ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ И ИНФОРМАЦИОННО - ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

УДК 616-71

Гаджиагаев В.А., Магомедов Д.А.

МЕТОДЫ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА РАННЕГО ОБНАРУЖЕ- НИЯ ЗЛОКАЧЕСТВЕННОЙ ОПУХОЛИ

Gadzhiagaev V.A., Magomedov D.A.

METHODS AND TECHNICAL MEANS FOR CANCER EARLY DE- TECTION

Ранняя диагностика раковых заболеваний является важнейшим мероприятием в борьбе за жизнь больного. В работе предлагается новая методика и технические средства ранней диагностики в онкологии, которые основываются на представлении биологического объекта в виде системы с переменными во времени параметрами (СПВП).

Ключевые слова: *онкология, импеданс, онкомаркеры, системы с переменными во времени параметрами, параметрические системы, обобщенный резонанс, уравнение Хилла, БТС-МН.*

Early diagnosis of cancer is the most important measure in the struggle for the life of patient. In the work is proposed a new method and technical means for early detection in oncology, based on biological object presentation in the system with the time-variable parameters (STVP).

Key words: *oncology, impedance, oncomarkers, the system with the time-variable parameters, parametric systems, generalized resonance, Hill equation, BTS-M.*

Приведенная в научной литературе статистика показывает, что онкологические заболевания занимают одно из первых мест по смертности населения в развитых странах после сердечно-сосудистых заболеваний. Особенностью данного заболевания является тот факт, что со временем оно имеет тенденцию к развитию и переходу на поздние стадии, прогнозы которых весьма неблагоприятны. При раннем же выявлении онкологических заболеваний шансы на выживание столь велики, что адекватное лечение такого больного в подавляющем большинстве случаев заканчивается полным его выздоровлением.

Из вышеизложенного следует, что ранняя диагностика онкозаболева-

ний является очень важным, если не главным мероприятием в борьбе за жизнь больного. Это означает, что существует необходимость дальнейшего совершенствования методов и технических средств диагностики онкозаболеваний. В то же время, необходимо помнить, что созданная диагностическая аппаратура, новые методы исследования должны, все же, помогать врачу, а не заменять его. Ни один диагностический метод, каким бы совершенным он ни был, не может заменить врача, его опыт, возможность критического анализа полученных данных и др.

Проведенные в работе исследования показывают, что выбор метода диагностики является одним из основных компонентов излечения онкологических больных, а анализ результатов, кроме ответа на вопрос о наличии опухоли, должен способствовать получению информации о типе опухоли, стадии опухолевого процесса и о вовлечении в патологический процесс смежных с пораженным органом анатомических структур.

В современной диагностике онкозаболеваний, помимо традиционной консультации врача-онколога, активно применяются технические методы, использующие самые современные достижения науки и техники, особенно за последние десятилетия. Создание новых диагностических аппаратов и систем, таких как компьютерных томографов, магниторезонансных томографов, сонографов, радионуклеидной аппаратуры, новых образцов эндоскопической аппаратуры и др., позволил в последние годы значительно пополнить арсенал диагностических средств в онкологии. Безусловно, все перечисленные методы и технические средства диагностики хороши для обнаружения сформировавшихся злокачественных опухолей, но для ранней диагностики онкозаболеваний они не годятся.

Существует также новейшая методика обнаружения раковых заболеваний организма человека, используя **онкомаркеры**. Однако и здесь не все так гладко. Опухолевые маркеры непригодны для ранней диагностики рака, прежде всего из-за своей низкой специфичности и на сегодняшний день они используются лишь как средства для оценки ответа опухоли на терапию.

В работе предлагается новая методика и технические средства ранней диагностики в онкологии, основанные на результатах научных исследований, проведенных *invivo* в [1-3] для тканей различных органов – желудка, печени, легкого, головного мозга, матки, кишечника, пищевода, сосудов и др. В этих исследованиях доказано следующее:

1. Зависимость импеданса от частоты синусоидального напряжения имеет нелинейно спадающий характер.
2. Импеданс здоровых тканей имеет значимое, хорошо различимое отличие от импеданса структурно измененной (патологической) ткани.
3. На значение импеданса и его частотную характеристику существенно влияют наличие структурных патологий в зоне измерений (рубцы, поверхностные кровотечения, абсцесс и др.)

Таким образом, результаты исследований, приведенные в указанных

работах подтверждают принципиальную возможность диагностики злокачественной опухоли и дифференцирования здоровых тканей от патологических, используя разность их импедансов, измеренных на различных участках частотного диапазона.

В то же время, дополнительно известно, что все внутри и вне организма человека пронизано различными колебаниями: механическими, акустическими, электрическими и др. Более того, организм человека представляет собой совокупность многоуровневых ансамблей колеблющихся частиц: от атомов до тканей, органов и функциональных систем с периодами от долей секунды до нескольких лет. Несмотря на эти сложности, наш организм, благодаря резонансной синхронизации частей (больших и малых), представляет собой единое целое. Здоровье же человека – это гармония, согласие, соответствие внешнего и внутреннего, целого и его частей.

Таким образом, человеческий организм, как и все живое, никак нельзя рассматривать как стационарный объект. В нем при взаимодействии с внешними факторами запускается механизм адаптации и даже более глубокой перестройки (самоорганизации) функциональных систем организма. Такое взаимодействие происходит постоянно. Оно связано со многими часто неконтролируемыми факторами. Следовательно, сам биологический объект (организм человека в целом или его функциональная система) должен быть отнесен к классу динамических систем с переменными во времени параметрами (СПВП) или просто параметрических систем, для описания которых необходима разработка таких его моделей, которые отражали бы временные вариации параметров и соответствовали принципам биологической оптимальности [4].

Из вышеизложенного следует, что в живом организме имеет место не обычный резонанс, картину которого мы привыкли видеть на экране осциллографа при исследовании, например, радиотехнических устройств (генераторов, фильтров, усилителей и др.). Здесь имеет место **обобщенный резонанс**, понятие которого ввел академик Л.И. Мандельштам при изучении технических систем с переменными во времени параметрами (параметрических систем). По Мандельштаму резонансное внешнее воздействие производит непрерывную компенсацию затухания в системе так, что в этой системе возникают и поддерживаются колебания, определяемые однородным уравнением системы без потерь, т.е. в отсутствии затухания резонатор общего вида, например, маятник или колебательный контур, с произвольно изменяющимися параметрами способен совершать собственные незатухающие колебания [4].

Данное понятие было использовано его учеником Г.С. Гореликом при определении резонансного воздействия на систему с переменными во времени параметрами вида [5]:

$$\ddot{y} + 2\alpha y + \alpha_0(t)y = u(t), \quad (1)$$

где $\alpha_0(t)$ – периодическая функция времени, α - потери в системе.

При отсутствии потерь ($\alpha=0$) и отсутствии входного воздействия, уравнение (1) преобразуется в однородное уравнение Хилла:

$$\ddot{y} + \alpha_0(t) y = 0, \quad (2)$$

т.е. в консервативную систему с переменными во времени параметрами.

В [5] отражено решение данного уравнения в виде функций Хилла, которые определяют собственные колебания параметрической системы и представляют собой весьма сложные колебания, приближающиеся к синусоидальной форме лишь при очень малой глубине модуляции параметра. Не правда ли, что все это чем-то напоминает живой организм со своим множеством биологических ритмов каждого процесса, происходящего в нем? При этом совокупность эндогенных ритмов организма, в свою очередь, взаимодействуют между собой, образуя временную организацию биологической системы организма и т.д.

Представление биологического объекта в виде СПВП привело к разработке в медицине, биологии и экологии таких адаптивных биотехнических систем медицинского назначения (БТС-МН) и таких методик их применения, которые принципиально имеют возможность изменять во времени свои существенные показатели в зависимости от текущих параметров биологического объекта, т.е. методики также можно представлять как системы типа СПВП. Сложности разработки и внедрения таких систем в практику медико-биологических исследований в настоящее время в значительной мере преодолены в связи с разработкой общих принципов построения и аппаратно-методического обеспечения исследований с позиций СПВП [6,7].

Из вышеизложенного следует, что для ранней диагностики онкологических заболеваний может быть применен метод определения обобщенных резонансных характеристик исследуемых биообъектов (участка живой ткани, отдельных органов, систем организма и т.д.), основанный на представлении биообъекта как СПВП. По виду частотных характеристик исследуемых объектов и величинам импедансов можно судить об их состоянии.

Структурная схема аппарата для раннего обнаружения злокачественной опухоли имеет вид, представленный на рис.1.

Аппарат состоит из генератора прямоугольных импульсов (ГПИ); системы с переменными во времени параметрами (СПВП), включающей колебательную систему (КС) (параллельный LC- контур), систему электродов (СЭ) и биологический объект (БО); усилитель U ; аналого-цифровой преобразователь (АЦП); специализированная ЭВМ; поле ввода программ наблюдения (ПВПН); блок формирования результатов анализа (БФРА); устройство отображения информации (УОИ).

Рисунок 1 - Структурная схема аппарата для раннего обнаружения злокачественной опухоли

Генератор прямоугольных импульсов (ГПИ) вырабатывает короткие прямоугольные импульсы, которые подаются на колебательную систему КС, к которому дополнительно через систему электродов подключается исследуемый участок ткани пациента, электрическая модель которого имеет следующий вид, рис. 2 [8]:

Рисунок 2 - Электрическая модель исследуемого участка ткани человека

Подключение колебательной системы (КС) к исследуемому участку ткани пациента посредством системы электродов (СЭ) приводит к преобразованию данной системы в систему с переменными во времени параметрами (СПВП).

С выхода СПВП сигнал подается на усилитель и далее через АЦП на специализированную СЭВМ, БФРА и УОИ для отображения информации о наличии или отсутствии онкологического заболевания в исследуемом участке ткани. Программа наблюдения вводится посредством клавиатуры (поле ввода программ наблюдения ПВПН).

Предварительные лабораторные исследования показывают эффективность данного метода диагностики и широкие перспективы его применения.

Библиографический список:

1. Белик Д.В., Белик К.Д. Повышение информативности при определе-

- нии малых массивов онкоопухолей многочастотной импедансометрией // Медицинская техника. 2007. №24.-С.13-17.
2. Белик К.Д., Губарев В.В. Методы моделирования при измерении импеданса и оценке глубины расположения объекта в среде с известной электрической проводимостью //Научный вестник НГТУ, 2009. №24 (37).
3. Белик К.Д., Белик Д.В. Пат. РФ №2376933 изобретение. Система электроимпедансной онкологической диагностики //оубл.27.12.2009 Бюл.№36.
4. Мандельштам Л.И. Лекции по теории колебаний.- М.: Наука, 1972.-457с.
5. Горелик Г.С. Резонансные явления в линейных системах с периодически изменяющимися параметрами.//ЖТФ.т.4.вып.10, 1934. Т5, вып. 2,3,1935, С.-76-87.
6. Магомедов Д.А. Принципы построения систем с переменными во времени параметрами и реализация на их основе аппаратно-методического обеспечения медико-биологических исследований: дис...доктора наук. С.Пб.:ЛЭТИ, 2000, 267с.
7. Магомедов Д.А. Аппаратно-методическое обеспечение медико-биологических исследований на основе систем с переменными параметрами. Махачкала: РИО ДГТУ,2004.250с.
8. Магомедов Д.А., Ахлаков М.К., Попечителев Е.П., Алиев Э.А. Системы с переменными во времени параметрами в медико-биологических и экологических исследованиях. – СПб: Изд-во Политехника, 2011.-281с.