方法

【方法】

- ・使用した装置：東芝 HRT 50A (0.5T)
- ・コイル：試作乳房用表面コイル
- ・撮影方法および条件

《通常スキャン》

Pulse sequence

T₁ 強調像：(field echo 法)

TR/TE= 300/14msec. , Ave. 4回

T₂ 強調像：(spin echo法)

TR/TE=2000/40, 80 msec. , Ave. 2回

《Dynamic study》

0.1mmol/kgのGD-DTPA を静注後、

① 直後(10秒後)

② 5分までは1分間隔

③ delayed scan: 8分後, 10分後に撮影。

Pulse sequence

(field echo 法) TR/TE=50/14msec.

Ave. 2回 matrix: 128 X 128, 256 X 256

slice thickness: 5mmまたは10mm

れたレベルでスキャン位置を決定し、0.1 mmol/kg の造影剤を急速注入した後10秒より撮像を開始。5分までは1分間隔で撮像を行い、以後8分と10分後に画像を得た(表1)。

得られた画像をもとにX線マンモグラフィ、超音波像との比較を行い、また、病理組織像との対比についても検討した。マンモグラフィはFCR-101 (Fuji computed radiography system), 超音波は日立 EUB-2D 及び EUB-310 を使用して行った。

4. 結果

1) 病理学的診断の内訳

組織確認が得られた症例は103例中69例で、

受付年月日 1990年7月16日

別刷請求先 (〒181) 三鷹市新川6-20-2 杏林大学医学部放射線医学教室 関 恒明

その内訳は癌 43 例，線維腺腫 12 例，乳腺症 5 例，嚢胞 6 例，脂肪肉腫 1 例，Paget 1 例，fibroadenolipoma 1 例である。

2) 造影 MRI に対する検討

当初 T₁ 及び T₂ 強調像により検査を行っていたが，嚢胞や線維腺腫と癌の典型例を除いて腫瘤の良・悪性を鑑別することは困難なことが多いため，Gd-DTPA を用いた造影 MRI を主体とした検査に切り替えた。

造影 MRI では癌と線維腺腫において明らかな造影増強を示す傾向がみられたので dynamic study の応用を試みた。dynamic study では腫瘤の造影パターンを時間—信号強度曲線 (time intensity curve) で表わし動態的観察も行った。

その結果，癌では造影剤注入後 1 分で time intensity curve は急峻な立ち上がりを示し，ほぼ 3 分以内に造影率の peak をもち，5 分後には低下傾向を示した(図 3)。一方，線維腺腫では明らかな peak を形成することはなく，ゆっくりとした右上りのカーブを描き持続的な造影効果を示すことが特徴的で(図 4)，2 時間後においても著明な信号強度の増強を認めた症例もみられた (図 16)。

また，形態学的には癌症例において dynamic study の有無を問わず辺縁にリング状の contrast enhancement (peripheral ring enhancement : 以下“PRE”と略す)を有した例が 33 例中 10 例にみられ，その出現率は 33% である。この 10 例

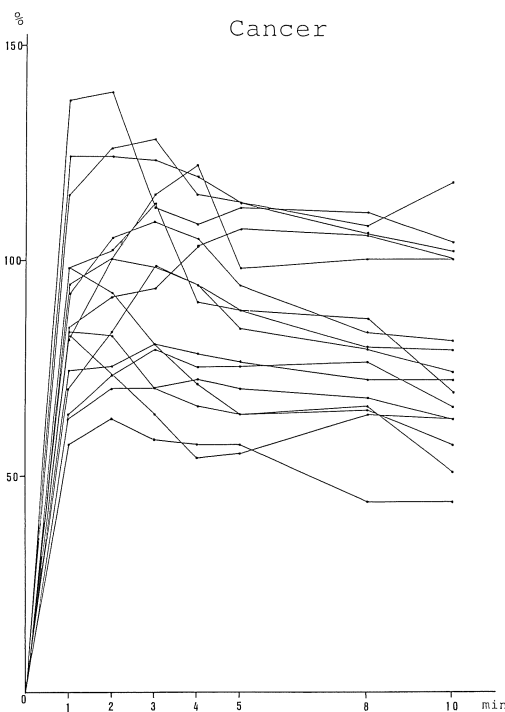


図 3. 時間—信号強度曲線 (癌)

造影剤注入後 1 分で curve は急峻な立ち上りを示し，ほぼ 3 分以内に peak をもち，5 分後には下降傾向を示す。

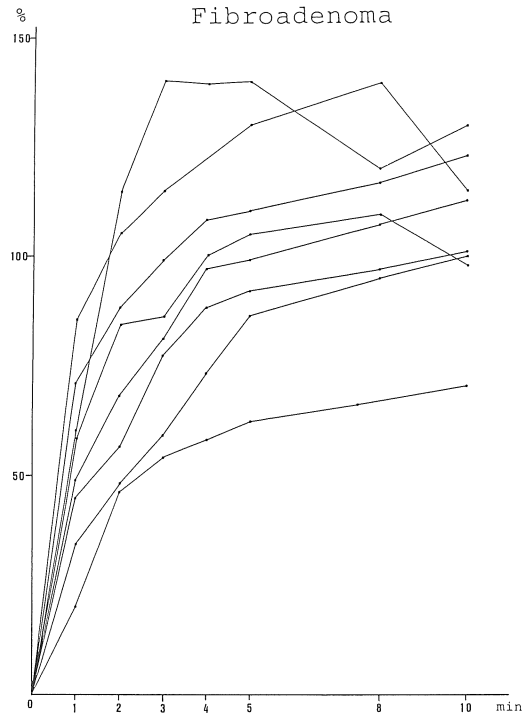
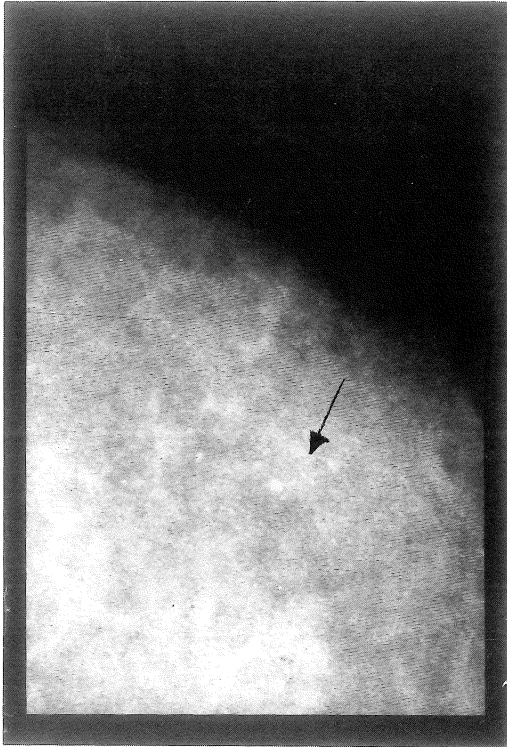


図 4. 時間—信号強度曲線 (線維腺腫)

明らかな peak を形成することはなく，ゆっくりとした右上りの curve を描き持続的な造影効果を示す。



中 9 例は dynamic MRI を施行しており、1 例は通常の造影 MRI である。PRE が認められた癌症例 10 例の X 線マンモグラフィー所見は、腫瘍の確認が困難であったもの 2 例、石灰化 4 例、辺縁不整 5 例、comet tail sign (+) が 1 例である。超音波では辺縁不整 5 例、内部エコー不均一 7 例、縦長な腫瘍 4 例、後方エコー減弱 4 例、connective tissue sign を認めたものが 1 例であったが、両検査とも所見に一定の傾向はみられず、MRI 所見と特に相関する点は見い出せなかった。

3) 症例呈示

症例 1 《乳癌》

① X 線マンモグラフィー：乳腺組織が良く保たれており、乳房全体は濃厚陰影を呈している。微小石灰化を認めるが明らかな腫瘍の指摘は困

図 5. 症例 1. X 線マンモグラフィー

微小な石灰化 (→) を認めるのみで明らかな腫瘍の指摘は困難である。

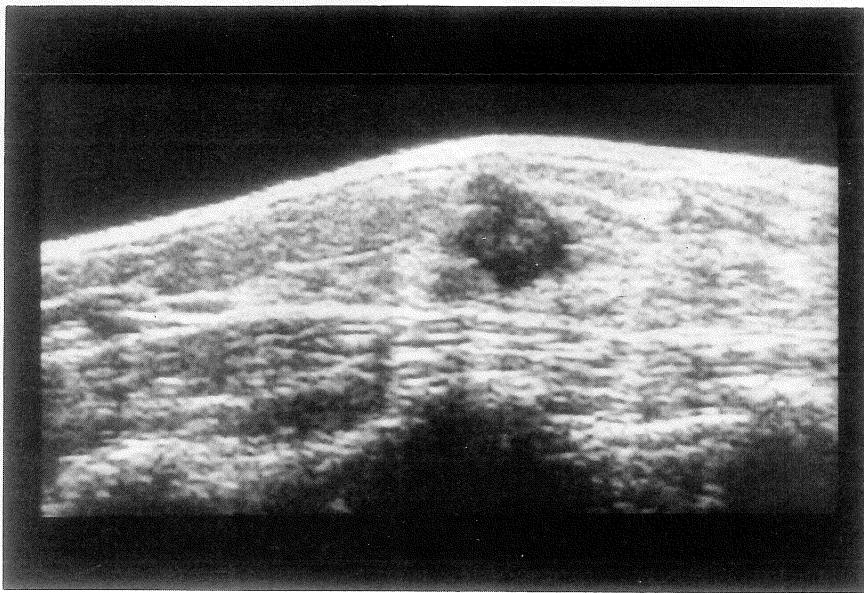


図 6. 症例 1. 超音波像

不整な辺縁を呈する充実性腫瘍として描出されている。

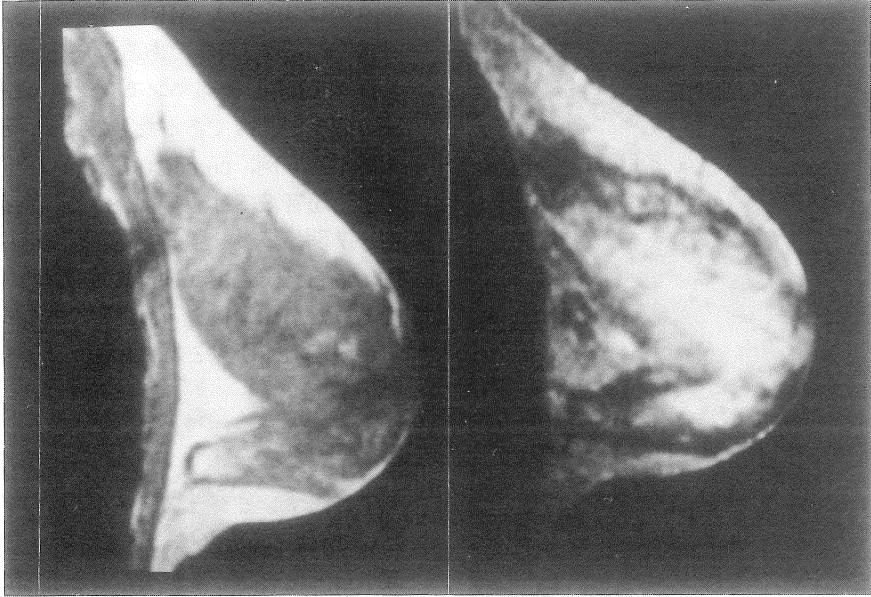


図7. 症例1. MRI(左: T₁強調像, 右: T₂強調像)
明らかな腫瘍の同定は難しい。

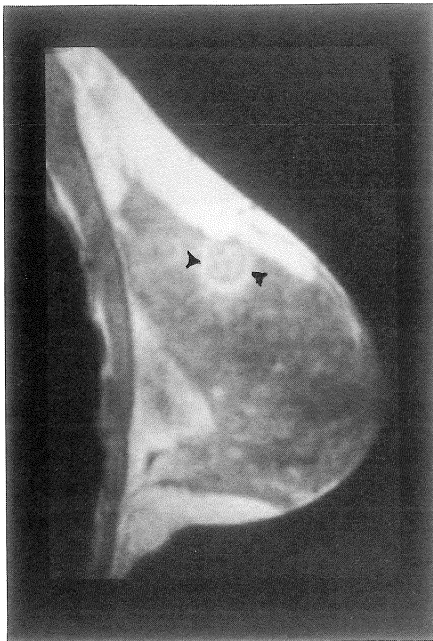


図8. 症例1. 造影MRI (T₁強調像)
PRE (➤) を伴い腫瘍は明瞭に描出されている。

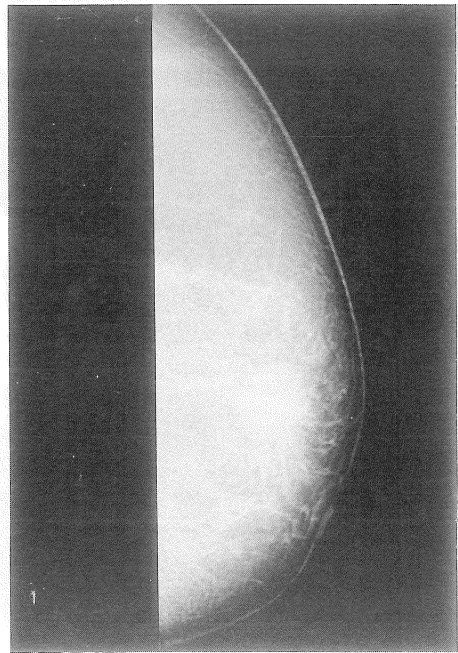


図9. 症例2. X線マンモグラフィ
spiculationを伴った辺縁不整な腫瘍を認める。

難である (図 5)。

②超音波：不整な辺縁を呈する充実性腫瘍として描出されている (図 6)。

③ MRI： T_1 及び T_2 強調像では明らかな腫瘍の同定は難しい (図 7)。しかし、造影 MRI を施行すると腫瘍は PRE を伴い、明瞭に描出されている (図 8)。

症例 2 《乳癌》

① X線マンモグラフィー：spiculation を伴った辺縁が不整な腫瘍を認める (図 9)。

②超音波：辺縁不整の腫瘍で後方エコーの減弱がみられる (図 10)。

③ MRI：dynamic study. 造影剤注入後 1 分で明らかな造影増強を認め、5 分後では腫瘍全

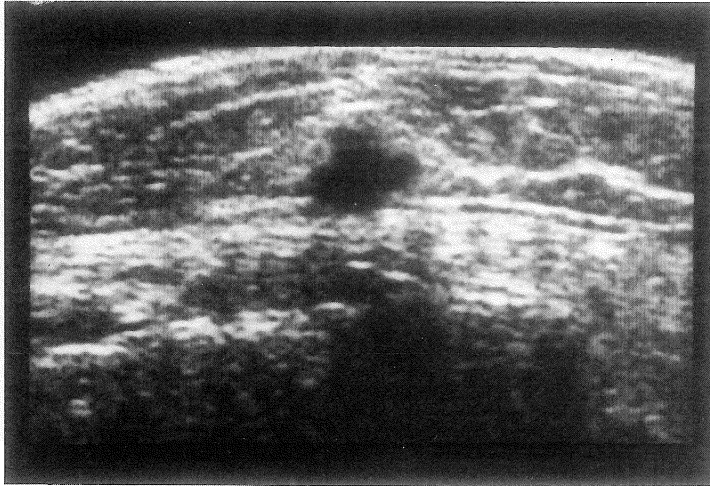


図 10. 症例 2. 超音波像
後方エコーの減弱を伴った辺縁不整な腫瘍として描出されている。

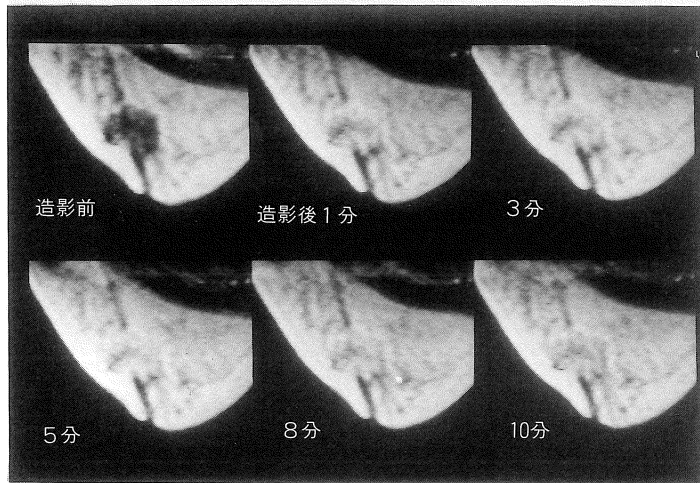


図 11. 症例 2. MRI (dynamic study)
造影剤注入後 1 分で腫瘍に明らかな造影増強がみられ、5 分後では造影効果が乏しくなっている。

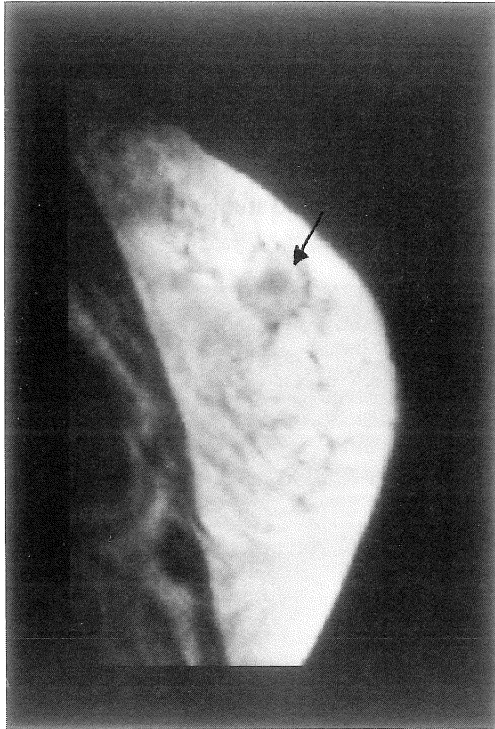


図 12. 症例 2. MRI (造影後期)
腫瘍辺縁に明瞭な PRE が認められる (→).

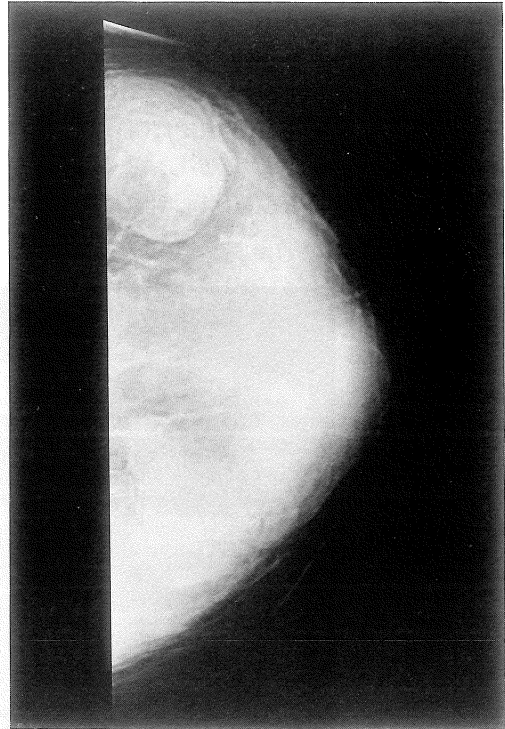


図 13. 症例 3. X線マンモグラフィー
辺縁平滑な腫瘍を認め, lucent halo を伴っている。

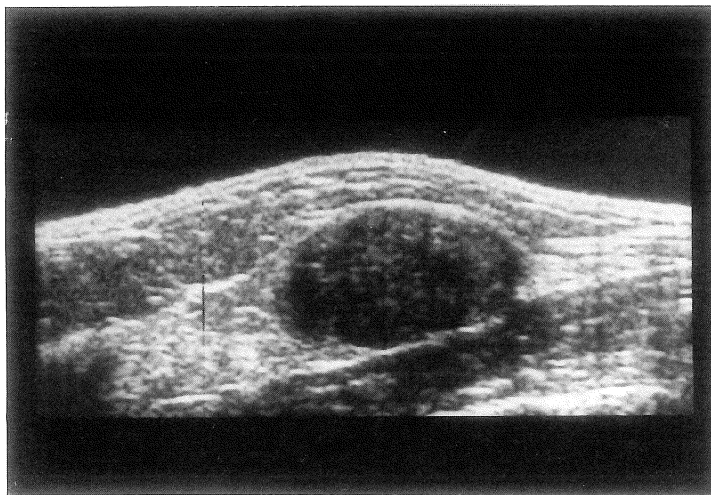


図 14. 症例 3. 超音波像
横径の長い腫瘍で内部エコーは均一である。

体の造影効果は乏しくなっているが(図 11), 造影後期には明らかな PRE が出現している (図 12).

症例 3 《線維腺腫》

① X線マンモグラフィー：lucent halo を伴った辺縁平滑な腫瘍を認める (図 13).

② 超音波：内部エコーが均一な横径の長い腫瘍として描出されている (図 14).

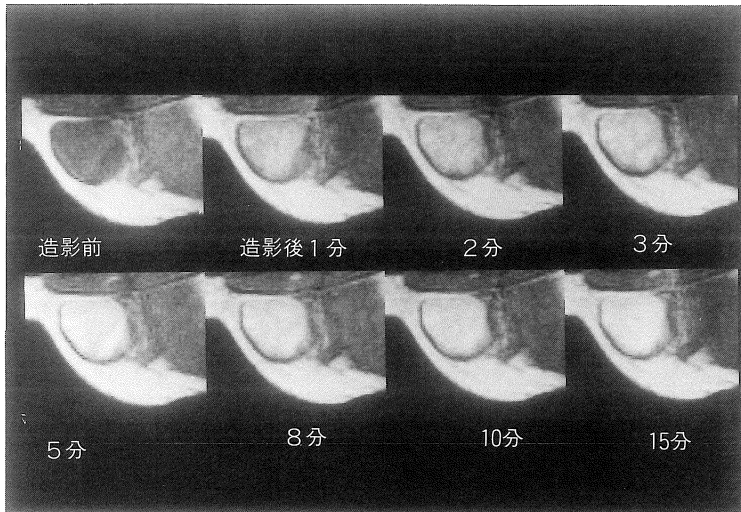


図 15. 症例 3. MRI (dynamic study)

腫瘍は徐々に造影され, 10 分後でも造影増強が認められる.

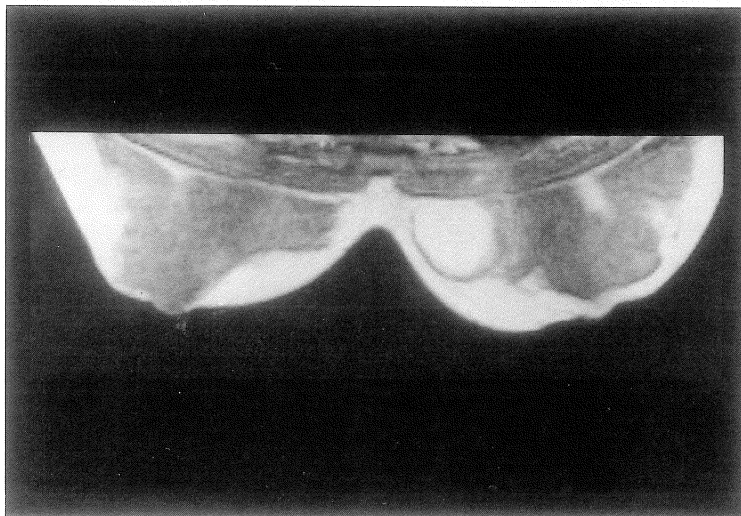


図 16. 症例 3. MRI (造影 2 時間後)

造影効果は長く持続し, 内部構造も均一である.

③ MRI : dynamic study. 腫瘍は徐々に造影され内部構造は均一である。10 分後でも強い造影増強が認められる(図 15)。この造影効果は 2 時間後においても認められた(図 16)。

4) 病理組織像についての検討

PRE を呈した癌症例についてその成因を明ら

かにするべく病理組織学的検討を行なった。10 例中 6 例で癌の辺縁において PRE の所見に相関するように毛細血管を主体とした血管の増生が認められた。中心部は壊死傾向を示し血管の分布は粗である(図 17 a, b)。

一方、組織学的検討を施行し得た 3 例の線維

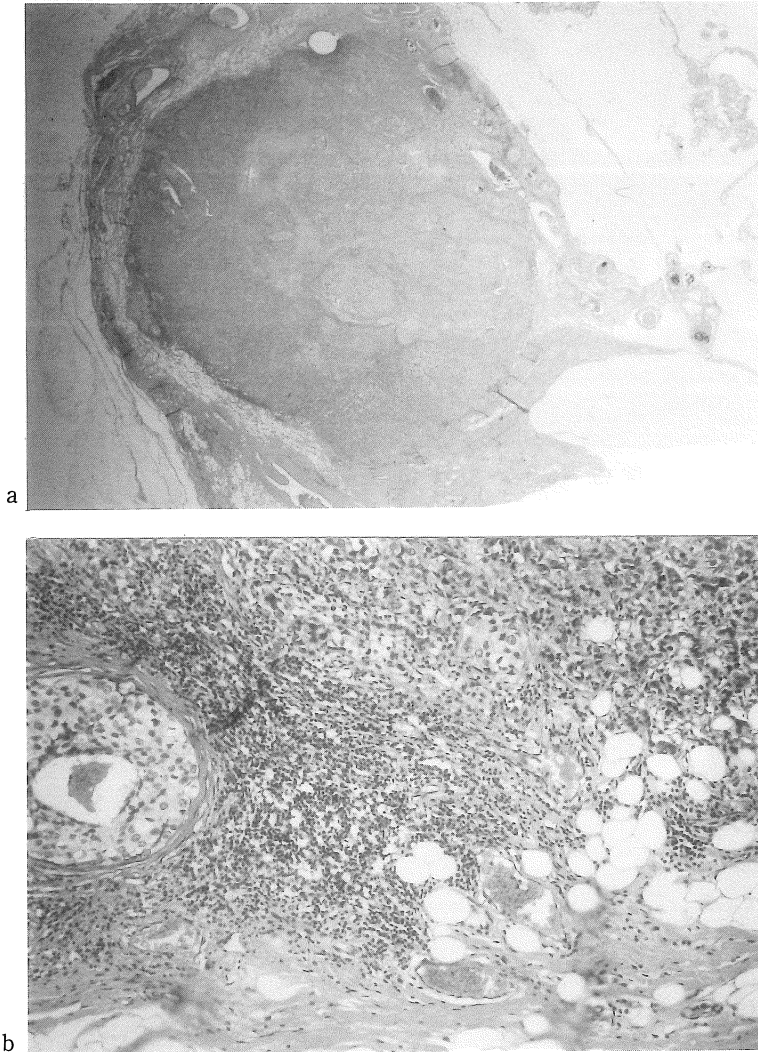


図 17. 癌症例病理組織像(a:ルーペ像, b:弱拡大鏡検像, H.E.染色)
腫瘍辺縁に毛細血管を主体とした血管の増生が

認められる。中心部は壊死傾向を示し、血管の分布は粗である。

腺腫では壊死部分を伴うことはなく、腫瘍内に静脈や毛細血管がほぼ均等に分布していた (図 18 a, b).

5) MRI における診断能の評価

MRI で異常所見を認めた症例における乳癌の診断能について評価を行なった。結果は MRI は true positive (TP) = 31, true negative (TN) =

24, false positive (FP) = 1, false negative (FN) = 4 であり, sensitivity 86 %, specificity 96 %, accuracy は 91 % である。また, X線マンモグラフィでは TP = 28, TN = 20, FP = 1, FN = 6 で, sensitivity 82 %, specificity 95 %, accuracy 87 %, 超音波では TP = 31, TN = 21, FP = 1, FN = 3 であり,

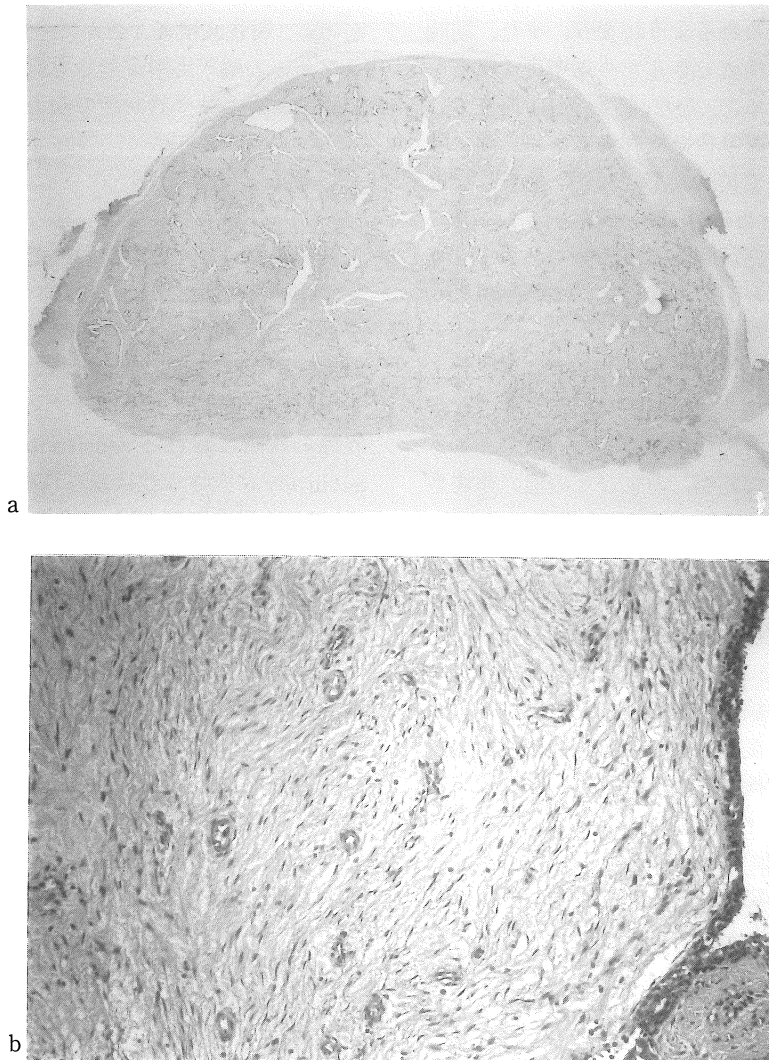


図 18. 線維腺腫例病理組織像 (a: ルーベ像, b: 腫瘍内に静脈や毛細血管がほぼ均等に分布している。弱拡大鏡検像, H.E.染色)

sensitivity 91 %, specificity 95 %, accuracy は 93 % という結果を得た。

5. 考 察

乳房は被検者が動かない限り、MRI の良い適応部位といえる。試作乳房用表面コイルを作成し使用したことにより S/N が向上し画像も満足のいくものが得られるようになり、また、同時に両側の乳房を検査できるため効率良く検査を行えるようになった。ただ、造影 MRI 検査では点滴をしながら腹臥位で検査するため、両上肢を伸展挙上させて長時間（約 30 分）検査しなければならぬため肩関節に苦痛を伴うこと、dynamic study 施行時位置決め像で必ずしも腫瘤を同定することができないといった改善すべき問題点を含んでいる。

しかし、造影 MRI は乳線組織が良く保たれていてマンモグラフィーで腫瘤を同定することが困難な症例、T₁、T₂強調像のみの通常スキャンでは描出が困難な乳癌、およびその他の非典型的所見を示す症例において有用な検査法である。

乳癌や線維腺腫では Gd-DTPA により腫瘤が造影され、また、造影のされ方が多少異なるということは Heywang^{1,2)}、Stack³⁾らにより指摘されている。しかし、①癌の約 30 % に PRE を認めること、②線維腺腫では造影効果が長い間持続し、2 時間後でもなお造影が続く症例があることは今回の検討で初めて明らかになった。

PRE が認められる理由としては先にも述べたように、病理組織学的に 1) 毛細血管を主体とした血管増生が辺縁に強いこと、2) 中心部に壊死を伴っていることが多いこと、などがあげられる。IVDSA による検討では乳癌が濃染像を呈することが知られており⁴⁾、MRI では断層像であるために PRE として描出されるものと考えられる。この PRE は dynamic study の後期、すなわち造影後 10 分以降に認められるのが特徴的である。

PRE は乳癌の血管分布をよく反映しており、線維腺腫での造影増強の持続とあわせて良・悪性の鑑別における一つの手掛かりとなる可能性が示唆される。

乳癌の画像診断における主力は X 線マンモグラフィーであることはいうまでもないが、放射線被曝による発癌の問題もあり⁵⁾、MRI が電離放射線を使用しない検査法である点に一つの特徴がある。超音波検査と並んで今後 MR マンモグラフィーの臨床応用が進む可能性が考えられ、装置の改良と共に診断能の向上が期待される。

6. 結 語

試作表面コイルと中磁場超電導装置を用い、乳癌腫瘍を主訴とする患者 103 名を対象に MRI を施行し、X 線マンモグラフィー・超音波像との比較を行い、MRI の有用性について検討した。

1) MRI、X 線マンモグラフィー、超音波とも乳癌の診断における sensitivity, specificity, accuracy に大きな差はみられなかった。

2) MRI 用造影剤 (Gd-DTPA) を使用することにより腫瘤の検出能は向上し、dynamic study では癌と線維腺腫の time intensity curve に明らかな相異を認めた。

3) 乳癌では造影 MRI において peripheral ring enhancement (PRE) 33 例中 10 例 (33 %) にみられ、病理組織像との対比から PRE は乳癌の血管分布をよく反映しており、線維腺腫での造影効果の持続とあわせて良・悪性の鑑別に役立つ可能性が示唆される。

4) X 線被曝がないことは乳房の検査法として MRI の有利な点であり超音波診断と並んで今後有力な診断法となる可能性がある。

稿を終えるにあたり、終始懇切なるご指導、ご校閲を賜った杏林大学医学部放射線医学教室 古屋儀郎教授並びに蜂屋順一教授に深甚なる謝

意を表します。また本研究に有益なご教示、ご協力を頂いた同学病理学教室講師内ヶ崎新也先生、放射線科 MRI 室、中検超音波室の皆様から感謝致します。

文 献

- 1) Heywang SH, Fenzl G, Hahn D, et al. MR imaging of the breast: Comparison with mammography and ultrasound. J Comput Assist Tomogr 1986; 10: 615-620
- 2) Heywang SH, Wolf A, Pruss E, et al. MR imaging of the breast: use and limitations. Radiology 1989; 171: 95-103
- 3) Stack JP, Redmond OM, Codd MB, et al. Breast Disease: Tissue characterization with Gd-DTPA enhancement profiles. Radiology 1990; 174: 491-494
- 4) Watt AC, Ackerman LV, Windham JP, et al. Breast Lesion: Differential diagnosis using digital subtraction angiography. Radiology 1986; 159: 39-42
- 5) NCRP: National council on Radiation Protection and Measurements: Mammography, NCRP Report No. 66, National council on Radiation Protection and Measurements, Bethesda, Maryland 1980, 32-50

Dynamic MRI Study for Breast Tumors

TSUNEAKI SEKI¹

¹*Department of Radiology, Kyorin University School of Medicine
6-20-2, Shinkawa, Mitaka-shi, Tokyo 181*

Application of MRI for diagnosis of breast tumors was retrospectively in 103 consecutive cases. Contrast enhancement, mostly by dynamic study, was performed in 83 cases using Gd-DTPA and 0.5T superconductive apparatus. Results were compared to those of mammography and sonography.

On dynamic study, carcinoma showed abrupt rise of signal intensity with clear-cut peak formation in early phase, while benign fibroadenoma showed slow rise of signal intensity and prolonged enhancement without peak formation. In 12 of 33 carcinomas (33%), peripheral ring enhancement was noted reflecting vascular stroma of histologic sections. All fibroadenomas showed homogenous enhancement without peripheral ring.

In MRI, sensitivity, specificity, and accuracy were 86%, 96%, 91%. In mammography 82%, 95%, 87% and in ultrasonography 91%, 95%, 93%.

Although MRI should not be regarded as routine diagnostic procedure because of expense and limited availability, it may afford useful additional informations when standard mammographic findings are not conclusive.