



Title	高分解能MR mammographyによる乳癌の乳管内進展の診断-画像と病理組織像との対比-
Author(s)	伊達, 秀二
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1998, 58(5), p. 212-220
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/17576
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

高分解能MR mammographyによる乳癌の乳管内進展の診断 - 画像と病理組織像との対比 -

伊達 秀二

社会保険広島市民病院放射線科

Diagnosis of Intraductal Spread of Breast Cancer by High-resolution MR Imaging: Correlation between MR imaging and pathohistological findings

Shuji Date

The main purpose of this study was to investigate pathohistological factors that affect the MR findings of intraductal spread (IDS) of breast cancer. The subjects of the present study were 42 breast cancer patients who were examined by MR imaging. Fat-suppressed high-resolution T1-weighted spin-echo images [350/13/1 (TR/TE/excitations), 16-cm FOV, 5-mm section thickness, and 512 × 256 matrix] were obtained one minute after the intravenous administration of Gd-DTPA. In this protocol, contrast determination time was 1 min 48 sec. Of the 42 cases, IDS was found to be located more than 1 cm from the primary focus in 22 cases (52%). Rates of sensitivity, specificity and accuracy of MR imaging for the detection of IDS were 82%, 80%, and 81%, respectively. The probable cause of misdiagnosis was parenchymal enhancement due to severe fibrocystic disease and nomal menstrual cycle. In 21 of 42 cases, the MR findings were precisely correlated with the pathohistologic findings of almost the same cross-section. The MR findings of IDS varied greatly with observation of linear, band-like, branch-like, plate-like and minute ring enhancements. These findings closely reflected the size, aggregation pattern, and distribution of intraductal lesions. In particular, minute ring enhancement was only observed in 4 comedo-type lesions. This pattern of enhancement is considered to reflect elevated intraductal cellular density with necrosis in the central region.

Research Code No. : 521.9

Key words : Breast, Neoplasms, Intraductal spread, MR imaging

Received Oct. 30, 1997; revision accepted Jan. 23, 1998
Department of Radiology, Hiroshima City Hospital

はじめに

乳癌治療において、乳房温存療法は全乳癌手術の20%以上を占めるまでになっている。乳房温存療法の腫瘍切除は手術の縮小を前提にしている反面、根治治療をも目的としており、病巣をできるだけ完全に除去することが治療を成功に導く大きな要因である。したがって術前における、より精度の高い拡がり診断が必要である。乳癌の乳管内進展は術後断端陽性の最大の原因として広く認識されており^{1,2)}、その画像診断についてはX線マンモグラフィー^{3,4)}や超音波検査^{5,6)}を用いた報告が数多くなされているが、MRI(MR mammography以下、MRM)がこれらを補足する検査法になりうるのではないかと期待されている。これまでMRMによる乳管内進展の診断に関してはいくつかの報告が散見される⁷⁻¹⁰⁾、撮像法に統一性がないことや、画像所見と病理像との対比が十分に行われていないなど、診断能を評価する上での問題点は多い。

今回、乳管内進展をより詳細に診断することを目的として、高分解能となるよう撮像法を工夫し、そのMRM画像と病理像とを詳細に対比した。そして乳管内進展に対する診断能と、画像所見に直接影響を与える組織学的因子について検討した。

対象と方法

1. 対象

対象は1996年5月から1997年7月までに広島市民病院において術前MRMが施行され、その後手術により病理学的に診断された乳癌45例である。全例女性で年齢は32~83歳(平均55.1±11.9歳)、腫瘍径は1.1~6.5cm(平均2.2±1.1cm)で、組織型の内訳をTable 1に示す。なお今回の検討は主腫瘍内部、およびその周囲の乳管内進展のみに着目しているため、乳房温存療法の適応とならないような、主腫瘍のサイズが大きなものも検討に含めた。

2. 方法

1.5Teslaの超伝導MRI装置Signa advantage version 5.4.2(GE社製)に乳腺専用コイルを使用し、腹臥位にて検査を行

Table 1 Summary of pathological diagnosis

Diagnosis	No. of patients
Invasive ductal carcinoma	
Scirrhous carcinoma	33
Papillotubular carcinoma	6
Solid-tubular carcinoma	4
Mucinous carcinoma	1
Noninvasive ductal carcinoma	1
Total	45

Table 2 Enhancement pattern of IDS

Enhancement pattern	No. of cases
Linear enhancement	9
Band-like enhancement	3
Branch-like enhancement	2
Plate-like enhancement	2
Minute ring enhancement	4
Pseudo negative finding	4
Total	24

った。撮像面は矢状断像を基本としたが、乳頭の側方に腫瘍が存在する場合には、乳頭方向へ伸びることの多い乳管内進展の拡がりを描出しやすくするために横断像を選択した。T1強調画像(spin echo法, 450/16/1(TR/TE/excitations), スライス厚=5mm, スライス間隔=0mm, FOV16cm, マトリクス256×192, 撮像時間=1分41秒)とT2強調画像(fast spin echo法, 3200/95/2(TR/TE/excitations), その他のパラメータはT1強調画像と同様, 撮像時間=2分40秒)を撮像し, 乳管内進展の診断にはChemical Selective Suppression(CHESS)法による脂肪抑制を併用した造影T1強調画像を用いた。脂肪抑制の適正化を行った後, 上肢末梢部からGd-DTPA 15mlを約5秒で急速静注し, 60秒後から撮像を開始した。撮像パラメータはspin echo法で, 350/13/1(TR/TE/excitations), マトリクスを512×256とし, その他はT1, T2強調画像と同様, 撮像時間は1分36秒/6スライス×2 acquisitionとした。なおこの方法では1分36秒で6スライスしか撮像できないために, 乳房全域を含めるため2 acquisitionで12スライスの撮像としたが, コントラストの優れる最初のシリーズにて得られた6スライス(K space上でのコントラスト決定時間はGd-DTPA静注から約1分48秒となる)を, 乳管内進展の診断における基準として読影を行った。

病理標本の切り出しは, 45症例中22症例については腫瘍と乳頭を結ぶラインと垂直に5mm間隔で全割切片を作成し, 乳管内進展の有無について判定した。またMRM所見と対比を行った23症例については, MRMと同じ断面になるような角度で5mm間隔の全割切片を作成し, 必要に応じて1mm間隔の深切り切片を追加して画像所見との対比を行った。なお組織標本にはhematoxylin-eosin染色を施した。

検討項目

1. 乳管内進展病巣に対する診断能

45症例を対象に, 肿瘍辺縁から1cm以上伸びる乳管内進展の有無について, 放射線科専門医2名で診断を行い, 病理所見と対比した。

2. MRM所見と病理標本の対比

- (a) 乳管内進展が陽性であった16症例について病理標本と1対1対応を行い, 画像所見が乳管内進展に一致しているかどうかを確認した。さらに画像に影響を与える組織学的因素と考えられる, 病巣のサイズやその集合状態などとの関係について検討した。
- (b) 乳管内進展に関し誤診した8症例について病理標本と対比し, 誤診の原因となった所見と組織学的因素の関係について検討した。
- (c) 乳管内進展の組織亜型とMRM所見の関係について検討した。

結果

1. 乳管内進展に対する診断能

腫瘍辺縁から1cm以上伸びる乳管内進展は組織学的に45例中24例(53%)に認められた。MRMにて乳管内進展を示すと考えられた所見は, 肿瘍辺縁から連続して伸びる索状, 帯状, 樹枝状の濃染域であり, さらに板状の濃染域と, 微小リング状の濃染域が認められた(Table 2)。これらの所見をもとに腫瘍辺縁から1cm以上伸びる乳管内進展の有無について診断した結果, MRMのsensitivityは83%, specificityは81%, accuracyは82%であった。

2. MRM所見と病理標本の1対1対応

- (a) 乳管内進展が陽性であった16症例について乳管内進展の画像所見とほぼ同じスライスと思われる組織像(ルーペ像)をコンピューター上でモノクロームにし, 浸潤癌部を黒に, 乳管内進展部を灰色にトレースしMRM所見と比較した。

索状影は最小単位である1本の乳管内進展に一致しており, その径は0.3~0.5mmであった(Fig.1)。さらに帶状影は病巣数が多数集合し束状になって構成されており(Fig.2), 樹枝状影は乳管の2分岐構造に沿って病巣が広範に拡がっている状態であることを確認した(Fig.3)。板状影は, 病巣数が更に増加した状態, もしくは病巣の拡大により乳管が拡張した状態であった(Fig.4)。微小リング状影は4例に認めたが, 病巣の大部分がcomedo病変よりなり, これらは

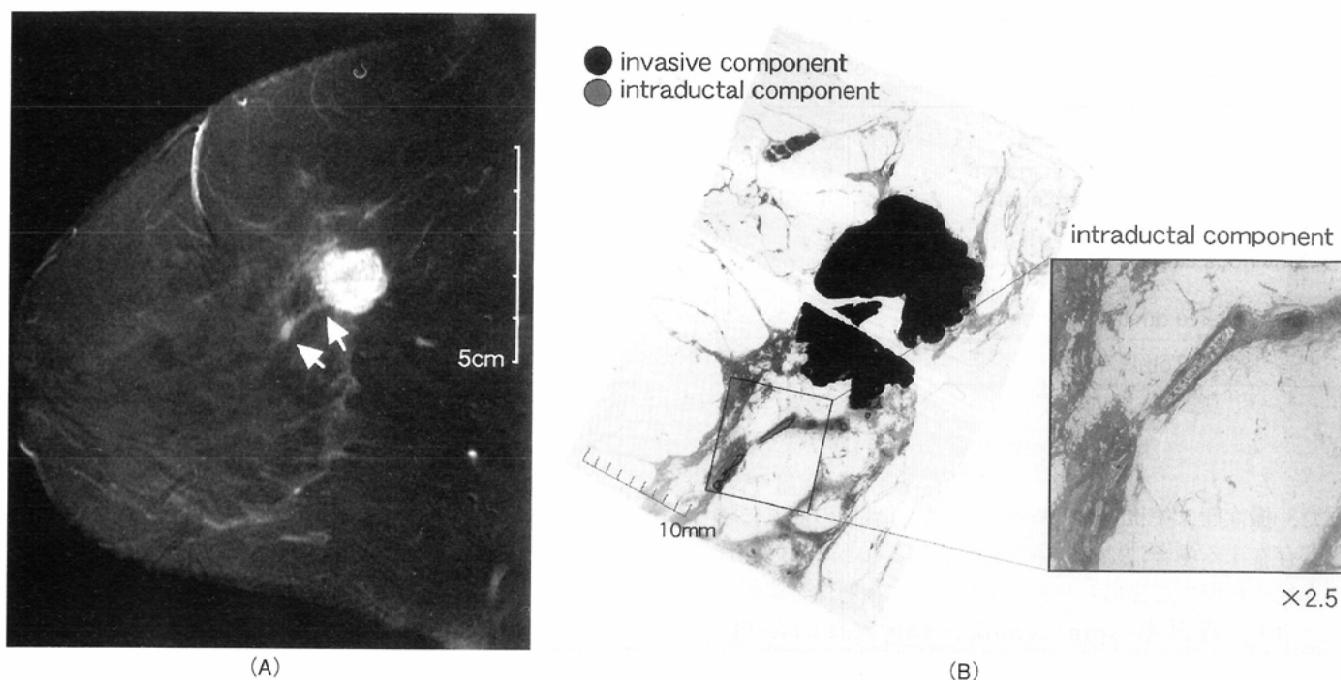


Fig.1 Scirrrous carcinoma in a 55-year-old woman
 (A) Sagittal contrast-enhanced fat-suppressed T1-weighted image demonstrated linear enhancement 12 mm in length extending from the main tumor toward the nipple (arrows).
 (B) Same histological cross-section as the MR image and low magnification picture. Invasive component is black in color, while intraductal component is gray in color. Linear enhancement of MR image corresponds to intraductal spread about 12 mm in length and 0.5 mm in thickness.

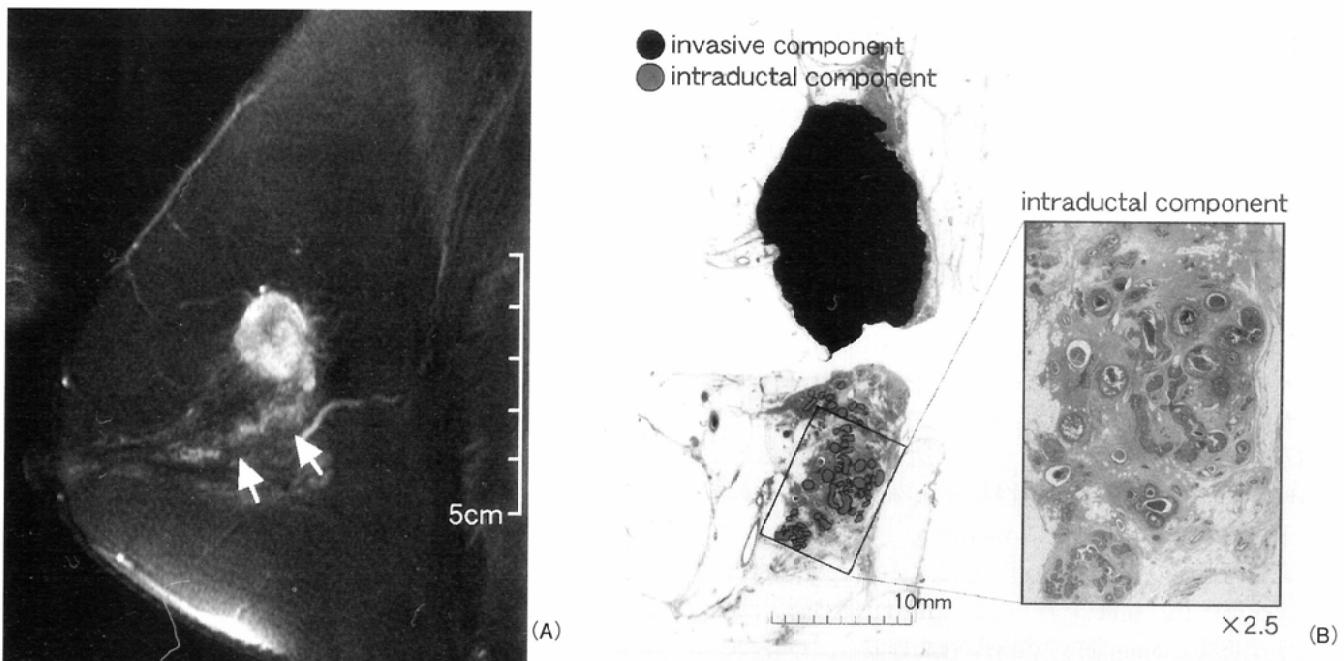


Fig.2 Scirrrous carcinoma in a 52-year-old woman
 (A) Sagittal contrast-enhanced fat-suppressed T1-weighted image revealed band-like enhancement 7 mm in thickness from lower end of main tumor toward the nipple (arrows).
 (B) Same histological cross-section as the MR image and low magnification picture. Band-like enhancement of MR image corresponds to aggregation of many intraductal components 0.3-1 mm in thickness.

0.3~1mm径の病巣の中央部が壊死に陥り、腫瘍細胞がドーナツ状に重層化していた(Fig.5).

(b) 乳管内進展に関し誤診した8症例について

誤診例の内訳をTable 3に示す。誤診例は8例で、偽陽性例、偽陰性例がそれぞれ4例づつあった。偽陽性例の1例

には帯状の濃染域を認めたが、組織学的な原因は不明であった。その他の7例はすべて背景乳腺のび慢性の染まりが診断の障害となっており、特に偽陽性例4例中3例、偽陰性例4例中2例の計5例は背景乳腺の高度乳腺症が原因と考えられた。今回検討した全45例のうち高度乳腺症を指摘

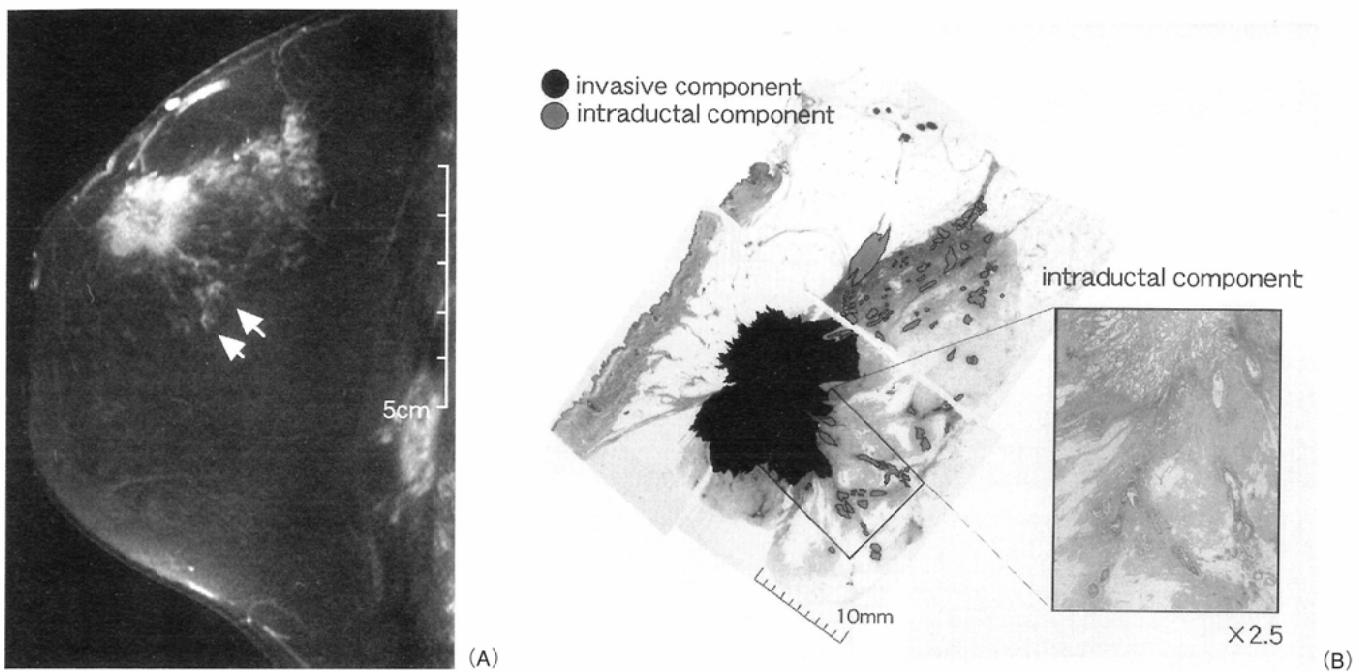


Fig.3 Papillotubular carcinoma in a 52-year-old woman

(A) Sagittal contrast-enhanced fat-suppressed T1-weighted image shows many linear enhancements extending from main tumor 24 mm in diameter toward chest wall. Branch-like enhancements are also seen in some (arrows).
 (B) Same histological cross-section as the MR image and magnification picture. Branch-like enhancement of MR image reflects the spread of intraductal components along the architecture of mammary ducts.

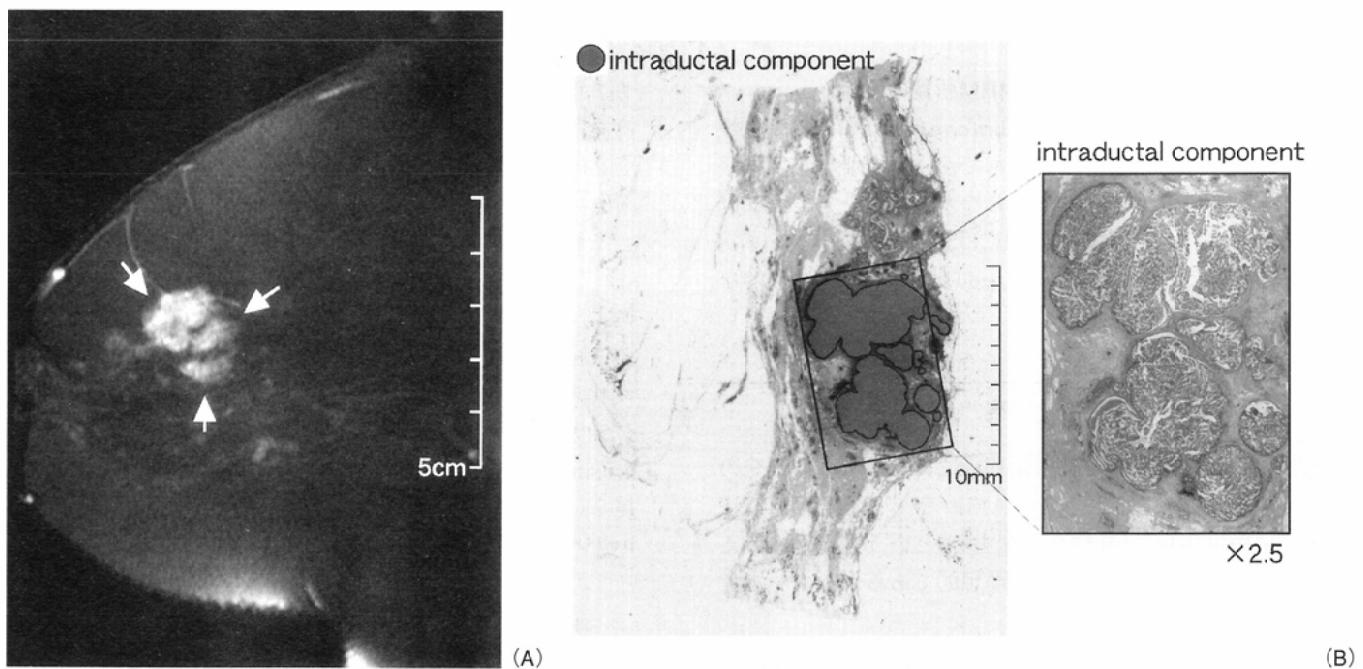


Fig.4 Non invasive ductal carcinoma in a 52-year-old woman

(A) Sagittal contrast-enhanced fat-suppressed T1-weighted image shows enhanced mass 20 mm in diameter (plate-like enhancement, arrows).
 (B) Same histological cross-section as the MR image and low magnification picture. Plate-like enhancement of MR image only consists of markedly enlarged intraductal components and is difficult to differentiate from invasive carcinoma.

されたのが6例であり、うち5例に誤診の原因となるようなび慢性の染まりを認めた。またこれら5例には境界やや不明瞭な多発小結節影を随伴していた。この小結節影は上皮の過形成変化である乳管乳頭腫症や、小乳管が多数増生し拡張した閉塞性腺症などの病変を反映しており(Fig.6),

その他硬化性腺症などの過形成性病変も結節影の原因となっていた。高度乳腺症以外の偽陰性例のうち1例は月経周期における分泌期での撮像が背景乳腺の染まりの原因と推測したが、その他の1例とともに特徴的な組織像は得られなかった。

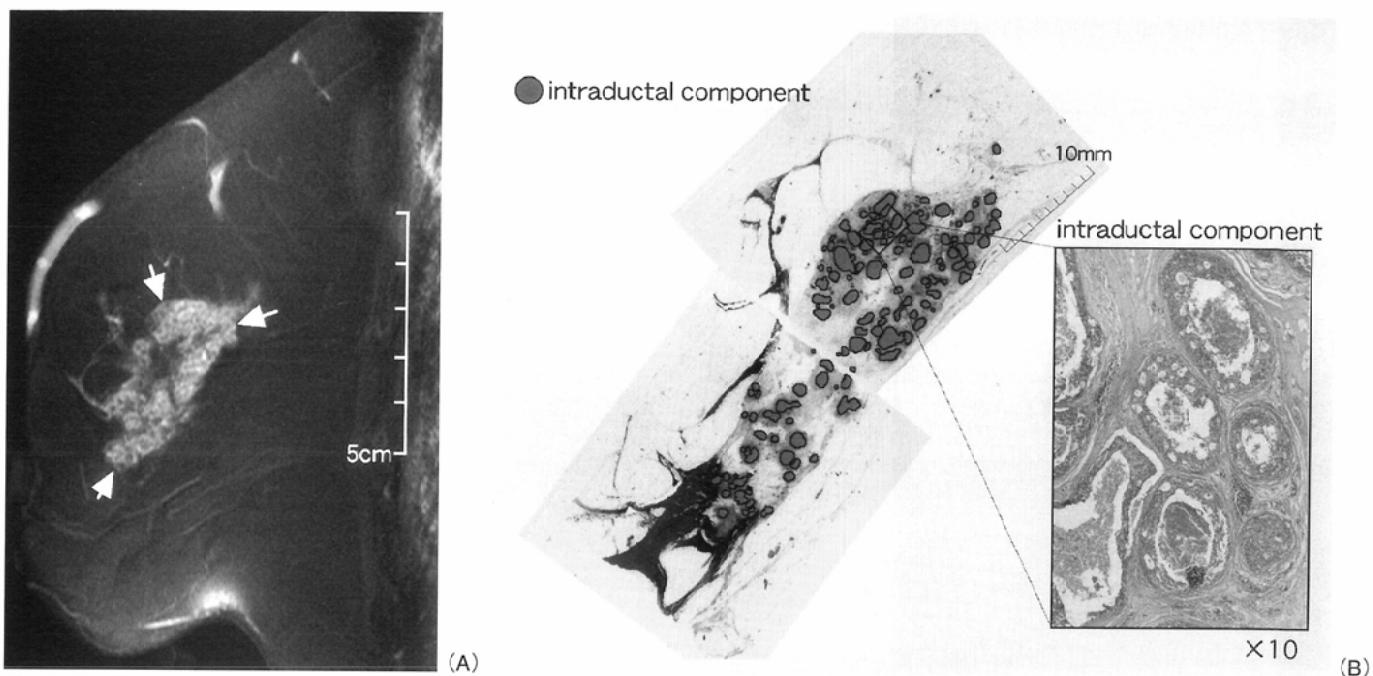


Fig.5 Papillotubular carcinoma in a 61-year-old woman
 (A) Sagittal contrast-enhanced fat-suppressed T1-weighted image shows that the main tumor 42 mm in diameter consists of many minute ring enhancements (arrows).
 (B) Same histological cross-section as the MR image and low magnification picture. Minute ring enhancements of MR image reflect increase of intraductal cancer cells with central necrosis (so-called comedo lesion).

3. 乳管内進展巣の組織亜型とMRM所見の関係

non-comedo病変ではsolidやcribriformなど乳管内の細胞数が多い病変の描出が良好と思われたが、組織亜型まで推察できるような特異的所見は得られなかった。一方、大部分がcomedo病変よりなる病変4例には、全例に微小リング状影が認められており(Fig.5)，comedo病変に比較的特異的な所見であることが推察された。

考 察

乳癌の乳管内進展は、乳房温存療法における術後再発の最大の危険因子として広く知られている^{1),2)}。乳房温存療法における腫瘍切除は「乳房を温存する」という立場から考えると、できるだけ少ない切除が理想的であるが、あくまで

も乳房切除術と同じく根治をめざす治療であるため、癌の完全除去が原則である。したがって断端陽性の要因の大半を占める乳管内進展の詳細な術前把握が重要視されている。

これまでの乳管内進展の画像所見としてX線マンモグラフィーにおける微細石灰化像^{3),4)}や、超音波検査における内部エコーを有する壁不整な管状構造物^{5),6)}がよく知られている。前者はあくまでも乳管内病巣の壊死にともなう二次的変化を見ているにすぎず、一般的に癌病巣の石灰化の頻度は50%程度とされていることより、X線マンモグラフィーはsensitivityの低さが問題となる。後者に関しては角田らや神尾らにより、乳管内進展に対する超音波の診断能はsensitivity75%弱、specificity80%弱と、その高い診断能と温存術適応決定に関する有用性が報告されている^{5),6)}。しかし超音波検査の避けられない問題点として手技に熟練を要し術者によって診断能に差があることや、所見の客観性に乏しいことなどがあげられる。

今回の検討におけるMRMの診断能はsensitivityは82%，specificityは80%，accuracyは81%であり、超音波検査と同等以上の診断能を有する可能性が示唆された。また平松らもRARE(rapid acquisition with relaxation enhancement)に基づくシーケンスを用いた高分解能MRMが、他の画像診断法に比べ高いsensitivityを有する可能性を報告している⁷⁾。今後撮像方法の進歩に伴い、更にMRMの診断能が向上することが期待される。

Table 3 Causes of misdiagnosis

	No. of cases
Pseudo positive cases	
Severe fibrocystic disease	3
Unknown	1
Pseudo negative cases	
Severe fibrocystic disease	2
Menstrual cycle (secretory phase)	1
Unknown	1
Total	8

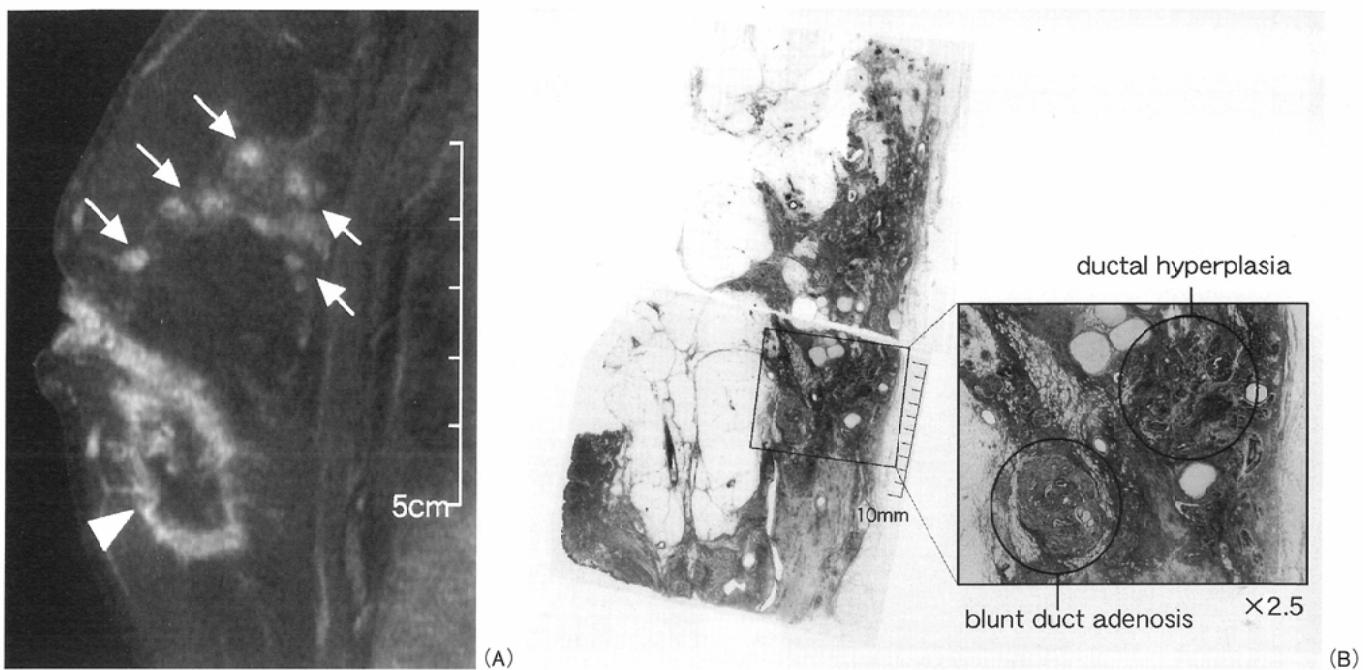


Fig.6 Fibrocystic disease and scirrhouous carcinoma in a 39-year-old woman
 (A) Sagittal contrast-enhanced fat-suppressed T1-weighted image shows multiple small nodular enhancements in the upper region of the breast (arrows). Main tumor (scirrhouous carcinoma) exists in the lower region (arrow head).
 (B) Same histological cross-section as the MR image and low magnification picture. Small nodular enhancements of MR image are considered to be ductal hyperplasia and blunt duct adenosis which reflect in part fibrocystic disease.

乳管内進展のMRM所見について、関らは主腫瘍と娘病巣との間が索状の濃染域で連続している所見をbridging enhancementと称し乳管内進展を示す像とした⁸⁾。また深津らは乳管内進展の所見を乳管内液貯留型と乳管内腫瘍充満型に分類し報告している⁹⁾。彼らを含め初期の報告では、時間分解能を優先してdynamic studyを施行している報告が大半であったが、最近では対象である乳管内進展が微小な病変であることを考慮し、高い空間分解能の必要性が認識されてきている。Orelらは脂肪抑制下での3D volume SPGR (spoiled gradient echo)法による高分解能MRMが乳管内癌の描出に有用であったと報告しており、その中で乳管内癌の画像所見に關し、X線マンモグラフィーのような形態学的な診断基準の必要性を述べている¹⁰⁾。ただしこれまでの報告のいずれも、組織標本と画像所見の対比が十分に行われていない。即ちMRMにおける乳管内進展の所見は、諸氏により主腫瘍と連続する索状や斑状の濃染域などとして報告されているが、その所見が乳管内進展そのものかどうかが解決されていない。この点に関し、深津らも組織上の実際の病巣よりもMRM上の陰影の方が大きく描出されている印象をもっており、その原因として乳管内進展周囲の著明な細胞浸潤の関与を推測している⁹⁾。今回のわれわれの検討では、高分解能MRMの画像所見はかなり忠実に乳管内進展の形態や分布、乳管のサイズを描出しており、最小単位である1本の乳管内病巣を表していた索状影から、乳管内病巣のサイズや数の増加に伴い帶状影や樹枝状影、板状影と画像所見が変化していることを確認した。特に板状影ではもはや浸潤癌との鑑別が不可能であった。つまりMRMにおけるこれ

らの濃染所見は、乳管内の病巣を直接描出していると考えられる。MRMの所見が実際の組織標本よりやや太く描出されていることに関しては、乳管周囲の炎症細胞浸潤が画像に影響を及ぼしているという印象は乏しく、原因の一つとしてマトリクスサイズの影響が推察された。たとえばFOVを16cmとしても 256×128 マトリクスでは1ピクセルが $0.625 \times 1.25\text{mm}$ となり、FOVを $20 \sim 25\text{cm}$ とすればさらに大きくなり、主として 0.5mm 径前後の病変を忠実に描出するには無理があると感じざるを得ない。しかし、たとえば硬癌でしばしば遭遇するdesmoplastic changeに伴う長いspiculaは偽陽性の原因となりうるが、高分解能MRMで比較すると、乳管内進展を示す索状影よりも辺縁が平滑で先細りの形態であることが多く(Fig.7)，ある程度の鑑別は可能である。断端部分で問題となる乳管内進展の断面径は90.3%が 1mm 未満と言われており¹¹⁾、このような高い空間分解能、濃度分解能を得るためにマトリクスを 512×256 とし、さらに造影剤静注より約60秒後から撮像を開始することでコントラスト決定時間が一般的な腫瘍濃染のピーク近傍(2分前後)となるように設定した。また今回のstudyでは、susceptibility effectの影響を受けやすい乳腺に対し十分な脂肪抑制画像を得るための新たな試みとして、prescanningにおいてshimmingをマニュアル操作にて撮像部位(患側乳房)に限局した領域で行うことを考案し、ROI shimmingと命名した¹²⁾。ROI shimmingを行うとその領域に対して最適化された磁場均一度を得ることが可能となり、スペクトルカーブ上での水と脂肪のピークによる2峰が明瞭となる。従って脂肪に対するSAT-pulseの抑制効果が良好となる(Fig.8)。さらに通常は

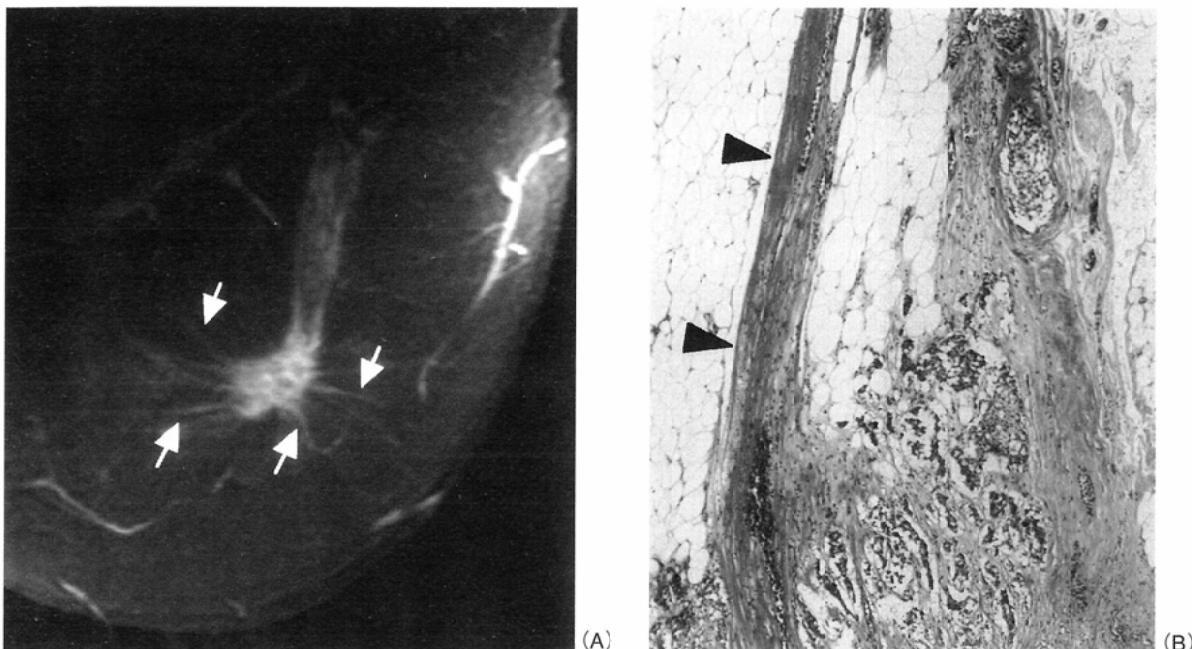


Fig.7 Scirrrous carcinoma in a 59-year-old woman

(A) Axial contrast-enhanced fat-suppressed T1-weighted image shows 20 mm in diameter lesion with long spiculated border (arrows). These spicula are smooth and tapered and are slightly different from linear enhancement which reflects intraductal spread.
 (B) Low magnification picture indicates that these spicula are not intraductal spread but desmoplastic changes which accompany cancer proliferation (arrow heads).

SAT-pulseの強さをデフォルトで設定されている値より10～15%増強することにより脂肪抑制効果を高めており、この結果脂肪組織の信号は乳腺部とほぼ等信号になるまで抑制される。

今回の検討で誤診の原因の多く(8例中5例)は高度乳腺症に原因があると考えられた。乳腺症が診断の障害となることは超音波検査にもいえ、高度乳腺症患者に対する画像診断をより高めていく必要性がある。乳腺症は一般的にはアポクリン化生、閉塞性腺症、囊胞、乳管乳頭腫症、線維腺腫症、小葉増生症、硬化性腺症の7項目の組織成分が様々な割合で複合して見られる病変であり、画像所見を画一的に評価することは困難である。われわれの経験では高度乳腺症の所見は、淡いすりガラス状の染まりを伴う境界やや不明瞭な多発小結節影を呈することが多いように思われた。このことはPierseらがspeckled patternとして報告している所見と類似している¹³⁾。ただし今回の検討では、前述したように乳管内進展所見が索状や樹枝状、帶状など、あくまでも乳管に沿った拡がりを示唆する所見であるのに対し、乳腺症の所見は連続性に乏しい。これらの所見を参考になると乳腺症と乳管内進展とはある程度鑑別可能である。しかし背景乳腺が染まってしまうと微細な所見がマスクされ、読影が困難になる。多発小結節影を呈する原因として上皮の過形成性変化である乳管乳頭腫症や小乳管の拡張と増生により結節を形成する閉塞性腺症を呈示したが、その他にも硬化性腺症などの過形成性病変でも結節影の原因となっていた。

ところで高度乳腺症以外で背景乳腺に染まりを認めた2例

については組織学的に特徴的な所見が得られなかつたが、背景乳腺に異常な染まりがなかった同年代の症例との組織像を比較したところ、小葉の数が豊富な印象を受けた。このことに関しては既に高原が、背景乳腺の造影効果の大小が小葉の量に依存している可能性があると報告しており¹⁴⁾、筆者も同様の意見である。

もう一つの診断の障害となる原因には、閉経前のホルモン周期が挙げられる。月経周期に伴う乳腺の染まりに関しては、分泌期(月経前1週間)から月経期の期間がその他と比較し有意に高信号に染まるとしている¹⁵⁾。今回の検討においても過去の経験から月経中の症例は対象から除外したが、誤診例のうち1例は組織像では特徴的な所見は得られなかつたものの、分泌期に検査を行ったためと推察した。実際の臨床の場では予約や手術予定日のかねあいなど、分泌期～月経期は検査を行わないというのには困難なこともあるが、われわれはできるだけこれらの時期は避けるように心がけている。

乳管内進展のなかでもcomedo病変は、その他の病変(non-comedo病変)と比較し生物学的に悪性度が高いことで知られている¹⁶⁾。従って、術前にその存在を診断することは意義のあることと思われる。これまでmammographyもしくは超音波検査により、病巣部の壊死に伴う石灰化を描出することで診断していた。川島は乳管内進展の亜型の中でcomedo病変がnon-comedo病変よりもMRMで描出されやすく、それは癌細胞量に依存しているためではないかと推察している¹⁷⁾。実際の組織像をみると乳管内進展は種々の亜型が混在していることが多く、画像所見との関連性を調べることは難

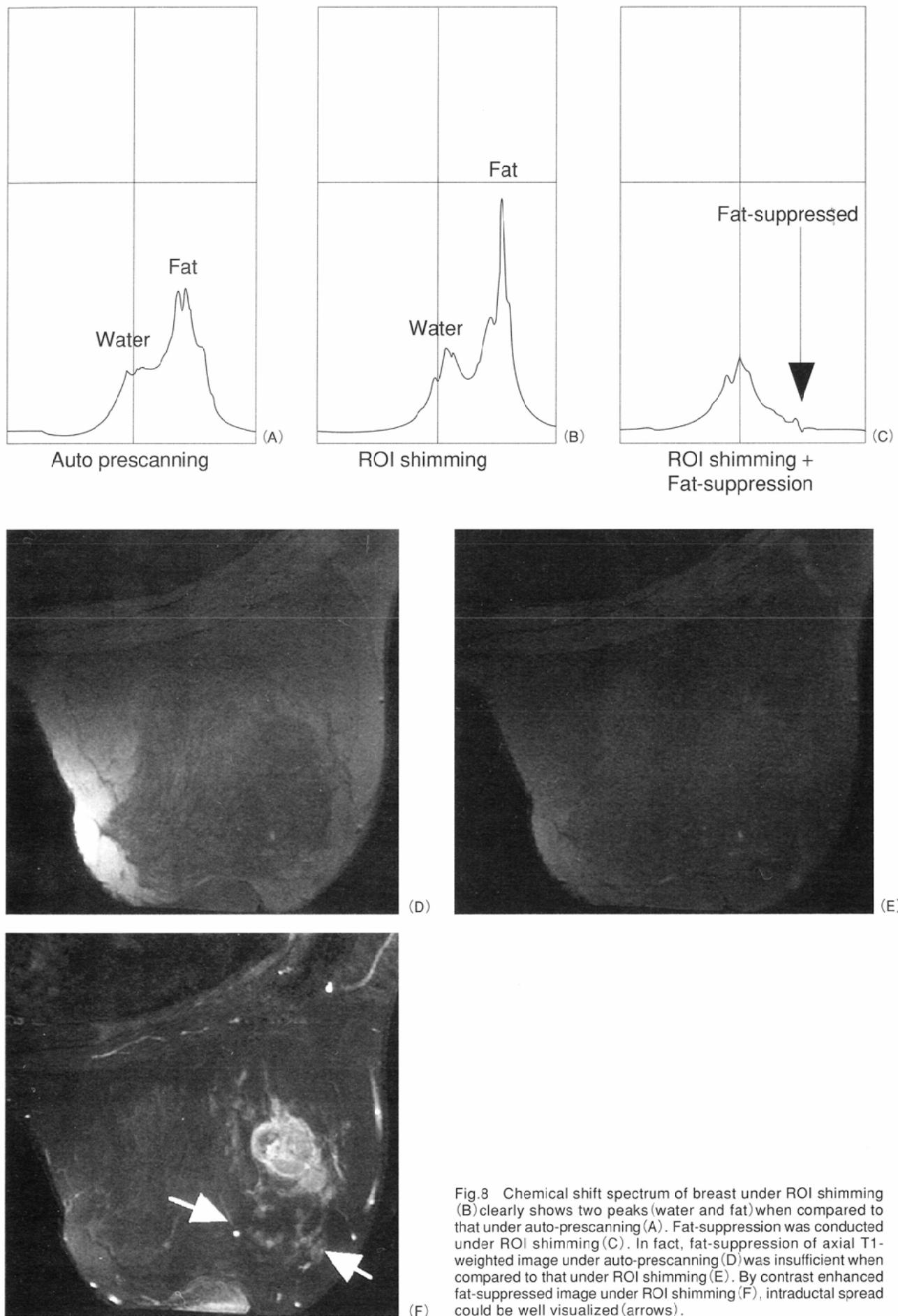


Fig.8 Chemical shift spectrum of breast under ROI shimming (B) clearly shows two peaks (water and fat) when compared to that under auto-prescanning (A). Fat-suppression was conducted under ROI shimming (C). In fact, fat-suppression of axial T1-weighted image under auto-prescanning (D) was insufficient when compared to that under ROI shimming (E). By contrast enhanced fat-suppressed image under ROI shimming (F), intraductal spread could be well visualized (arrows).

しい。今回の検討ではnon-comedo病変に特異的な所見は見いだせなかつたが、病巣の大部分がcomedo病変よりなる4例全例に微小リング状影が認められた。この所見は病理標本との対比では、病巣の中央が壊死に陥り、辺縁部に重層化した腫瘍細胞がドーナツ状に存在している所見を直接描出した画像であることが確認された。このことはMRMの画像を高分解能とし、乳管内病巣の形態を描出することにより、その亜型まで予測できるという可能性を示唆している。

結語

乳癌の乳管内進展巣について高分解能MRMの画像所見と病理像との一対一の対応を試み、その診断能について検討した。

1. 主腫瘍辺縁から1cm以上伸びる乳管内進展巣の有無に関するMRMの診断能はsensitivity 83%, specificity 81%, accuracy 82%であった。
2. 乳管内進展巣のMRM所見は索状、帯状、樹枝状、板状、微小リング状の濃染域であり、これらは病巣のサイズ

や集合状態、分布を直接描出した画像であることを確認した。

3. 誤診の最大の原因は高度乳腺症などによる背景乳腺の染まりであり、その他に正常乳腺のホルモン周期に伴う変化の関与が示唆された。このうち高度乳線症に関しては、その構成成分が多発小結節影を呈することを確認した。
4. 微小リング状の濃染域はcomedo病変に比較的特異的な所見と考えられた。

稿を終えるにあたり、御校閲を賜りました広島大学医学部放射線医学教室 伊藤勝陽教授に深甚なる謝意を表するとともに、終始御指導いただきました広島市民病院放射線科 影本正之主任部長、西岡康二部長をはじめとする放射線科の先生方に深謝いたします。また検討に御協力いただきました広島市民病院放射線科 野間隆義主任技師ならびに病理部 金子真弓医師に厚く御礼申し上げます。

なお、本論文の要旨は第87回日本医学放射線学会中国・四国地方会(1996年12月、広島)、第6回日本乳癌画像研究会(1997年2月、横浜)、第56回日本医学放射線学会総会(1997年4月、横浜)において発表した。

文献

- 1) Schnitt SJ, Silen W, Sadowsky NL et al: Ductal carcinoma in situ (intraductal carcinoma) of the breast. N Eng J Med 318: 898-903, 1988
- 2) Holland R, Connolly JL, Gelman R, et al: The presence of an intraductal component following a limited excision correlates with prominent residual disease in the remainder of the breast. J Clin Oncol 8: 113-118, 1990
- 3) 岡崎正敏、藤光律子：悪性石灰化像について。乳癌の臨床 9(3) : 381-392, 1994
- 4) 遠藤登喜子、市原周、青山英昭、他：マンモグラフィからみた乳房温存療法の適応。乳癌の臨床 11(4) : 635-642, 1996
- 5) 角田博子、植野映、東野英利子、他：乳癌の乳管内進展の超音波画像。超音波医学 17(1) : 44-49, 1990
- 6) 神尾孝子、亀岡信吾、浜野恭一、他：超音波検査から見た乳房温存療法の適応。乳癌の臨床 11(4) : 656-664, 1996
- 7) 平松秀子、池田正、榎本耕治、他：乳癌の術前診断における高分解能MRM imagingの有用性—特に乳管内進展の描出についてー。日本医放会誌 57 : 182-188, 1997
- 8) 関恒明、蜂屋順一、似鳥俊明、他：乳癌のMRI診断。日外会誌 97(5) : 347-356, 1996
- 9) 深津博、安藤容子、石垣武男：MR mammographyによる乳癌の診断—特に病変の乳腺内進展についてー。臨床放射線 41 : 975-981, 1996
- 10) Orel SG, Mendonca MH, Reynolds C, et al: MR imaging of ductal carcinoma in situ. Radiology 202: 413-420, 1997
- 11) 黒住昌史：病理医からみた乳管内進展巣の画像診断の可能性と限界。乳癌の臨床 11(4) : 693-700, 1996
- 12) 野間隆義、竹本弘一、原田権吾、他：脂肪抑制乳房MRIにおける局所Gradient shimmingの有用性(学会抄録)。日放技学誌 53 : 1183, 1997
- 13) Pierce WB, Harms SE, Flamig DP, et al: Three-dimensional gadolinium-enhanced MR imaging of the breast: Pulse sequence with fat suppression and magnetization transfer contrast. Radiology 181: 757-763, 1991
- 14) 高原太郎：MR-mammographyにおける、乳癌進展範囲診断能と腫瘍周囲組織像の関連性についての研究。日磁誌 16(8) : 373-387, 1996
- 15) Muller-Schmpfle MP, Ohmenhaeuser K, Kurz S, et al: Influence of menstrual cycle and age on parenchymal contrast enhancement in MR Manmmography(abstr). Radiology 197(P) : 130, 1995
- 16) Evans A, Pinder S, Wilson R, et al: Ductal carcinoma in situ of the breast: Correlation between mammographic and pathologic findings. AJR 162: 1307-1311, 1994
- 17) 川島博子：脂肪抑制法併用dynamic MR imagingによる乳癌診断—病理組織像との対比ー。日本医放会誌 56 : 459-469, 1996