

ULTRASONIC VISUALIZATION OF VISCO-ELASTIC PROPERTIES OF SOFT TISSUES FOR DIAGNOSIS OF PATHOLOGIES

Description

The improved method of visualization of soft tissues visco-elasticity is based on ARFI (Acoustic Radiation Force Imaging) and SWEI (Shear Wave Elasticity Imaging) modalities. This method uses generation of local shear deformation of soft tissues with ultrasound radiation force. The proposed approach provides for diagnostics of neoplasms and other pathological conditions of soft tissues on very early stages where standard methods of ultrasound visualization do not work. Experimentally confirmed possibility of determination of pathologies less than 5 mm, while standard methods determine only sizes of 15–20 mm. Moreover, the proposed methods could be used for control of destruction process of pathological tissues. This was confirmed by studies of visco-elastic properties of soft tissues. Both in phantoms and in samples of soft tissues (in particular, samples of muscles and fragments of cow liver) we've obtained the similar dependences of amplitude of displacement growth at the increase of temperature. Thus, it confirms that the control of amplitudes of displacement of tissue with the help of Doppler method could be used for the temperature control during destruction of pathological tissues by powerful ultrasonic radiation.

Innovative Aspect and Main Advantages

- unique algorithm of calibration of ARFI and SWEI methods for *simultaneous* estimation of visco-elastic modulus of tissues;
- noninvasive 2D visualization of elasticity and viscosity properties of soft tissues;
- early diagnostics of malignant neoplasms and other pathologies;
- real time noninvasive control of temperature destruction margins of soft tissues pathological areas by powerful ultrasound;
- real time Doppler technology.

Areas of Application

Ultrasonic visualization of visco-elastic properties of soft tissues could be used in medicine for health care

- Measurement of hardness and viscosity in local points in human body during medical checkup (oncology, different pathology);
- Measurement of fluids inclusion in human body;
- Measurement of muscle strain during athletes training;
- Noninvasive monitoring of process of ultrasonic thermal tissue destruction in real time.

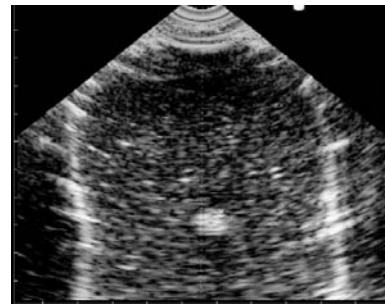


Fig. 1. Visualization of model pathology with adding contrast matter Al_2O_3 (it is impossible to visualize such pathology without such contrast matter by standard ultrasound visualization methods)

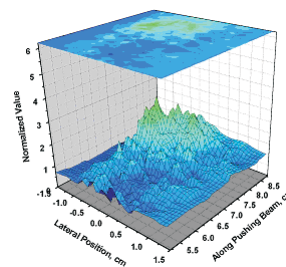


Fig. 2. Determination of the same pathology without any contrast matter by the method of acoustic remote palpation (ARP). This pathology is registered by the skewness of standard bell-shaped signal shown on the Fig. 3

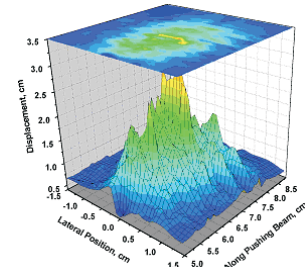


Fig. 3. Standard bell-shaped signal obtained from the homogeneous model medium

Stage of Development

SWEI system with ultrasound Doppler signal processing is available for demonstration. This system is validated by the use of phantom based on gelatine and muscle tissues.

Contact Details

Kharkiv National V. N. Karazin University, Department of Biological and Medical Physics
 Tovstiyak Volodymyr, Professor, Head of Department
Address: 4, Svobody Sq., 61077, Kharkiv, Ukraine
Tel.: (38 057) 707-52-12; **Fax:** (38 0572) 54-47-46
E-mail: v.tovstiyak@univer.kharov.ua

МЕТОД УЛЬТРАЗВУКОВОЇ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ В'ЯЗКОПРУЖНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ М'ЯКИХ ТКАНИН ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ ПАТОЛОГІЧНИХ УТВОРЕНЬ

Огляд пропозиції

Було розроблено новий акустичний метод ультразвукової медичної діагностики, що базується на візуалізації в'язко-пружних властивостей біологічних тканин за допомогою зсувних хвиль. Цей метод дозволяє встановити патологічний стан м'яких тканин на ранніх стадіях, що неможливо діагностувати за допомогою звичайних методів ультразвукової візуалізації. Експериментально підтверджена можливість визначення патологічних новоутворень малих розмірів менше 5 мм, в той час як стандартні методи УЗЗ-діагностики визначають новоутворення розміром не менш 15–20 мм. Крім того, SWEI-метод може бути використано для контролю процесу руйнації патологічних тканин. Як в фантомах, так і в м'яких тканинах, як, наприклад, зразки м'язів і фрагментів печінки корови, були отримані подібні залежності росту амплітуди зміщення при зростанні температури. Таким чином, це підтверджує, що контроль амплітуд зміщення тканини за допомогою доплерівського методу може використовуватися для контролю температури при руйнації патологічних тканин.

Інноваційний аспект та основні переваги

- унікальний алгоритм калібрування ARFI і SWEI методів для одночасної оцінки в'язко-пружних модулів тканин;
- неруйнівна 2-вимірна візуалізація пружних та в'язких властивостей м'яких тканин;
- рання діагностика злоякісних новоутворень та інших патологій;
- неруйнівний контроль меж теплової руйнації патологічних ділянок м'яких тканин потужним ультразвуком у режимі реального часу;
- доплерівська технологія в режимі реального часу.

Галузі застосування

Ультразвукова візуалізація в'язко-пружних властивостей м'яких тканин може використовуватися в медицині для:

- Вимірювання пружності та в'язкості у локальних точках тіла під час медичного огляду (онкологія, різні патології).
- Вимірювання рідинних включень у людському тілі.
- Вимірювання м'язової напруги під час тренування атлетів.
- Контролювання процесу теплової руйнації тканин ультразвуком у режимі реального часу.

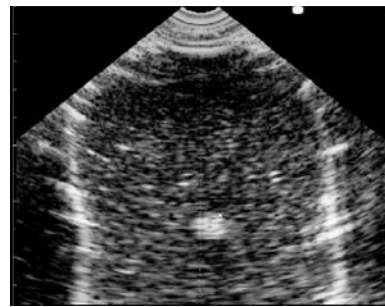
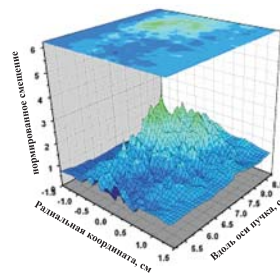


Рис. 1. Візуалізація модельного новоутворення з додаванням контрастної речовини Al_2O_3 (без додавання контрастної речовини таке включення не діагностується стандартним методом)



Мал. 2. Визначення того ж новоутворення без контрастної речовини методом віртуального пальця (це видно з асиметричності стандартного колоподібного сигналу, який продемонстровано на рис. 3)

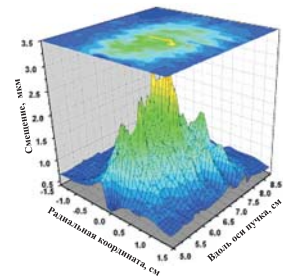


Рис. 3. Стандартний сигнал однорідного фантому

Стадія розробки

Доступна демонстрація SWEI-системи з ультразвуковим доплерівським імпульсним детектуванням зсувних хвиль. Система перевірена з використанням фантомів на основі желатину та м'язових тканин.

Контактна інформація

Харківський Національний Університет ім. В. Н. Каразіна, кафедра біологічної і медичної фізики

Товстяк Володимир Васильович

Адреса: пл. Свободи 4, 61077, м. Харків, Україна

Тел.: (38 057) 707-52-12

Факс: (38 0572) 54-47-46

Ел. пошта: v.tovstiak@univer.kharov.ua