

НЕИНВАЗИВНАЯ ДИАГНОСТИКА МЕЛАНОМЫ И ДРУГИХ НОВООБРАЗОВАНИЙ КОЖИ МЕТОДОМ РЕЗОНАНСНОГО БЛИЖНЕПОЛЬНОГО СВЧ-ЗОНДИРОВАНИЯ

Меланома кожи относится к категории наиболее агрессивных опухолей с лимфогенным и гематогенным метастазированием и плохим прогнозом при позднем выявлении. Так, составляя структурно не более 10% от всех форм рака кожи, меланома ответственна за 80% смертей, приходящихся на всю группу злокачественных опухолей кожи. Своевременность диагностики новообразований кожи, особенно на ранних стадиях, нельзя признать удовлетворительной. В настоящее время диагностика меланомы и других опухолеподобных поражений кожи базируется на данных клинической картины, полученной при визуальном наружном осмотре пациента. Точность клинической диагностики у врачей, не являющихся онкологами, составляет около 37%. Биопсийная диагностика при подозрении на меланому кожи недопустима, так как эта процедура может спровоцировать диссеминацию опухолевого процесса. Достоверных инструментальных способов, применяющихся в клинической практике нет. Поэтому развитие неинвазивных диагностических методов, позволяющих проводить дифференциальную диагностику новообразований кожи, в частности выявлять меланому кожи на ранней стадии является актуальной задачей.

Сотрудниками отдела геофизической электродинамики ИПФ РАН (А.В. Костров, А.И. Смирнов, Д.В. Янин, А.Г. Галка, А.В. Стриковский, Н.Ю. Орлинская, А.А. Епишкина, Е.В. Гребенкин) была разработана и впервые реализована в условиях клиники неинвазивная методика диагностики меланомы и других новообразований кожи с помощью резонансного ближнеполюсного СВЧ-зондирования. Такое зондирование позволяет получать информацию о свойствах изучаемого объекта без разрушающего физического воздействия. В основе предлагаемого способа диагностики лежит эффект изменения диэлектрической проницаемости и проводимости биологических тканей в области патологического процесса.

Основные принципы, на которых базируется резонансная ближнеполюсная СВЧ-диагностика следующие. Область среды, находящейся в ближнем поле зондирующей электрически малой антенны (измерительной емкости), оказывает влияние на ее импеданс (сопротивление). Если антенна включена в качестве нагрузки в резонансную систему, то по смещению резонансной частоты и изменению добротности можно судить об электродинамических характеристиках среды вблизи антенного устройства.

Были разработаны резонансные измерительные системы с глубинами зондирования от 0.1 до 5 мм (собственные резонансные частоты датчиков порядка 600 МГц, добротности ~ 150). Зондирующий элемент датчиков выполнен в виде краевой емкости цилиндрического конденсатора, внешняя обкладка которого оканчивается металлическим фланцем. Создана электродинамическая модель резонансных датчиков. Путем анализа системы телеграфных уравнений для комплексных амплитуд тока и напряжения в резонаторе методом последовательных приближений была найдена связь между комплексным импедансом измерительной емкости датчика и параметрами его резонансной характеристики (резонансной частотой и амплитудой сигнала в максимуме резонансной кривой).

Продемонстрирована возможность изучения глубинной структуры кожи с помощью резонансного ближнеполюсного СВЧ-зондирования. Было установлено, что диэлектрическая проницаемость и проводимость тканей кожи увеличивается по мере удаления от ее поверхности. Впервые было показано, что электродинамические характеристики тканей кожи различны при исследовании меланомы, невуса (доброкачественного новообразования) и контрольной группы здоровой кожи. Электродинамические свойства невуса и здоровой кожи практически не отличаются. У

тканей меланомы комплексная диэлектрическая проницаемость меньше чем у здоровой кожи примерно в 2 раза.

В настоящее время ведется экспериментальная и теоретическая работа по реализации ближнепольной СВЧ-томографии тканей меланомы и других новообразований кожи с целью изучению их глубинной структуры для разработки критериев неинвазивной диагностики новообразований на ранних стадиях.

*А.В. Костров, д.ф-м.н., заведующий лабораторией
моделирования космической плазмы;
Д.В. Янин, к.ф-м.н. научный сотрудник лаборатории.*



Прибор



Датчики



Меланома