

生体組織の音響的構造を考慮した散乱波シミュレーション

蜂屋 弘之

抄 録

超音波 B モード画像は、組織中の散乱体分布変化の影響を受ける。病変組織の連続的な変化、特に初期病変の情報を臨床的に取得することが困難なため、超音波画像と組織構造の関係を評価するのは簡単ではない。本総説では、組織の音響的構造を考慮した散乱波シミュレーションの手法について述べる。ここで述べるモデル化手法は、正常およびびまん性肝疾患の散乱体分布を結節や線維構造を含め表現できる。この散乱体分布を用いて得られる B モード画像を用いて、生体組織の変化と B モード画像の変化の関係について解析することができる。

Scattering echo simulation that takes into account tissue acoustic structure

Hiroyuki HACHIYA, EJSUM

Abstract

Ultrasonic B-mode images are affected by changes in scatterer distribution in tissue. It is hard to estimate the relationship between the ultrasonic image and the tissue structure quantitatively because we cannot observe the continuous stages of diseased tissue clinically, particularly the beginning stage. In this review, a simulation method of scattering echo that takes into account tissue acoustic structure is presented. The modeling method of scatterer distribution for normal and diffuse diseased livers can determine the expansion of nodules and fibers. Using B-mode images obtained from these scatterer distributions, we can analyze the relationship between the changes in the form of biological tissue and changes in the B-mode images during progressive liver cirrhosis.

Keywords

Rayleigh distribution, liver fibrosis, numerical simulation, quantitative diagnosis, speckle pattern

1. はじめに

超音波による医用画像は、安全かつリアルタイムに体内の情報を取得できる方法として大きな成果をあげ、超音波診断装置は広く普及している。しかし、超音波画像を用いた診断には医師の経験や熟練を必要とする上に、診断情報は形態的な情報が主である。病変による生体組織の変化を定量的に得ようとする試みも行われているが、臨床的な定量診断手法として十分な状態とはいえないのが現状である¹⁻⁵⁾。この原因の一つとして、診断時に得られる超音波画像と生体組織の音響特性変化との関係が十分解明されていないことが上げられる。病変によって生体組織の音響特性がどのように変化するか信頼できるデータは意外なほど少ない⁶⁻¹³⁾。特に重要な初期段階の変化については、侵襲的な行為を避けようとする最

近の流れもあり、病変組織を取得できる可能性が少ないことから、実際に組織がどのように変化しているかの把握が難しく、特に、病変初期段階におこる超音波画像の変化についての理解は不足している。

超音波により取得される情報を利用した「超音波定量診断学」の確立のためには、病変による生体組織音響特性にどのような変化が生じるかの把握とともに、生体組織の音響的变化により、超音波エコー信号にどのような変化が生じるのかをシミュレーションにより検討することが重要である。本稿では、超音波画像（信号）から生体組織構築の変化を定量的に求める方法を確立するという観点から、シミュレーション手法について概説する。

2. 定量診断技術におけるシミュレーションの役割

超音波による定量診断の確立のために必要な要素