

1. 乳腺領域

Real-time Tissue Elastography の歴史と臨床応用

中島 一毅 川崎医科大学附属病院乳腺甲状腺外科

最近の超音波診断装置の新技术において、tissue elasticity imaging (エラストグラフィ、歪み像) は最も特筆すべきものである。現在、多くの装置に搭載され、臨床現場でも急速に普及している。特に、乳腺領域での臨床応用は目覚ましいものがあり、すでにプロスペクティブスタディも複数報告されている。『乳房超音波診断ガイドライン』¹⁾では、動的検査 (dynamic test) およびエラストグラフィとして臨床的有用性の記載があり、日本乳癌学会の『乳癌診療ガイドライン』でも、期待される重要な診断手法としてエラストグラフィの項目が掲載されている。しかし、エラストグラフィと一般に称されているものの中には、原理や目的が異なるものが多く存在し、その精度も名称もまちまちである。この現状を踏まえ、日本乳腺甲状腺超音波診断会議の精度管理研究班では、エラストグラフィ精度管理研究グループを立ち上げ、その分類を進めている。

この分類については、ある程度コンセンサスが得られた段階でまた報告するが、簡単に言うと、歪みを発生させる方法に関しては、“検査者が物理的振動を加え、揺らすことによる歪みを計測するマニュアルコンプレッション法”と、“装置により物理的、音響力学的エネルギーを加え、歪みを計測する方法”に分類される。また、計測結果の表現方法に関しては、歪みのカラーイメージマッピングである“エラストグラフィイメージング”で表現し診断するものと、歪みから計測した領域の硬さを表す数値を算出する“硬さの定量化”をめざすものに大別される。現時点では、これらの技術を総じて“エラストグラフィ”と

称されているようである。

本稿では、エラストグラフィを最初に臨床応用し、その普及度、応用度、画質、エビデンスとも最も信頼性の高い日立アロカメディカル社の“Real-time Tissue Elastography”について、その臨床応用の現状と最前線の画像を紹介する。

エラストグラフィ、および Real-time Tissue Elastographyの歴史

エラストグラフィの歴史は、Real-time Tissue Elastographyの歴史であったと言っても過言ではない。そこで、Real-time Tissue Elastographyの臨床応用までの道りを簡単に解説する。

がん組織では、血管と細胞の密度が増加するにつれてその硬さが増し、この硬化は、早期のがんですでに始まっていると言われている。乳がんにおいて、この硬さの情報が植野らにより初めて言及され、dynamic testとして報告された²⁾。この硬さの情報を診断に用いようという考えは、さらに発展し、超音波を用いて組織の弾性(硬さ)を検出し、非侵襲的・客観的に評価するための新しい画像診断の手法として、1991年にテキサス大学のOphir教授らにより“エラストグラフィ (elastography)”という名称で発表された³⁾。このエラストグラフィは、探触子を押し当てることにより圧迫された組織の変位の様子、すなわち歪みの分布を画像化することで、その硬さを診断情報として病変部位を評価しようとする手法である。また、組織の硬さと病理診断自

体に関しては、98年にKrouskopらにより、硬さ測定器を用いて病理標本の硬さを実際に測定した研究が報告された⁴⁾。

96年に、高速に精度良く組織の変位を検出するCombined Autocorrelation Methodが発表された⁵⁾。しかしながら、当時の信号処理技術においては、歪み像を得るために必要な変位の検出に膨大な演算時間を要し、リアルタイムで画像を提供するには装置の演算能力が不十分であった。この問題解決のため、さらなるアルゴリズムの改良と十分な演算量を有する装置開発が行われた。さらに、椎名、山川らが考案したECA (拡張複合自己相関) 法の導入により、この演算時間自体が飛躍的に短縮され、フリーハンドによる圧迫でも安定した変位を検出することが可能となった。この方式は、Bモードと同じスキャンで安全性に優れた方式であったため、臨床応用が可能であると判断され、超音波診断装置への組み込みが進められることになった。

2001年、椎名らと日立メディコ社 (現在の日立アロカメディカル社) の共同研究の成果として、組織弾性イメージング手法が開発された。本技術は、2003年、Real-time Tissue Elastographyとして「EUB-8500」に搭載され、通常のルーチン検査の一環として、違和感なく適用されうる構成で商用化された。EUB-8500に搭載されたエラストグラフィには、アーチファクトを効果的に除去するリジェクション機能が搭載されており、ストレーンベクトルのバラツキが大きく低減し、エラストグラフィイメージのノイズが大幅に軽減、安定した画像が得られるよう