

第17回東京・埼玉医用乳房画像研究会

～乳房診療におけるCT検査の役割～

丸山記念総合病院 医療技術部
放射線科 芦葉 弘志

1. はじめに

乳房診療におけるCT検査の役割は、シングルヘリカルCTの時代には、ごく限られた分野での活躍であった。例えば、手術前の乳がん転移巣の検索や造影剤を注入し若干のCT値の差を計算し乳がんの拡がり診断などである。しかし乳がん転移巣においては核医学がある施設においては、CTよりも第1選択に考えられていた。また乳がんの拡がり診断においてもMRIがある施設においては、MRIが第1選択であった。

ところが、1998年に登場した多列検出器型CT (multidetector-rowCT:MDCT) により、乳腺CTは急速に普及してきた。乳腺CTは、MRIに比べ濃度分解能が劣るものの、短時間で高分解能の画像が得られる、1度の検査で両側乳腺の撮影が可能である、手術と同じ体位で検査ができる、乳腺領域以外の胸腹部の精密検査（リンパ節転移や肺肝転移などの検索）も同時に行えるなどの利点がある。乳腺病変の質的診断や拡がり診断にはMRIが有用とされているが、乳房診療におけるCTの位置づけやMRIとの使い分けに関して明確なコンセンサスは得られていない。

これらの事も踏まえて乳房診療におけるCTの役割について概説する。

2. 乳房診療の流れ

当院の乳腺診療の流れとしては、

①受診者が検診目的、自覚症状あり、定期的なフォローアップなどにより外科外来を受診する。外来では視触診を行うが、視触診はあくまでも補助的な診察として考えられている。視触

診によって非浸潤癌や1cm以下のがんを同定するのは困難とされている。

- ②その後MMGとなる。MMGはルーチン検査として、MLO、CC撮影を行い、所見が認められる場合やさらに詳しく所見を解明したい場合は追加撮影を行う。追加撮影は、技師の判断にまかされている。MMGは原則当日結果となっていて技師が所見を記入する事になっている。技師が所見を記入するメリットは多々あるが、特に外来医師が乳腺外科医でなく一般外科医の場合、この技師所見に対し高い評価を得ている。
- ③USは原則予約検査となる。USは臨床検査技師が行っている。PACSでMMGを確認の上プローブを握るようになっているが、難しい症例は放射線技師に所見の詳細を聞きにくる場合がある。
- ④MMG、USで有所見者はMRIとなる。当院の乳腺MRI検査は年々増加中で、年間約200件行っている。
- ⑤MRI有所見者はCNB、US下マンモトーム生検となる。
- ⑥乳がん確定後、症例によっては、術前化学療法となる。以前に比べ術前化学療法の症例は増加傾向にある。
- ⑦CT検査の目的は、
 - a) 術前のシミュレーション
 - b) 乳がん転移検索
 - c) センチネルリンパ節同定があげられる。
- ⑧CT直後にUSへ、CT下でマーキングしたセン

チネルリンパ節をFNA（穿刺吸引細胞診）にて採取し細胞診へ。

- ⑨外科的手術、OP後標本は、MMGにて標本撮影したのち、病理へまわされる。標本撮影は確実に乳がん病巣が切除されているかの指標として有用である。医師が清潔ガウンを身につけているため技師に切除範囲が適正か意見を求められる。合わせて技師所見も提出している。
- ⑩症例にもよるが、その後放射線治療となる。当院には治療設備がないため他院へ紹介となるが、受診者はあまり苦に感じてはいないようである。
- ⑪術後化学療法、ホルモン療法はまた当院で行われる。
- ⑫その後は定期的なフォローとなるが、こちらもCTにて転移検索、残存乳房や反対側乳房の乳がん検査、腋窩リンパ節の大きさなどを検査している。

3. 当院の乳腺CT撮影概要

機種 TOSHIBA Aquilion16
 撮影手順 胸腹部単純→乳房ダイナミック→胸腹部平衡相→センチネルリンパ節検索
 造影剤 イオパミロン300-100ml
 550mgI/kg 25秒注入
 撮影タイミング 35秒 240秒
 管電圧 120kVp RealEC SD7.5
 スキャン速度 0.5

検出器構成 ダイナミック1×16 平衡相2×16
 ヘリカルピッチ ダイナミック15 平衡相23
 放射線被曝の観点からも、RealECやヘリカルピッチはさらなる検討が必要と考えている。

また撮影タイミングも、MRIのダイナミック造影を比較すると若干早い傾向にあると感じている。こちらもさらに検討していきたい。

4. CTとMRIの比較

検査体位の利点では、MRIが一般的に腹臥位であるのに対し、CTでは手術体位と同じ仰臥位（図1）での撮影が可能であるので、術前シミュレーションをする場合の利点がある。逆にMRIにおいては、重力により乳房を広く垂れ下げることにより、病巣検索には優位である。また妊娠適応年齢者も多い事から、放射線被曝や造影剤使用に関しては、受診者への説明と同意が重要となる。当院においても造影剤使用に対しては、外来医師がしっかり説明し、同意書を作成している。もちろん被曝に関しては、MRIはゼロであるが、閉所恐怖症や体内金属保持者は禁忌であり、検査対象者の制限がある。さらにMRI保有には経済的な側面や敷地的な側面で施設の負担も多いのも事実である。これらを総合的に考え取捨選択する事が必要といえる。



図1：術前シミュレーション

5. 一般的な乳腺CTの役割

(1) 乳腺疾患の質的診断（MRIでも可）

<対象の例>

- ①触診・MMG・USで検出される腫瘤症例
- ②MMGでカテゴリー3以上の石灰化症例
- ③MMGで構築の乱れやFADを認める場合、USで斑状低エコー域を認める場合など画像診断の難しい症例

④MMG, US所見と病理学的結果が矛盾する症例

⑤腫瘍が大きくMMGで圧迫困難な症例

(2) 異常乳頭分泌症例や腋窩リンパ節腫大症例の乳腺内病変の検出評価

(3) 乳がんの拡がり診断

<目的>

①術式の決定(温存術or乳房全摘)

②温存術の切除範囲決定(術前シミュレーションおよびマーキング)

(4) 乳がんの転移検索(核医学との併用が理想)

(5) センチネルリンパ節の同定(センチネルリンパ節生検のアシスト)

(6) 乳がんの化学療法後の効果判定

(7) 乳房温存術後再発の有無の判定

(8) 微小疾患におけるUS下FNA(穿刺吸引細胞診)の為のマーキング

(9) 乳房再建術の検討資料

6. 腫瘍が大きくMMGで圧迫困難な症例

図2のような、乳腺腫瘍の場合、圧迫により受診者が極度に苦痛を伴う上に、腫瘍の硬さからもMMGでは圧迫が困難なため、迅速に腫瘍の大きさ把握や質的診断を客観的に把握するにはCTが適している。さらに腫瘍の大きさを計測する事も、2点間距離により可能である。この症例は66mmであった。



図2：圧迫困難な症例

7. 温存術の切除範囲決定(術前シミュレーションおよびマーキング)

図3が当院で使用している、CT用マーキング材のビークリーマーカーである。ガイドワイヤーやカテーテル材を利用したマーカーに比べアーチファクトもなく、像も鮮明な為マーキングしやすい利点がある。マーカーは図4のように乳頭を含めると位置関係が把握しやすい。矢状面および冠状面はビークリーマーカーの数字を利用し横断面の腫瘍位置は寝台位置を利用してマーキングすることができる。さらにワークステーションにより3D処理をし体表面情報を提供すれば、乳腺外科医の要望を満たすことができる。

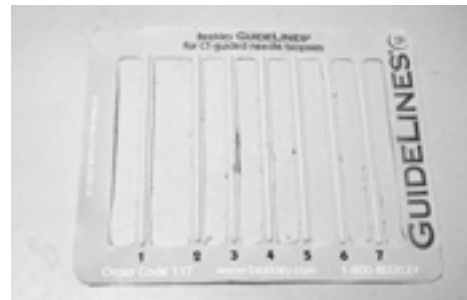


図3：CT用マーキング材



図4：マーキング

8. センチネルリンパ節の同定

センチネルリンパ節とは、腫瘍からリンパ管を通り最初に到達するリンパ節の事で、乳がんが他の部位に転移しているかの指標となっている。まれに跳躍転移があり、センチネルリンパ節に乳がん転移が認められないが、他の部位に転移がある

場合もある。しかしそれは5%程度である。センチネルリンパ節に転移がない場合は、腋窩郭清を省略できるが、そのメリットは、

- ①手術後の合併症を防止することが出来る。
- ②上肢の浮腫の軽減。
- ③リンパ液の貯留がない。
- ④上腕周囲の運動障害の軽減。
- ⑤神経障害の軽減。
- ⑥疼痛が少ない。
- ⑦肋間上腕神経の切断による知覚異常がない。

事があげられる。これらのメリットにより入院期間の短縮が得られる。また手術後の患者のQOLを向上させることが出来る。

センチネルリンパ節の同定には、RI法と色素法があるが、RI法は、専用の γ 線プローブを備えた機種が必要である。色素法は特別な機種は必要ないが、色素が集積された箇所を見極める熟練された知識が必要である。CTセンチネルリンパ節造影（以下CT-LG）の利点は、1mm横断面画像を利用し冠状面および矢状面の位置を確認し寝台位置により横断面の把握が可能である。また造影剤を適した位置に注入することによりある程度の保証された造影効果が得られる。造影方法は、

- ①造影剤注入箇所に1%キシロカインを5cc局所麻酔する。
- ②造影剤（イオパミロン300）を、乳輪上に1～2ccを皮下注入する。明らかな転移が疑われる場合には、腫瘍部分にも造影剤を1cc注入する。
- ③リンパ管に造影剤が通りやすくする為に3分ほど乳房全体をもみ、CTにてスキャンする。
- ④図5のような横断像から位置を確認し投光器を使いマーキングしていく。立体的な描写により、位置を正確に把握する目的から3D画像も作成している。（図6）
- ⑤マーキング箇所をエコー下で確認しながらセンチネルリンパ節を採取する。

⑥細胞診、病理にて転移の有無を判定する。

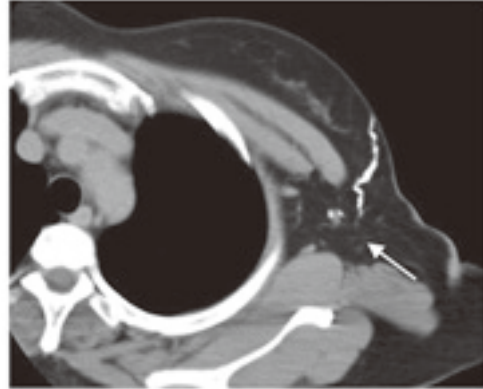


図5：横断像から位置を確認

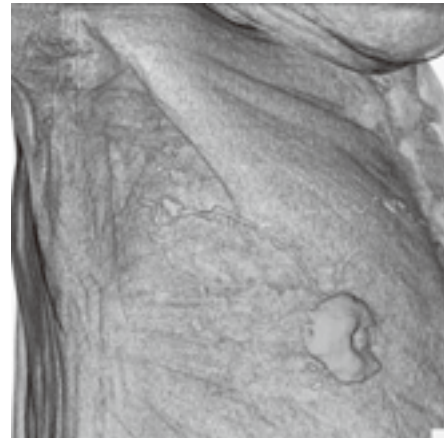


図6：位置把握目的の3D画像

乳がん転移がある場合、リンパ管内も乳がん細胞が多くしめている傾向にあり、その場合の造影効果は悪い。逆に言えば造影効果が悪い場合は転移がある場合が多い。また、術前化学療法を行うとセンチネルリンパ節が造影されない場合もある。これらは、乳がんの進行度にも影響されている。

9. 乳がんの化学療法後の効果判定

乳がんは、現在術後化学療法だけでなく、術前化学療法もさかんに行われている。これは、術後に行う化学療法の一部を術前に行った場合、効果に大差がないとした乳がん診療のセオリーである。また術前化学療法を行った場合のメリットと

して転移箇所の治療だけでなく腫瘍そのものの縮小効果が期待でき、手術範囲の縮小も期待できる。縮小により乳房形態の維持も期待できる。この形態維持は女性の深刻な問題で最近では、形成外科と協力し再建術を行う施設も多い。当院も症例は少ないが一度の手術で乳がんを切除し再建術を行う場合もある。

その上で、化学療法後の効果判定をCT上でおこなうメリットとしては、

①2点間距離を使い過去画像との比較が容易な事。

②計測した値から腫瘍の縮小率が導き出せる事。あげられる。図7、8は同一受診者の日付の違うCT像であるが、図7は1月25日の横断像で、図8は同年の9月18日の横断像である。同年2月7日より術前化学療法を行っている症例である。

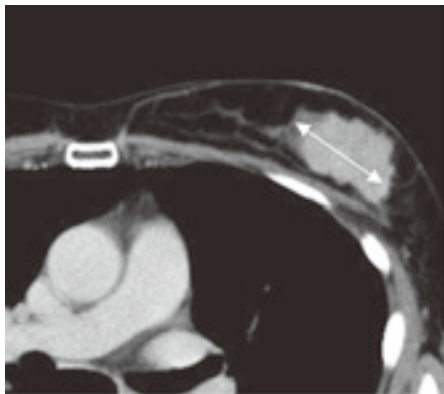


図7：1月25日の横断像

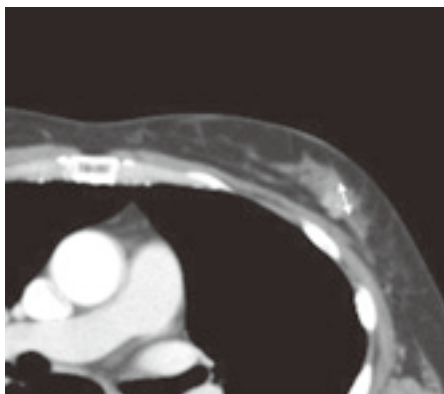


図8：同年の9月18日の横断像

これらの矢印部分を計測してみると図7は、43mmで図8は、12mmである。縮小率を計算して

みると

$$43 - 12 = 31$$

$$31 \div 43 = 0.72$$

72%となった。

10. まとめ

- (1) 手術体位と同体位での検査が可能である。
- (2) 検査時間が比較的短い
- (3) 閉所恐怖症や体内金属保持者などMRI禁忌な患者さんでも検査が可能である。
- (4) MRIがない施設でもある程度の乳腺疾患の質的診断が可能
- (5) 腫瘍が大きくMMGで圧迫困難な場合でも、全体像把握と造影効果による腫瘍範囲を特定できる。
- (6) 乳がんの拡がり診断、術式の決定（温存術 or 乳房全摘）ができる
- (7) 温存術の切除範囲決定（術前シミュレーションおよびマーキング）マーキング材を使うとより簡便である。
- (8) 乳がんの転移検索が容易
- (9) センチネルリンパ節の同定（センチネルリンパ節生検のアシスト）に優れている
- (10) 乳がんの化学療法後の効果判定。縮小率を導きだせる。
- (11) 微小疾患におけるUS下FNAの為のマーキングができる。

第17回東京・埼玉医用乳房画像研究会

～乳癌診療における核医学検査の役割～

国立がん研究センター中央病院
放射線部 坂本 恵美

核医学検査を大きく分けると、比較的半減期の長い単光子放出核種を用いたシンチグラフィ (SPECT) と、半減期の短い陽電子放出核種を用いたPETに分けられる。それぞれの核種の特徴があるため、撮像するカメラも全く異なった物理特性を有する。

シンチグラフィに用いられる代表的な核種としては ^{99m}Tc があり、骨シンチグラフィに用いられる $^{99m}\text{Tc-MDP}$ (HMDP) や肺血流シンチグラフィに用いられる $^{99m}\text{Tc-MAA}$ などの薬剤がある。また、PETに用いられる代表的な核種としては ^{18}F があり、糖代謝を反映し腫瘍検索に用いられる $^{18}\text{F-FDG}$ などの薬剤がある。

乳癌における検査には、さまざまなものがある。マンモグラフィや超音波検査はスクリーニングやフォローアップとして有用である。また、CTやMRIは良悪性の鑑別診断、原発巣の広がり診断、病期診断として有用である。これらは、いずれも解剖学的画像を得ることで行われている。一方、核医学検査は、代謝機能画像にて転移巣を含めた全身診断が行えるのが特徴である。よって、核医学検査は、他のモダリティでは補えない独自の役割を有すると言える。

今回は、大きく分けて診断と核医学治療における核医学の役割を述べる。

まず、原発巣診断について述べる。シンチグラフィにおいては、 $^{99m}\text{Tc-MIBI}$ が特異的に乳癌に集積する。欧米ではよく使用される薬剤だが、本邦では保険適応がなく、低解像度であることから解剖学的位置や正確な腫瘍径の把握が困難なため、

ほとんど使用されていないのが現状である。PETにおいては、早期癌に分類される腫瘍径が2cm以下の病変では、検出感度が極端に低下するとの報告がある。また組織型の違い (乳管癌か小葉癌か) によっても偽陰性率 (見落とす率) は異なり、浸潤性乳管癌が23.7%であるのに対し、浸潤性小葉癌では65.2%と大きくなる。さらに、PET装置自体の分解能によって、検出できる腫瘍の大きさが決まってしまう。つまり、臨床的に原発巣診断に用いられているものの、PETには限界があるということに留意すべきである。

次に、転移診断について述べる。乳癌の転移は大きく分けてリンパ行性転移と血行性転移とに分けられる。リンパ行性転移にはリンパ節転移がある。乳癌のリンパ節転移は、まず癌細胞が腋窩リンパ節へ転移し、そこから鎖骨下リンパ節、鎖骨上リンパ節、傍胸骨リンパ節へと転移していくことがほとんどである。よって、転移の有無にかかわらず、腋窩リンパ節を全て取り除く腋窩リンパ節郭清を行うことが、今までの標準的な術式であった。しかし近年、「癌細胞が腋窩リンパ節にたどりついて最初に転移をするセンチネルリンパ節に転移がなければ、残りのリンパ節にも転移がない」という新しい概念が生まれた。これによりセンチネルリンパ節に転移がなければ腋窩リンパ節郭清が省略でき、腋窩リンパ節郭清による上肢のリンパ浮腫やしびれを防ぐことが可能となり、QOLの向上につながる。したがって、センチネルリンパ節への転移の有無の確認が重要となる。

転移の有無を検索する方法として、センチネルリンパ節生検がある。術中にセンチネルリンパ節を同定して、摘出し、そのリンパ節の転移の有無を調べる。その方法には大きく分けて色素法とRI法がある。手術開始時に色素を皮下に注入し、手術時に染色されたリンパ節を生検するのが色素法である。一方、RI法は、術前にRIを皮下に注入し、シンチカメラにて撮像し、術中にガンマプローブにて放射能を計測する。当院では体内動態に優れ、リンパ節内に留まりやすい ^{99m}Tc -フチン酸を使用し、術前にセンチネルリンパ節シンチグラフィを行い、センチネルリンパ節の数や位置の把握をする。あくまでもセンチネルリンパ節を正確に同定するための外科支援検査であり、転移の有無の診断を行う検査ではない。また、色素法、RI法を併用することで同定率が向上するため、それぞれの長所・短所を理解してセンチネルリンパ節生検を行うことが重要である。

また、PETにおいてセンチネルリンパ節の検出感度は低く特異度が高いので、PET陽性では、センチネルリンパ節生検省略し腋窩郭清を行うことが可能である。また、陰性的中率がそれほど高くないため、PET陰性でもセンチネルリンパ節生検・腋窩郭清の省略は行えないと言える。

次に、乳癌の血行性転移で最も多い骨転移診断について述べる。乳癌の骨転移は溶骨性、造骨性、混合性とさまざまな種類がある。シンチグラフィにおいては ^{99m}Tc -MDP (HMDP) が特異的に造骨性骨転移に集積する。一度に全身検索が行え、非常に有用な検査である。一方PETでは、溶骨性転移に有用であるが、あくまでも骨シンチグラフィの補完的役割にすぎない。しかし ^{18}F -FDGを補うために造骨性骨転移に集積する Na^{18}F が今後期待される薬剤として一部の施設で研究的に臨床応用されている。また、 ^{18}F -FDG-PETでは肝臓や肺など他の遠隔転移診断におい

ても有用であり、治療方針決定に重要な検査である。

続いて治療効果判定について述べる。骨シンチグラフィでは臨床症状が改善しているにもかかわらず、骨修復のため、骨新生が強く生じ、骨転移部位への集積が一過性に増加するフレア現象が起こることがある。よって治療後6カ月以内ではフレア現象に注意しながら検査を行う必要がある。また、PETでは術前化学療法において他のモダリティよりも早期から感度良く治療効果予測が可能であり、有用な検査であると言える。

次に、再発診断について述べる。骨シンチグラフィでは、以前は早期診断可能なため1年に1度フォローアップを行っていた。しかし、エビデンスが確立されていないため、現在では疼痛など何らかの症状が出た時点で検査を行うようになっていく。また、マンモグラフィや超音波検査など他の形態画像診断の検出感度が70~80%であるのに対し、PETでは90%と感度良く再発診断が可能であり、有用な検査であると言える。

最後に核医学治療について述べる。診断用RIと比較し治療用RIは、正常組織への影響を抑えるため透過力が弱く、飛程も短い。また効果を長時間維持するため、半減期も比較的長いものが多い。乳癌原発巣に用いられる核種はないが、乳癌の骨転移に対して用いられる核種に ^{89}Sr がある。 ^{89}Sr は β 線放出核種で、最大エネルギー1.49MeV、組織内最大飛程8mm、半減期50.5日という特徴を持つ。薬剤としては $^{89}\text{SrCl}$ を用い、骨シンチグラフィで陽性像を呈する骨転移部位の疼痛緩和を目的としている。適応としては、多発性骨転移による疼痛があり、骨シンチグラフィにて疼痛に一致する部位に集積増加があり、他の治療で十分な疼痛管理が困難な場合等に適応とされる。また、他

の疼痛緩和治療と比較して、1回の投与で全身全ての病巣に限定して治療を行え、効果が長時間持続し、副作用も少なく患者の負担の少ない治療であるということが言える。また、 $^{89}\text{SrCl}$ を用いて疼痛減少もしくは、鎮痛薬が減少する割合は、72.5%と比較的高い。以上より、多発性骨転移の疼痛緩和治療の最後の砦と言える。さらに、通常の $^{89}\text{SrCl}$ における治療では、体重当たり2MBq/kg静注して、その後、問診にて治療確認を行っている。当院では問診の補助的役割の治療確認として投与時に血管外漏出や汚染がなく、体内へ投与できているのか確認するためDynamic撮像を行っている。半減期が長いので皮下漏れをすると、皮膚への放射線障害が重大な影響を及ぼすことが予想されるため、安全で正確な治療を担保するためには有用な撮像と言える。また、 β 線の相互作用で起こる制動放射線を利用して画像化を行い、 $^{89}\text{SrCl}$ が疼痛部位に的確に集積しているかをシンチグラフィ撮像により確認している。しかし、疼痛部位への集積を確認でき有用な撮像であるものの、現時点では画質が悪いため、短時間で高画質な画像を得ることが今後の課題となっている。

以上をまとめると、乳癌における核医学の役割として、原発巣診断では他のモダリティにとって代わるようなものではなく、補助的役割として利用することが望ましいと言える。また、リンパ節診断では、核医学検査だけで転移の有無を判断する事は難しい。しかし、センチネルリンパ節生検を行う上で、RI法を用いてセンチネルリンパ節を同定することは非常に有用であり、臨床上重要な役割を有する。遠隔転移診断、治療効果判定、再発診断では核医学検査が一度に全身の診断が可能であることから他のモダリティに比して優れており、治療方針決定に重要な病期診断につながる重要な役割を担っている。核医学治療は他の治療法とは異なる独自の役割を有する。

第17回東京・埼玉医用乳房画像研究会

～乳がん治療における放射線治療の役割～

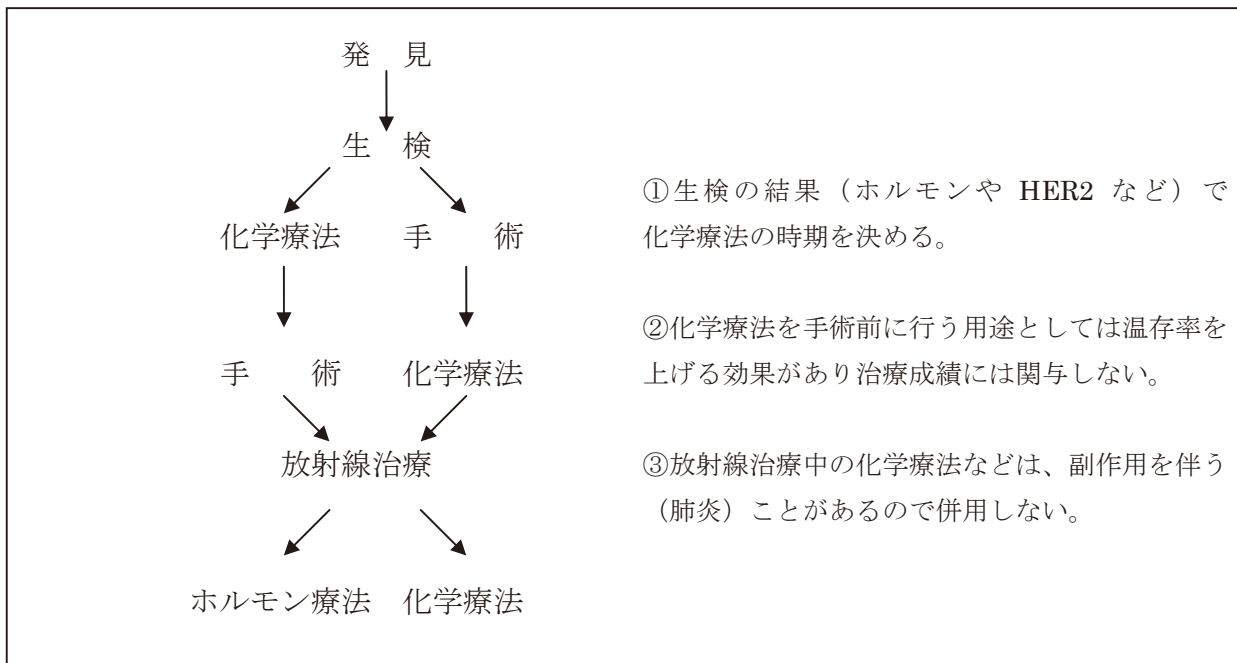
聖路加国際病院
神崎 扇洋

1. 乳がんの治療

乳がんの治療は、古くから行われてきた乳房、胸筋を摘出するハルステッドの外科手術から、乳房を温存して術後放射線を照射する放射線治療に代わってきた。乳がんのモデルはハルステッドの局所理論と、FISHERの全身理論¹⁾であったが、最近ではハルステッド理論と全身病モデルの中間のスペクトラム理論が主流で腫瘍径が大きくなるにつれて転移する傾向を有するが、一部は腫瘍径に関係なく、転移を有するものもみられる。

また腫瘍径が小さければ、たとえ腋窩リンパ節転移があっても、少数の場合は遠隔再発のマーカールではないと言われている。

最近の乳がんの治療は、下記(図1)のようになっている。



①生検の結果(ホルモンやHER2など)で化学療法の時期を決める。

②化学療法を手術前に行う用途としては温存率を上げる効果があり治療成績には関与しない。

③放射線治療中の化学療法などは、副作用を伴う(肺炎)ことがあるので併用しない。

図1：最近の乳がんの治療

2. 乳がんの放射線治療

当院での放射線治療は、下グラフ（図2）のように乳がんの患者が全放射線治療患者の70%以上を占めている。

乳がん放射線治療は、乳房温存術後と乳房切除術後で照射方法が異なって来る。

当院での乳房温存術後における照射基準を図3に示す。

乳房温存術後は、組織型、切除断端の組織、リンパへの転移の個数によって照射回数や照射方法が変わる。最近では、1回2.66Gyで16回照射の短期照射も行われるようになった。

また、乳房切除術後の照射基準を、図4に示す。

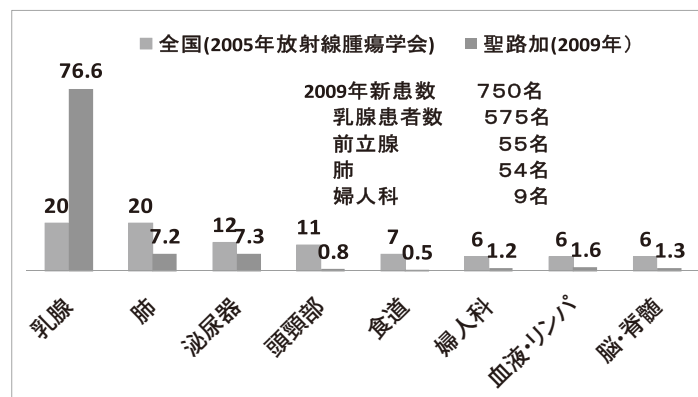


図2：当院での放射線治療人数

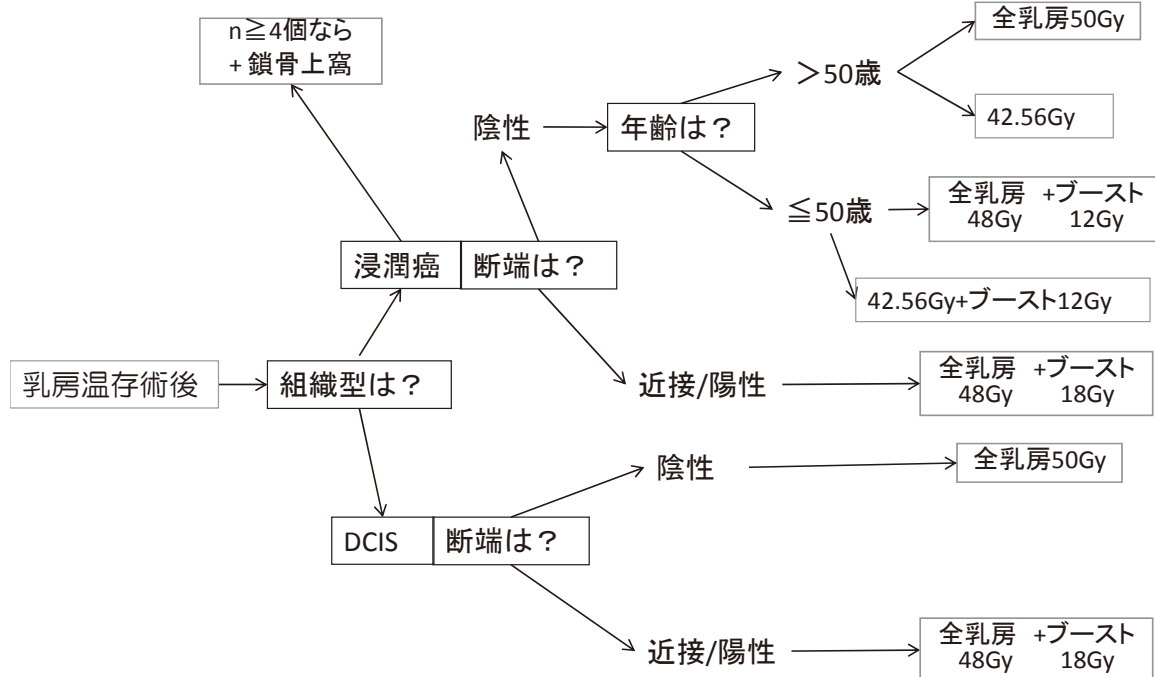
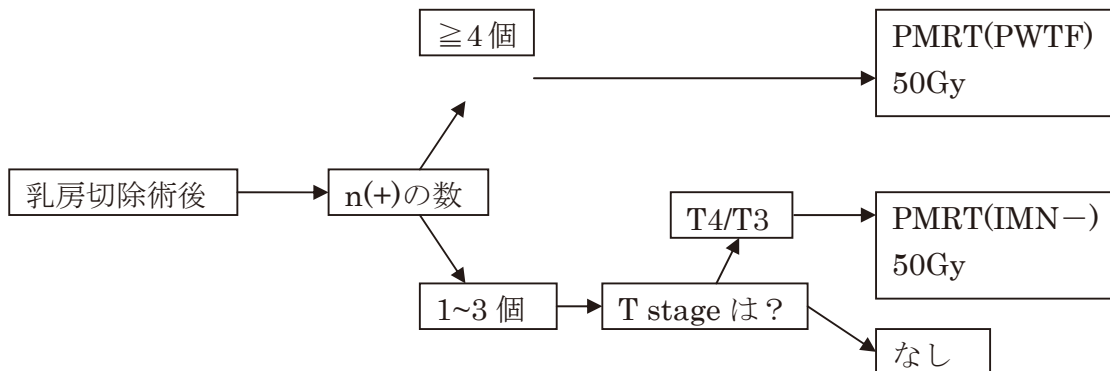


図3：当院での乳房温存術後における照射基準



乳房切除術後の照射は、リンパへの転移の個数によって照射方法が変わる。

図4：乳房切除術後の照射基準

3. 照射方法

固定具はMAMMOREX両手挙上台を使用して
いる。(図5)

接線照射・非対向2門照射で、線量の高い部分
には、MLCを用いてその部分の線量を減らすFIF
(Field In Field) を使った照射方法がある。乳房
切除後では3-fieldの照射方法で行われている。
(図6)

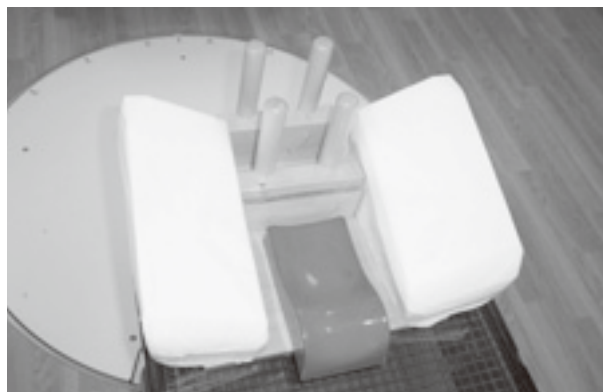
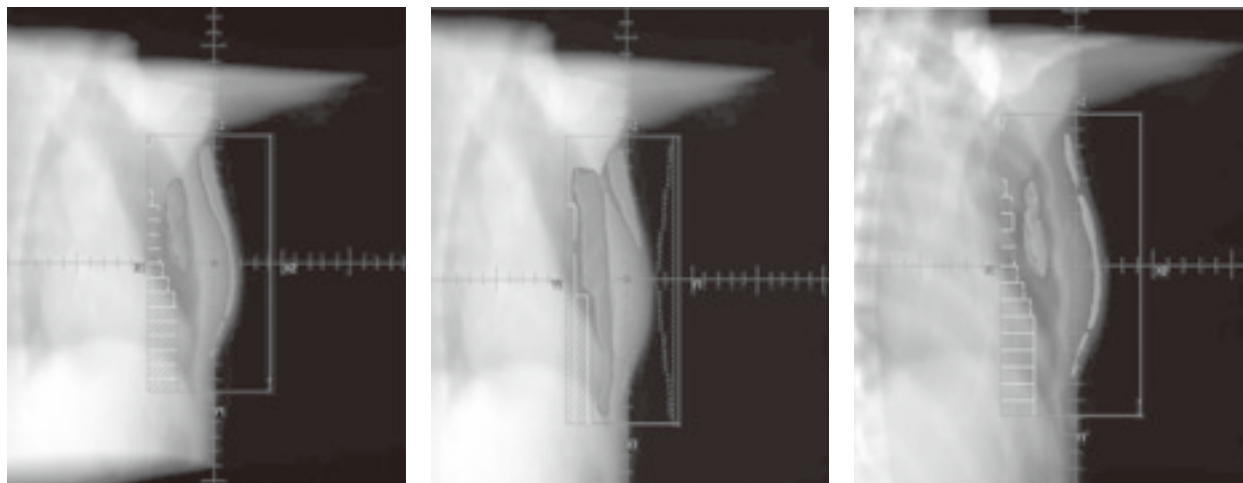


図5：固定具



なし

ダイナミックウェッジ

FIF

図6：照射方法



鎖骨上窩



胸壁

図7：ハーフフィールド法

乳房切除後の3-field照射は、鎖骨上窩のリンパを含めた照射方法で、当院ではハーフフィールド法を用いている。(図7)

これからの乳がん放射線治療は、小線源組織内照射、3次元原体照射や術中照射の方向に進むと考えられる。

参考文献

1) Hellman S: J Clin Oncol 12:2229-34, 1994

第17回東京・埼玉医用乳房画像研究会 ～他のモダリティから見た乳腺画像検査 (MRI)～

亀田総合病院附属幕張クリニック
山下 巧一

1. はじめに

当院では、2000年よりわが国で導入されたマンモグラフィ検診の普及や、これ対応すべく2005年に女性専用フロアを設立した事により、乳腺MRの需要が飛躍的に高まった。2006年6月に東芝メディカルシステムズ(株)製MR機器EXCELART Vantage™(図1)を導入し、乳腺MR撮像も同時期に開始した。乳腺MR検査に携わる様になって4年数ヶ月という期間は決して豊富な経験年数とは言えないが、今回乳腺MRIについて説明させていただく。

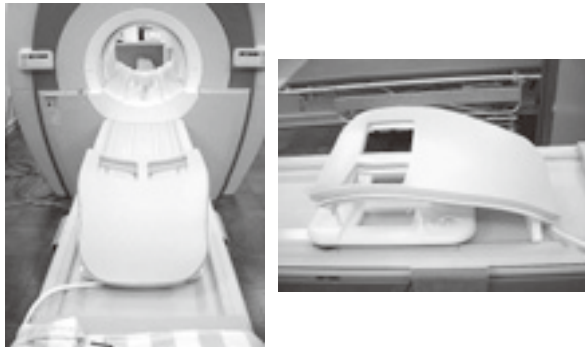


図1: EXCELARTVantage™と Breast SPEEDER (7ch)

2. 乳腺MRIの歴史

乳腺MR歴史は1986年に乳癌が造影されるといった報告(独: Heywang)が始まりになる。その後、欧州ではダイナミック曲線、つまり時間分解能重視し、一方、米では撮像時間にとらわれず空間分解能の方向で改良されていった。近年、高速/高分解能撮像法やパラレルイメージングを用いた乳腺専用コイルの出現により乳腺病変の詳細な形態情報と血流情報を得られるようになり、撮像方法だけではなくMRの適応や読影方法も含めた

ガイドラインが欧州 (european society of breast imaging : EUSOBI) と、米 (American college of Radiology: ACR) から共に提唱されている。

3. MRに求められること

ACRのガイドライン (BI-RADS-MRI) によればMRの適用範囲は

- ① 従来の画像検査で所見が不明確な場合の鑑別診断
- ② 術前の広がり診断と対側のスクリーニング
- ③ 術前化学療法後の治療効果判定
- ④ 乳房温存術後の残存評価局所再発の評価
- ⑤ ハイリスク女性に対するスクリーニング
- ⑥ インプラント (豊胸・術後再検) の評価
- ⑦ 原発不明転移症例の原発癌検索
- ⑧ MRガイド下吸引生検

などがある。

当院は人間ドックを主たる業務としており、乳腺MRIは二次精査としての鑑別診断の適応例が比較的多く、今後もこのような対応が増加すると考えられる。MRで病変をどう評価したらよいかは腫瘍性病変と非腫瘍性に分けて考える。腫瘍性病変は腫瘍の形 (円形・楕円形・分葉状・不整形) と辺縁 (平滑・不整・スピキュラ状)、内部造影 (均一・不均一・rim enhancement・enhancing sepeation・central enhancemennt・dark internal sepeation)、血流動態 (ダイナミック曲線、特に後期相: washout・plateau・persistent)。非腫瘍性病変は分布 (びまん性・領域性局所性・線状・分枝状・区域性) と内部造影 (均一・不均一・点状造影・小結節の集族・リング造影の集族) が良悪性の鑑別に重要となる。

4. 当院におけるMR撮像の現状

私の仕事環境はMR操作室兼読影室の中で、放射線科医の指導の下、日々、試行錯誤を繰り返しながら撮像に従事している。当院のMR撮像について説明する。

乳腺MRIにおいてどのような撮像法が良いのかという問題点がある。各施設でばらばらな撮像をされているのが現状であり、これは使用している機器の性能に依存していることの影響が少なくない面もあるが、最低限の原則に従って撮像されるのが望ましい。BI-RADS-MRIでは乳腺専用コイルを用いた腹臥位両側撮像、乳房の両側撮像。3Dダイナミック法を用い、分解能 $1 \times 1 \times 2.5\text{mm}$ 以下で少なくとも造影前、早期相（2分以内）、後期相（5～7分）の撮像を推奨している。

ではダイナミック撮像はどの断面でなされるのがいいか。それぞれの断面の持つ特性と乳腺における病変の性状を加味して考えなければならない。

一般的に冠状断像は病変の位置情報を得るのに容易であること、また超音波検査との比較し易いといった点があげられる。横断像は面分解能を高くすることができるが、乳房全体を撮像するにはスライス数を増やすか（撮像時間の延長）スライスを厚くしなければならない（スライス方向の分解能の低下）。

非腫瘍性病変については乳管の走行を考えるなら、やはり矢状断像や横断像画がその情報を捉えやすい。では濃染の分布を考えるならどうか？区域性的なのか領域性的なのかの判断を求められる場合では、やはり横断像よりも矢状断像や冠状断像のほうが優れる面を持つ。また両側乳房を比較する必要もあり、この点では冠状断像か横断像で利便性がある。このように各撮像断面の長所、短所を理解する必要がある。

導入当初、ダイナミック撮像は高分解能重視の横断像（ $0.35 \times 0.35 \times 1.00\text{mm}$ ）、撮像時間2分54秒 $\times 3$ （造影前、早期相1分、後期相4分）を採用していた。

施設の特徴から鑑別診断を求められる例が多く、病変に対し詳細な情報を得ることを目的としていた。後期相では病変以外の乳腺組織が造影され、病変の広がりを正確に判断するには困難な場合があり、撮像のタイミングと撮像断面の適切な選択が重要と考え、現在は下記に示す撮像法に変更した。両側冠状断像を用いたダイナミック撮像（分解能 $0.5 \times 0.5 \times 1.25\text{mm}$ 、撮像時間60秒 $\times 3$ ）は造影前、早期相1分と2分に撮像し、広がり診断を目的に左右の矢状断撮像（図2）を挿入した後、再度造影5分後の両側冠状断像を撮像している。加えて5分以降ゆっくり造影される良性病変に対応すべく、やや分解能をあげた両側横断像を撮像している（図3）。

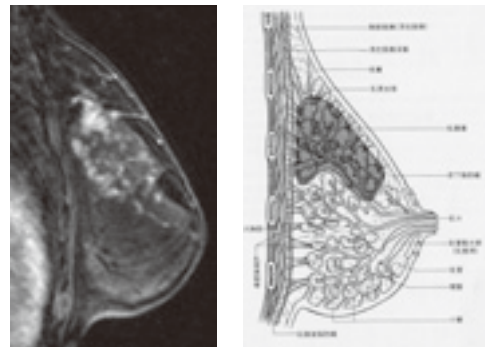


図2：広がり診断を目的にした矢状断像（DCIS）

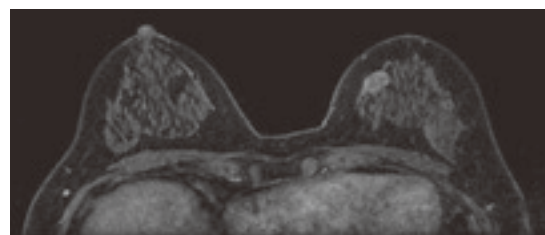


図3：5分以降の造影効果（線維腺種）

変更に伴い新たな問題点も浮上した。東芝製MR機器では現状time intensity curveはダイナミック撮像のみに限られるため、造影5分後に同一条件で撮像してもtime intensity curveの作成に反映させることができない。従って、切り離された遅延相の冠状断像は視覚的に評価している（この問題点に関してはメーカー側にも対応していただいているところである）。

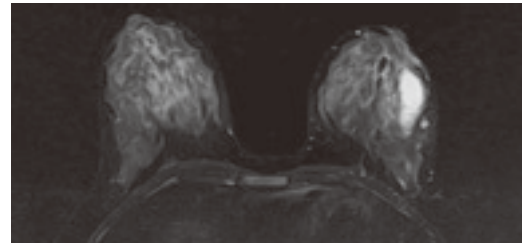
次に、造影前の撮像についてや、両側乳房撮像の意義についても説明したい。造影前にT2強調両側横断像、非脂肪抑制T1強調両側冠状断像、T1強調右・左矢状断像（造影後と同一条件）、拡散強調両側横断像の4撮像を行っている。T2強調両側横断像は、嚢胞性病変や一部の線維腺腫、粘液癌などの描出に優れ、病変の性状を把握するのに有効である（図4）。

非脂肪抑制T1強調両側冠状断像は、全ての撮像が脂肪抑制法を用いてしまうと脂肪を含む病変（ほとんど良性）は逆にその情報が欠落してしまうため、補足の意味で撮像する。分解能をあげる必要はないので短時間で撮像が可能でもあり、追加する事により鑑別診断に有効と言える（図5）。

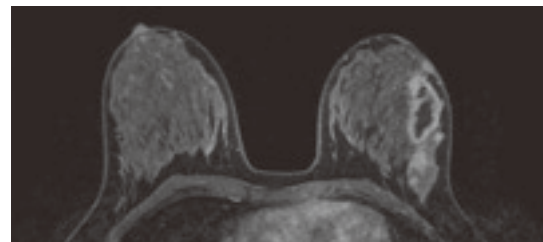
T1強調右・左矢状断像は、しばしば遭遇する血性乳汁を伴う症例において、もともと乳管が造影前から高信号を呈するため、病変部の造影効果を描らえるために、subtractionが必要となり、そのためにも不可欠な撮像と言える。拡散強調像は、乳腺に限らず他の領域においても造影剤を使用せずに悪性を疑う病変を描出可能にする撮像法として近年注目されている撮像法ではあるが、こと乳腺においては解像度の高い画像を得るのは難しく、現状では診断の補助的役割が強い。

続いて両側乳房撮像の意義あるか。

乳腺症などのびまん性の濃染なのか限局した濃染なのかは、やはり左右の乳腺を比較する事が必要となる。また最も重要な要素としてMRでしか描出されない病変（MRI detected lesion）の存在がある。マンモグラフィや超音波では検出されない病変が同側の他部位だけではなく、健常とされていた反対側に現れる症例に遭遇する。また乳癌患者の2~3%の割合で対側にも乳癌が発見されるという報告もあり、我々の施設でもしばしば経験し、両側撮像の重要性を再認識している（図6）。

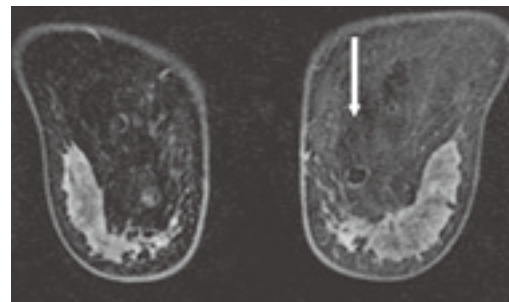


T2強調横断像

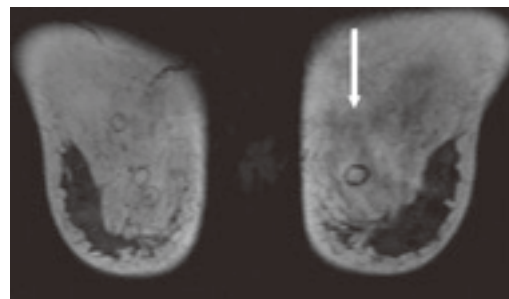


造影後T1強調横断像

図4：T2強調画像による内部性状
（肉芽腫性乳腺炎）

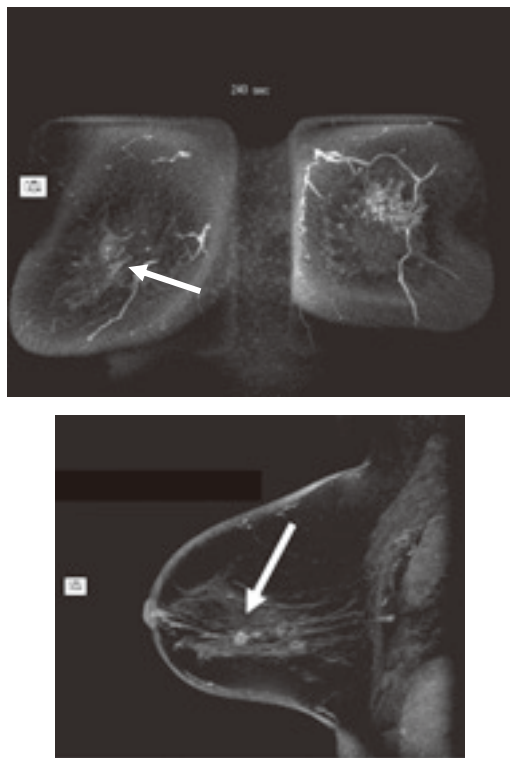


造影後T1強調冠状断像
（脂肪抑制あり）



造影前T1強調冠状断像
（脂肪抑制なし）

図5：非脂肪抑制と脂肪抑制撮像の比較
（脂肪注入豊胸術後の脂肪壊死）



両側乳癌症例
右乳房MRI detected lesion

図6：両側DCIS

5. ちょっとした工夫

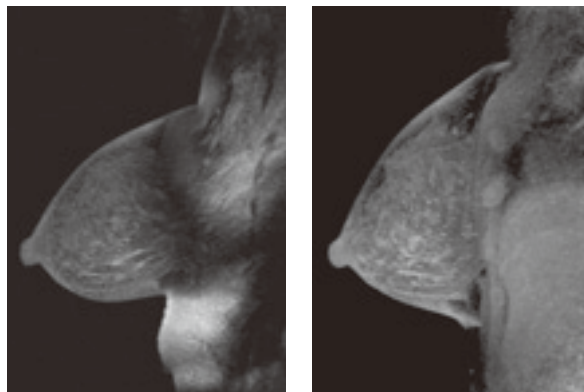
乳腺MR撮像で注意しなければならない点としてポジショニングが挙げられる。ただコイル内に乳房を入れれば良いというものではない。良好な画像には、やはり均一かつ十分な脂肪抑制が必要となる。乳房が不整な形のままでは良質な脂肪抑制画像を得ることは難しい（図7）。

原則として乳房は自然下垂の状態が望ましい為、過度な力は加えず大小、様々な形状の示す乳房に対し柔軟な対応が求められる（図8）。

また得られた画像をただそのまま放射線科医に提出するのではなく、処理を加える。自然下垂を概ねとするが乳頭が外側に向く場合、冠状断MIP像では超音波検査と比較し位置情報に相異が生じることがある。MRの腹臥位と超音波の仰臥位では元々体位が違うため精度的な問題はあるもの

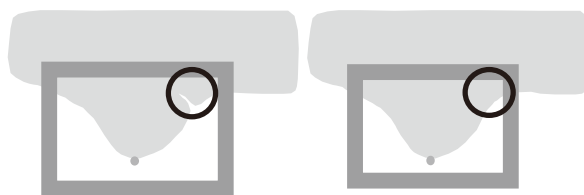
の、角度補正し乳頭を正面から観察したMIP像を読影時の参考資料として提供している。

補足情報とし現在、月経周期も情報提供している。これは分泌期に伴う乳腺の変化がびまん性、限局性、腫瘤様の濃染と多様な影響として現れる為、欧米では、より精度の高い検査を行う為に月経第1週と4週時の検査は避け第2週時に行う事が推奨されている。しかし日本では月経周期を考慮した検査の予約体制はほとんど行われていない。診療にあたる医師に説明をし、理解を頂くことと、検査予約体制の構築が急務と考える。



不良例 良好例
均一な脂肪抑制を得るためポジショニングは非常に大切

図7：ポジショニングによる脂肪抑制効果の変化



乳房下側の形状を整える。
コイル自体による乳房への圧排を避ける

図8：ポジショニングのポイント

参考文献

戸崎光宏, 福間英祐：乳腺MRI実践ガイド—撮像法, 読影基準, 治療—, 文光堂, 2007