

Мкртчян Артак Генрикович

*доктор физ-мат наук, профессор, член-корреспондент НАН РА,
директор Института прикладных проблем физики НАН Армении*

Налбандян Ваче Врежевич

кандидат физ-мат наук, доцент, заведующий лабораторией Института прикладных проблем физики

Акопян Александр Сергеевич

старший инженер лаборатории Института прикладных проблем физики

Момджян Мелкон Мамфреович

руководитель научной группы лаборатории Института прикладных проблем физики

Mkrtchyan A. H.

*Dr. of Science, Professor, Corresponding member of NAS RA,
Director of Institute of Applied Problems of Physics, NAS, Armenia*

Nalbandyan V. V.

Ph.D., Assistant professor, Head of a laboratory of Institute of Applied Problems of Physics

Hakopyan A. S.

Senior Engineer of a laboratory of Institute of Applied Problems of Physics

Momjyan M. M.

Leader of a Scientific Research Group of Institute of Applied Problems of Physics

ИССЛЕДОВАНИЯ АКУСТИЧЕСКИХ ОТКЛИКОВ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ПРИ ОТСУТСТВИИ И НАЛИЧИИ ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫХ ОБРАЗОВАНИЙ

STUDY OF THE ACOUSTIC RESPONSES OF BIOLOGICAL OBJECTS IN THE PRESENCE OR ABSENCE OF THE MALIGNANT TUMORS

Аннотация. Работа посвящена исследованию возможности выявления злокачественных образований, в частности саркомы типа C-180, в биологических объектах (мышцах) применением разработанной на основе модуляционной акустической спектроскопии, нового безконтактного метода диагностики. Сравнительный анализ зарегистрированных амплитудно-частотных акустических спектров исследуемых здоровых и больных объектов дает возможность обнаружения и определения распространенности злокачественных образований.

Ключевые слова: Модуляция акустических полей, злокачественные образования, саркома типа C-180, акустическая спектроскопия, анизотропия тканей.

Summary. The work deals with the study of the detection possibility of the malignant tumors, particularly sarcoma C-180, in biological objects (mice) by applying a new contactless diagnostic method developed on the basis of acoustic modulation spectroscopy. The comparative analysis of registered amplitude-frequency acoustic spectra of the studied healthy and sick objects allows us to detect and determine the dissemination of malignant tumors.

Key words: Acoustic field modulation, malignant tumors, sarcoma of C-180 type, acoustic spectroscopy, anisotropy of tissues.

Диагностика злокачественных образований является одной из актуальных проблем современной науки и техники. В настоящее время применяются различные типы диагностик, связанные с определенными воздействиями на организм: ультразвуковые, радиоизотопные, рентгенологические, компьютерная томография и т.д. [1–6].

Наиболее традиционные методы обследования представляют собой комплекс различных модифика-

ций рентгенологических исследований [6, 7], сопряженных с лучевыми нагрузками на биологические объекты. Они связаны с применением дорогостоящих аппаратов лучевой терапии и ограничены в своем повторном применении для динамического наблюдения с целью раннего выявления заболеваний.

Метод ультразвуковых исследований [8, 9] позволяет с высокой точностью определять наличие образований и характер патологического процесса.

В ряде случаев, ультразвуковой метод превосходит по чувствительности рентгенологический метод, что обусловлено биомеханическими свойствами тканей организма, имеющими различную проницаемость для ультразвуковых волн (УЗВ).

Анализ биологических тканей организма на наличие образований базируется на исследовании взаимодействия ультразвуковых волн с веществом ткани. Распространение ультразвуковых волн в организме определяется плотностью, упругостью и вязкостью его тканей. Исследуя информацию по энергетическому спектру прошедших через организм УЗВ можно получить картину микроструктуры его биологических тканей и их функционального состояния. Организм представляет собой анизотропный объект с измененными структурами. Здоровые и пораженные участки тканей обладают анизотропией в разной степени. В здоровых тканях преобладает анизотропия, четко происходят реакции диссимметризации. При различной патологии нарушается анизотропия и диссимметризация в тканях организма. Регистрируя изменение спектра акустических откликов биологического объекта, можно получить информацию о структурных видоизменениях в тканях организма. Анализируя соотношение анизотропии и изотропии тканей, делают вывод о наличии, отсутствии или стадии развития патологии организма.

В ходе проведенных в ИППФ НАН РА научно-технических исследований на основе акустофизических методов был разработан специальный безконтактный метод диагностики злокачественных образований в биологических объектах [11], который обусловлен регистрацией сверхслабых акустических волн возбужденных органами и связующими тканями биологического объекта (БО). В качестве БО использовались лабораторные белые мыши, которые были инфицированы саркомой типа С-180. Исследуемый БО помещался в специальную камеру (Рис. 1), в которой возбуждалось модулированное акустическое поле с определенными параметрами. Путем изменения несущей резонансной частоты модулированного сигнала проводились сканирования в широком диапазоне частот и регистрировались амплитудно-частотные характеристические (АЧХ) спектры в которых присутствуют всевозможные акустические отклики соответствующие резонансным частотам внутренних органов, а также отраженные от видоизмененных тканей сигналы на молекулярном и межклеточном уровне БО.

Разработанная система сбора и анализа полученных экспериментальных данных позволяет осуществлять частотно-амплитудную обработку акустических сигналов и формировать соответствующий АЧХ спектр, несущий информацию о биомеханических, структурных и других свойствах организма БО.



Рис. 1. Экспериментальная установка для возбуждения и управления модулированными акустическими полями

С помощью сравнительного анализа осуществлялось сравнение спектров здоровых и больных БО. Сканирование проводилось в диапазоне частот $1 \div 10^8$ Гц с шагом 100 Гц., а в областях резонансных откликов с шагом 1 Гц., что позволяло получить более информативную картину о состоянии организма БО.

По окончании эксперимента спектры больной мыши сравнивались с предварительно полученными спектрами здоровой. По отклонениям спектров акустических откликов (Рис. 2) делалось заключение о наличии и распространенности злокачественных образований.

Был проведен ряд экспериментов на нескольких группах инфицированных саркомой С-180 мышей на различных стадиях заболевания. Полученные в течение каждого последующего эксперимента на той же группе инфицированных мышей АЧХ спектры отличались от ранее полученных.

На последнем этапе заболевания замечалось резкое видоизменение АЧХ спектра, отмеченное в виде характерного частотного всплеска на кривой (Рис. 2).

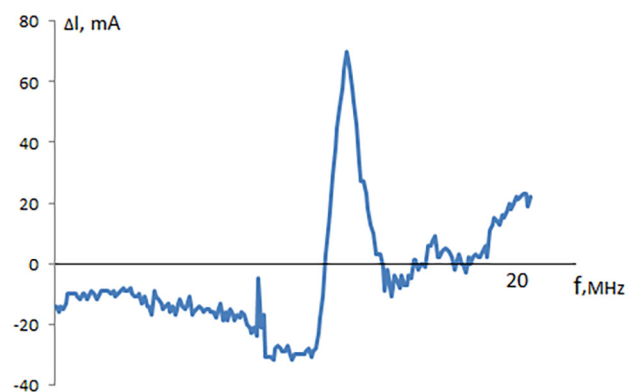


Рис. 2 Кривая отклонений АЧХ спектра больной мыши относительно здоровой

Результаты проведенных экспериментальных исследований подтверждают достоверность и точность диагностирования злокачественных образований с помощью примененной методики. По предварительной оценке разработанный метод обладает рядом преимуществ по сравнению с имеющимися [8, 10]:

- позволяет обнаруживать клетки саркомы типа С-180 на ранней стадии заболевания и осуществлять динамическое диагностирование течения заболевания;
- отсутствуют повреждения здоровых клеток организма;
- повышается точность диагностики,
- контролируются все параметры акустического сканирования;

– имеется возможность одновременного сбора информации о состоянии организма на атомарном, молекулярном и клеточном уровнях БО.

В настоящее время проводятся экспериментальные исследования на других БО с применением других типов инфицированных злокачественных образований, которые дадут возможность более глубокого изучения природы возникновения и распространения образований.

Параллельно проводятся исследования по выявлению возможностей лечения злокачественных образований путем применения акустофизических методов разработанных сотрудниками ИППФ НАН РА.

Литература

1. Тришкин В. А., Веснин А. Г. и др. Возможности эхографии в диагностике опухолей мягких тканей // В сб. научн. трудов «Диагностика и лечение опухолей». — СПб., 1997. — С. 4–7.
2. Силантьева Н. К., Бердов Б. А., Гришина О. Г., Евдокимов Л. В., Попова Ю. А., Усачева А. Ю., Титова Л. Н. Компьютерная томография при выявлении метастазов в регионарных лимфатических узлах у больных раком ободочной кишки // Онкология. Журнал им. П. А. Герцена. 2012. № 3. С. 22–28.
3. Granata C., Magnano G. Computerized tomography in pediatric oncology // Eur. J. Radiol. 2013. V. 82. N7. С. 1098–1107.
4. Аллахвердян Г. С., Чекалова М. А. Возможности ультразвукового исследования в диагностике патологии поверхностных лимфатических узлов // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2011. N1. С. 77–83.
5. Cronan J. J., Zeman R. K., Rosenfield A. T. Comparison of computerized tomography, ultrasound and angiography in staging renal cell carcinoma // J. Urol. 1982. V. 127. N2. P 712–714.
6. Щетинин В. В., Шейх Ж. В., Пачгин И. В., Курзанцева О. О. Неорганные мезенхимальные опухоли забрюшинного пространства: особенности изображения и признаки злокачественности // Радиология- практика. 2004. N3. С. 34–41.
7. Никольский Ю. Е., Попков В. М., Чехонацкая М. Л., Понукалин А. Н., Захарова Н. Б., Хмара Т. Г., Зуев В. В. Возможности лучевых методов визуализации в диагностике рака почечной паренхимы // Бюллетень медицинских Интернет- конференций. 2013. Т. 3. N4. С. 856–859.
8. Синюкова Г. Т., Костякова Л. А., Шолохов В. Н., Синюков П. А. Ультразвуковая диагностика новообразований мягких тканей. Вестник РОНЦ им. Н. Н. Блохина РАМН N1–2 т. 15, 2004.
9. Бронштейн Б. Л., Слащева Н. П., Фазылов А. А. Значение эхографии в клинике опухолей мягких тканей. Функциональные исследования в клинической онкологии. — М., 1968. — С. 219.
10. Кутушов М. В. Способ диагностики с помощью ультразвуковых и электромагнитных волн. N2378989 С 2. 2007.
11. Мкртчян А. Г., Мкртчян А. Р., Налбандян В. В., Хачикян В., Базилян Г. Метод обнаружения злокачественной опухоли в живом организме. Авторское свидетельство N2994 А. 2015.