

【総説】 乳房超音波検査法(1)

東野 英 利 子 (人間総合科学研究科 先端応用医学専攻 / 臨床医学系)

はじめに

日本では乳癌の罹患率は増加傾向にあり、1995年からは女性における最も罹患率の高い癌となった。その乳癌の検出、診断法として以前から用いられているのが超音波検査法である。超音波検査法はその開発の初期から日本が世界をリードしてきおり、乳房は最も最初に対象とされたものの一つであった。現在乳房の画像診断法としてはマンモグラフィも広く用いられているが、超音波検査法は日本人の小さく、乳腺の多い乳房には特に有用である。

よい検査のためには適した装置を正しく用いる必要がある。それにより病変が正しく検出され、評価されていくのである。そこで今回は検出された病変の評価ではなく、乳房に対する超音波検査方法について述べる。

I. 乳房用超音波検査装置

乳房超音波検査の基本はB-mode (Brightness mode)である。これに付加する情報としてカラードプラによる血流情報がある。最近ではelastographyという画像の歪みから病変の硬さを見ることのできる装置も出現している。

B-mode画像における重要な因子は分解能である。分解能には以下のものがある。

空間分解能

距離分解能

方位分解能

探触子の厚み方向の分解能

時間分解能

コントラスト分解能

距離分解能は超音波の進行方向の分解能で、周波数が高いほど増す。周波数が高いと減衰が強いのので、腹部超音波検査に用いられる超音波診断装置の周波数は2-5MHzであるが、乳房のように浅いところに存在する臓器を観察するには10MHz前後を用いることが出来る。最近の装置は広帯域となっており、深さに応じた周波数が使えるようになってきている。

方位分解能は超音波の進行方向に直行する方向の分解能である。これにも周波数が関与するが、フォーカスを用いることによって、関心部位の方位

分解能を増すことが出来る。フォーカスの方法としては機械走査方式の単振動子のものでは凹面振動子を用いたり、電子走査方式のものでは電気的な遅延回路を用いることなどがある。最近のデジタル超音波装置ではよりよいフォーカシングができるようになっている。

探触子の厚み方向の分解能は上記2つに比べて低いことが多い。振動子を凹面にしたり、同心円状に配置する(アニュラレイ探触子)ことなどによりこの方向にもフォーカスを作って分解能をあげる工夫がなされている。また最近では振動子を1列ではなく2次元的に配列して厚み方向にもフォーカスを作ることができる装置が出現している(2次元アレイ探触子)。

時間分解能はフレームレート(画面が1秒間に何回変わるか)で表される。乳房のようにそれ自体動きのない臓器では低いフレームレートでも検査が可能で、探触子をゆっくり動かすことにより代償されるが、一般には10Hz以上、少なくとも8Hz以上が好ましい。

コントラスト分解能は病変の認識に極めて重要である。通常乳腺腫瘍は皮下脂肪織よりも低エコーであるが、非常に近いエコーレベルのものがあり、この差が描出されるかどうかで、病変を捉えることができるか、あるいは脂肪の一部として見落としてしまうかが決まることがある。コントラスト分解能には種々のファクターが関与する。これを改善する一つの手法が加算平均で、通常超音波画像は複数のフレームの画像を重ね合わせてノイズを消し、真の信号を強めるという操作がなされている。これはパーシスタンスと呼ばれることもある。乳腺のように動きのない臓器ではこの回数を増やすことにより、コントラストのよい画像が得られる。しかし時間分解能が落ちることに注意しなければならない。アーチファクトを押さえ、コントラストを増す手法として最近用いられているのはコンパウンド法である。同じ方向ではなく、超音波を送受信する角度を変えた画像を重ね合わせることによって、より真の解剖学的変化に近い画像をコントラストよく描出することが出来る。また送信周波数の整数倍の周波数を受信して画像をつくるハーモニック法もノイズを抑えることによりコントラストのよい

画像が得られる。

それでは探触子の形状はどうであろうか。これには走査方式が関与してくるが、電子走査方式の探触子ではリニア型のものが用いられる。腹部ではコンベックス型が多いがこれは肋間などの狭いところから深部の視野を広く保つ工夫である。乳房では接触面が広くても問題が無いこと、皮膚そのものから描出することが重要であることからリニア型が用いられる。機械走査方式の探触子では探触子を動かす必要があることからセクタ型となるが、皮膚面との間に水嚢が内蔵されており、画像は台形となる。

このようにいろいろな機能が画質に関与している。最近の最も高品質な装置はデジタルビームフォーマによるものであるが、電子走査式のもの装置によって精度に差がある。診断に直接関与する性能を如何に評価するかが今後の課題である。

II. 実際の検査方法

走査法：乳房は体表にあり、超音波の伝播を妨げる骨やガスなどはない。そこで丹念に検査すれば病変部を検査し損なうということはない。くまなく、見落としなく検査するためには同じ部位を2方向以上から検査することが推奨される。そのために一般的なものは横走査、縦走査を組み合わせることである。異常乳頭分泌がある場合は乳頭を中心とする放射状走査を行うことがある。

画質調整：よい装置も使いこなさなければならぬ。主な調整ポイントとしてはフォーカス、ゲイン、ダイナミックレンジである。フォーカスは乳腺の位置におく。ゲインおよびダイナミックレンジは装置によって異なるので絶対値では表せないが、高エコーな乳腺が飽和しない程度に白く、また脂肪織と嚢胞(無エコー)の間に何段階かのエコーの違いがわかるような設定とする。同様の設定がフィルム、サーマルペーパー等のプリントアウトされた結果にも反映されることが重要である。

体位：仰向けで検査する乳房の下に枕を入れ、検査する乳房が胸壁の上にお腕を伏せたように水平になるようにする。

検査のコツ：画像の大きさをあまり大きくしないことがひとつである。特にスクリーニングにおいては目を動かさなくても画面全体が目に入るような大きさとする。走査する速度は画面上の一つ一つの構造が解析できる程度であり、当然初心者はゆっくり、熟練者は早い。ただし

乳腺病変は乳腺から起こるので、乳腺の少ないところでは早く、また乳腺が不均一な乳房ではゆっくりとなる。乳房は中央が盛り上がっているが、探触子は斜めにせず、乳腺に対して水平になるようにする。これらが良い画像を得るコツである。非常に大きな乳房、減衰の強い乳房ではやや圧迫気味にして距離を縮めた方がよい。ただし超音波検査は本来無侵襲なもので不快を与えるような圧迫はしないように注意する。

結果の記録：特に異常がない場合でも少なくとも両側乳房の撮影を行う。乳腺の最も多いC領域(上外側)の画像を記録することが多い。これは検査を行ったということのみならず、その検査条件が表示されるので適切な検査がなされたかどうかという判定に用いられる。

病変がある場合にはその部分の記録を行う。嚢胞はきわめてよく見られる異常であると同時に多発することが多い。また超音波検査法は嚢胞の診断に関してはきわめて信頼性があるので、最大径の1画像のみ記録する。充実性腫瘍、嚢胞内腫瘍に関しては最大断面とそれと直行する断面の少なくとも2方向撮影を行う。必要に応じて乳頭と結ぶ放射状断面も記録する。よく、全ての病変に関して大きさを計測した画像のみを記録しているのを見るが、写真からも病変の評価が可能ないように、計測をする前の画像と計測をした画像の両方を記録するか、あるいは計測のマークを病変から少し離して観察の邪魔にならないようにするのがスマートである。病変の位置の記載は乳房を時計盤に模し、時計軸と乳頭からの距離であらわす。検診などで距離の記載が煩雑である場合は乳腺をC:(central:乳頭周囲)、M:(middle:乳腺中央部)、P:(peripheral:乳腺末梢)の3領域に分類して表現することもある。

腫瘍像非形成性病変の記録には対側の同じ領域の記録が必要なこともある。

ダイナミックテスト

ダイナミックテストは病変の可動性と硬さをB-mode画像上で観察するものである。まずは乳房のゼリーをふき取り、病変の直上のみ少量のゼリーを塗る。病変を描出し、空いている手で病変を側面から圧迫する。ここで周囲乳腺の硬さと病変の硬さを比較する。また病変を少しねじるようにして病変と周囲乳腺との可動性を調べる。

カラードプラ

最近の電子走査式の探触子ではカラードプラ機能を有するものが多い。また、ドプラ感度も増し、乳癌の多くは血流が見られるようになった。そこでカラードプラによる血流情報も補足情報として役立つことがある。細く、遅い腫瘍血流を感度よく捉えることが必要である。これにはまず、速度のスケールを出来る限り低く抑えることが必要である。さらにゲインを最大限にするためにまずはノイズが出るくらいに上げて、それから徐々に落としていき、クラッタノイズがやっと消えるくらいのゲインでゆっくりと走査することが必要である。さらに探触子による乳房の圧迫が血流を抑えてしまうことに留意して、探触子をできるだけそっとあてることも重要である。

終わりに

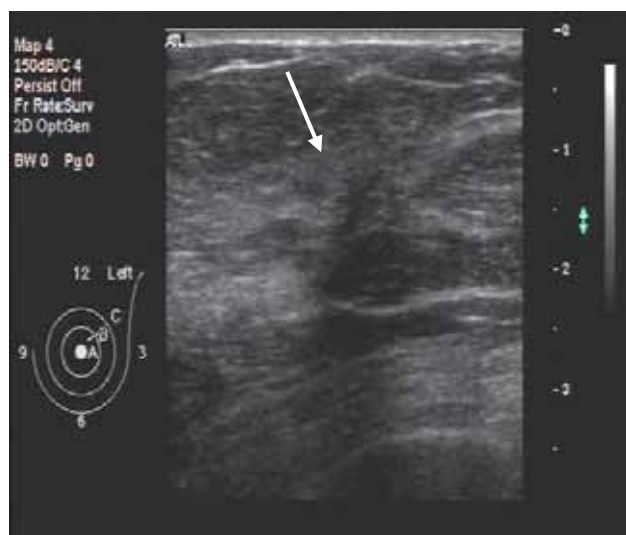
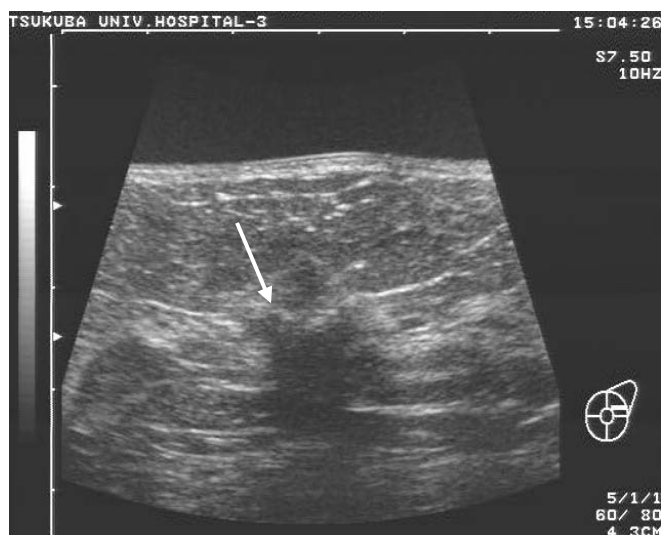
このように乳房超音波検査法はただ単に探触子を乳房に当てればよいというわけではないのである。現在日本では超音波検査を医師による視触診に代わるものとして乳がん検診に用いようという動きがある。ここでは検査技師の活躍が期待されている。しかしこれには視触診を凌駕する診断能を示す必要がある。やる気に満ちた諸君の活躍を期待する。

参考図書：

乳房超音波診断ガイドライン 南江堂 2004年

装置の違いによる見え方の違い

白矢印は腫瘍(乳癌)を表す



走査方式

機械操作式

電子走査式

振動子の配列

アニュラレイ

1次元アレイ

走査方式による
画像の形状

セクタ(水嚢あり)

リニア(直接接触)

周波数

7.5MHz

8 - 12MHz

加算平均回数

5回

コンパウンド方式

その他の情報

ゲイン80、
ダイナミックレンジ60