

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ ПЛАЗМЫ КРОВИ БОЛЬНЫХ ДЕРМАТОЗАМИ С ПОМОЩЬЮ АКУСТО- ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО МЕТОДА

**В.Г. Колесников, А.К. Кондакова,
Н.В. Хмель, Т.В. Теличко**

*Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины
ГУ «Институт дерматологии и венерологии» НАМН Украины*

Резюме. Проведены измерения динамического поверхностного натяжения плазмы крови больных различными дерматозами в миллиметровом диапазоне радиочастот в «sweeper» режиме частот акустического диапазона ($f = 20 \div 25000$ Гц). Показана возможность применения акусто-диэлектрического метода для изучения патогенеза морфо-функциональных изменений кожи, ранней диагностики заболеваний, а также прогнозирования их течения, включая оценку тяжести состояния больных и контроль за терапией.

Ключевые слова. Динамическое поверхностное натяжение, плазма крови, миллиметровый диапазон радиоволн, акустические частоты, дерматозы.

ВВЕДЕНИЕ

Поверхностные явления в биологической системе рассматриваются на разных уровнях организации живого - субклеточном, клеточном, молекулярном и определяются особыми свойствами поверхностных слоёв, обусловленных свободной энергией, а также особенностями структуры и состава этих слоёв. Поверхностное натяжение клетки одна из основных термодинамических характеристик, определяющая процессы жизнедеятельности, в том числе связанных с поддержанием формы клетки, рецепцией экзо- и эндогенных биологически-активных веществ, биопотенциалом мембраны, а также с процессами агрегации.

Физиолого-биохимическое значение исследований поверхностного натяжения крови в современной медицине заслуживает внимания по разным причинам - от понимания фундаментальных основ физического процесса избирательной адсорбция на границах раздела фаз и синтеза биомакромолекул, до практического применения на этапах ранней диагностики заболеваний, а также прогнозирования их течения, включая оценку тяжести состояния больных и контроль за терапией, например, при сочетанных травмах [3], хронических дерматозах [6, 7], в гепатологии [5] и др.

Известно, что плазма крови имеет многокомпонентный биохимический состав, среди которого белки, липиды, углеводы, продукты обмена, гормоны, ферменты, которые обладают поверхностно-активными свойствами. Это играет определяющую роль на этапах связывания кислорода и выделения диоксида углерода, стадии адсорбции и десорбции липидов и белков на межфазной поверхности, в функционировании ферментных систем дыхательной цепи митохондрий и др. При этом вариации динамического поверхностного натяжения (ДПН) плазмы крови в интегральном виде отображают изменения количественного и качественного состава поверхностно-активных веществ.

Основные биохимические реакции организма осуществляются на уровне окологлазочная среда – клетка. При этом, изменения в коже, которая является полифункциональной системой, приобретают особенно важное значение. В результате патологических

нарушений в коже формируются токсические метаболиты, которые, преодолевая межтканевые и межклеточные барьеры, приводят к разбалансированности гомеостатических процессов и способствуют усугублению течения патологического процесса. Хронические распространенные дерматозы в настоящее время принято относить к сложным мультифакторным, полигенным заболеваниям. Поэтому поиск критериев для характеристики процессов, связанных с изменениями в коже при дерматозах, остается актуальным.

Целью настоящей работы являлось изучение динамических характеристик поверхностного натяжения плазмы крови больных дерматозами путем воздействия волн акустического диапазона на компоненты плазмы с одновременной детекцией электромагнитного сигнала от биологической системы радиоволнами миллиметрового диапазона на частотах дисперсии диэлектрической проницаемости свободной воды.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Проведено исследование плазмы крови, полученной от 14 пациентов, страдающих хроническими дерматозами. По характеру морфо-функциональных изменений в коже и патофизиологическим механизмам развития заболеваний было выделено три группы обследованных: 1 группа (гиперпролиферативные заболевания) включала больных псориазом, 2 группа (аллергодерматозы) состояла из больных микробной экземой, 3 группа (аутоиммунные заболевания) была представлена больными ограниченной склеродермией, хронической красной волчанкой и васкулитами. Кровь у обследуемых пациентов брали утром натощак из локтевой вены. Плазму крови получали путем центрифугирования стабилизированной гепарином крови при 3000 об/мин в течение 10 мин.

Плазма в объеме $V=135$ мкл помещалась в измерительную кювету, расположенную на пьезо-платформе волноводной части измерительно-регистрирующего комплекса миллиметрового диапазона (блок-схема аппаратно-регистрирующего комплекса представлена на рис.1). Несущая частота мм-диапазона радиочастот была фиксированной, составляла $f = 37,5$ ГГц; выбор её был связан с возможностями волноводно-элементарной базы и генерирующими устройствами, а также объемами исследуемых образцов, учитывая тот факт, что эта частота приходится на область дисперсии диэлектрической проницаемости свободной воды [1]. Принцип работы измерительной установки и методика измерений подробно описаны в работе [4].

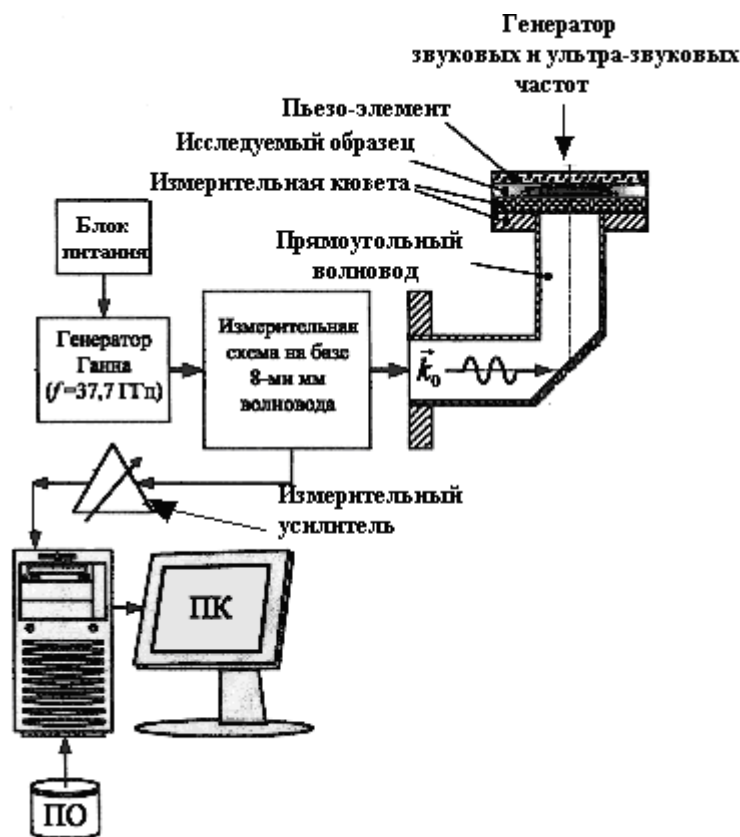


Рис. 1 *Блок-схема аппаратурно-регистрирующего комплекса для измерения динамических характеристик поверхностного натяжения плазмы крови в мм-диапазоне длин волн при модуляции пьезо-элемента акустическими частотами.*

Целесообразность использования акустического «sweep» режима связана с установлением в измерительной кювете с биологическим объектом стоячих и бегущих волн, позволяющих, после определения минимума и максимума характеристических частот, перейти к определению динамических характеристик поверхностного натяжения исследуемой плазмы крови. Под «sweep» режимом (дословно – «охватывать, осматривать, окидывать взглядом»), в данном случае, понимается последовательное изменение частоты акустических колебаний волноводной пьезо-кюветы по заданному модуляционному закону в соответствии с программой эксперимента. Эксперимент был поставлен таким образом, что электромагнитная волна мм-диапазона отражалась от поверхностного слоя плазмы, при этом пьезо-платформа модулировалась акусти-

ческими частотами в диапазоне $f = 20 \div 25000$ Гц.

Методика эксперимента включает предварительный поиск зон «бегущей» и «стоячей» волн с помощью панорамного «sweep» режима в диапазоне акустических частот $f = 20 \div 25000$ Гц с последующим анализом исследуемого участка с помощью «частотной лупы». Калибровка производилась путем обработки массива данных (объемом 30 Мб), полученных по дистиллированной воде с учетом температурной коррекции, с применением быстрого Фурье преобразования.

Результат одного опыта представлял собой массив данных емкостью, как отмечено выше, от 30 до 80 Мб, который также обрабатывался с помощью быстрого Фурье преобразования с функцией фильтра Blackmann-Hariss и последующим построением в программе *Excel*. Максимальное

разрешение по акустической частоте при построении частотного анализа не более $f = \pm 1,5$ Гц. При необходимости использовались специально разработанные программы накопления и извлечения измеряемого

сигнала из под шумов электромагнитного и акустического фона.

Статистическую обработку результатов проводили с использованием пакета статических программ *Microsoft Excel 2003*.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При обработке экспериментальных данных были получены индивидуальные частотные характеристики поверхностного натяжения плазмы крови обследованных пациентов, которые отличаются ходом электромагнитного сигнала и зависят от патологического процесса (рис. 2). Для таких патологий как экзема, васкулит и склеродермия

были зарегистрированы зоны стоячих волн с характерными отличиями в сдвигах минимумов электромагнитного сигнала. При этом наблюдалось увеличение количества связанной воды в плазме больных экземой и склеродермией, по сравнению с исследуемыми образцами плазмы крови больных васкулитом.

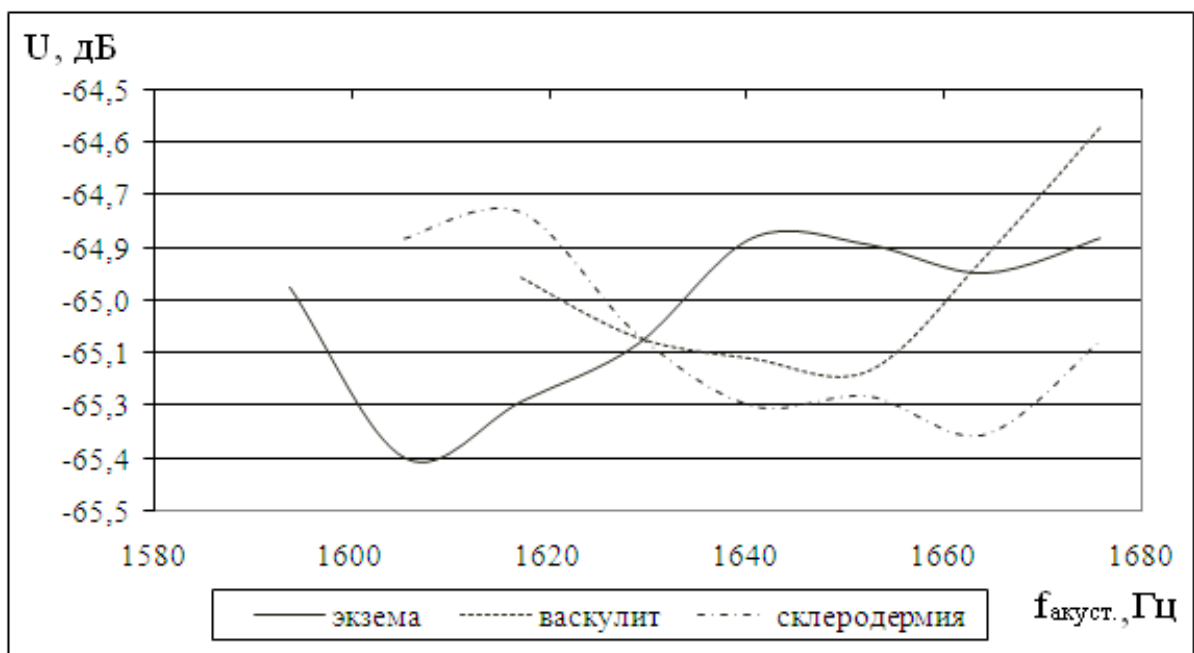


Рис.2. Частотный анализ экспериментальных индивидуальных данных, полученных в плазме крови больных различными дерматозами.

Условные обозначения:

на горизонтальной оси - акустическая частота (Гц),

по вертикальной - уровень электромагнитного сигнала

отраженного поверхностным слоем исследуемой суспензии (дБ).

Коэффициенты ДПН плазмы крови также значительно отличаются в обследованных группах и зависят от морфо-функцио-

нального состояния кожи пациентов, о чем свидетельствуют результаты представленные в таблице.

Коэффициенты динамического поверхностного натяжения плазмы крови больных различными дерматозами

Обследуемые группы	Коэффициенты ДПН, дин/см	Медиана значений коэффициентов ДПН, дин/см
1 группа пациентов (n= 6)	40,5 ± 0,3	40.9 ± 0,3
	40.5 ± 0,3	
	40.7 ± 0,3	
	40.9 ± 0,3	
	41.4 ± 0,3	
	41.5 ± 0,3	
2 группа пациентов (n= 4)	42,6 ± 0,4	43,5 ± 0,4
	43,7 ± 0,4	
	43,2 ± 0,4	
	44.7 ± 0,4	
3 группа пациентов (n= 4)	42.4 ± 0,3	42.2 ± 0,3
	43.6 ± 0,3	
	41,7 ± 0,3	
	41.2 ± 0,3	

На рисунке 3 представлен результат обработки рабочего трека, включающего плазму крови и дистиллированную воду. Характеристические минимумы стоячей волны для воды составили $f = 1682$ Гц, для плазмы крови - $f = 1678$ Гц.

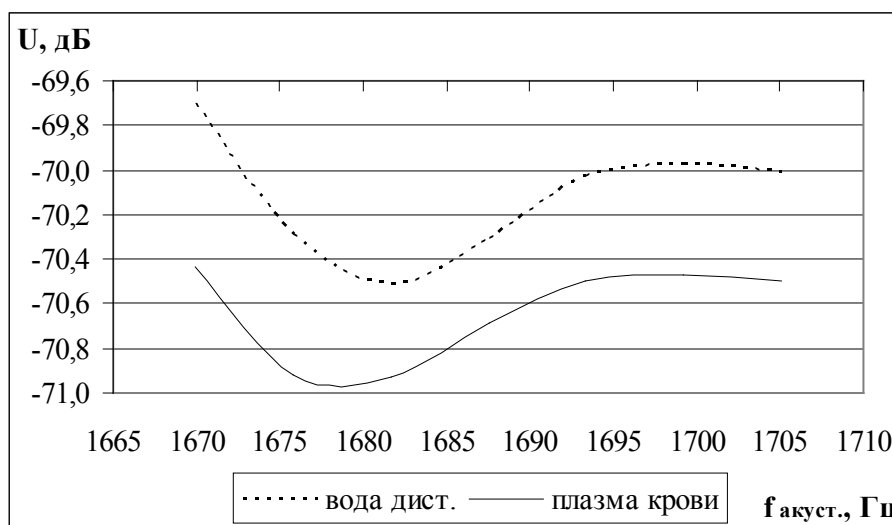


Рис. 3 Зависимость уровня электромагнитного сигнала компонентов плазмы крови и дистиллированной воды от акустической частоты модуляции пьезо-платформы.

Отличие уровня электромагнитного сигнала в зоне стоячей волны составило 0,4 дБ. Это отличие обусловлено разницей действительной части комплексной диэлектрической проницаемости (ϵ') воды и плазмы крови. По разработанному программному

обеспечению производилось вычисление ϵ' , и коэффициента динамического поверхностного натяжения [2].

Обсуждая полученные результаты можно предположить, что изменение динамического поверхностного натяжения, измеряемое реги-

стрирующим комплексом мм-диапазона, на частотах дисперсии диэлектрической проницаемости свободной воды связано с увеличением содержания патологических пептидов, продуктов катаболизма белков и пуринов в плазме крови, а также с дисбалансом в составе липидов плазмы у больных хроническими дерматозами [8]. По-видимому, все это приводит к уменьшению свободной воды в плазме и соответственно к уменьшению $\epsilon\phi$ с соответствующими изменениями динамического коэффициента поверхностного натяжения.

Таким образом, с помощью акусто-диэлектрического метода установлены измене-

ния поверхностного натяжения плазмы крови у больных хроническими дерматозами. Показано, что особенности этих изменений зависят от патологического процесса.

ВЫВОДЫ

Акусто-диэлектрический метод определения динамического поверхностного натяжения может быть использован как дополнительный тест в комплексе существующих методов для ранней диагностики заболеваний, а также прогнозирования их течения, включая оценку тяжести состояния больных и контроль за терапией

ЛИТЕРАТУРА

1. Ахадов Я. Ю. Диэлектрические свойства чистых жидкостей / Ахадов Я. Ю.- М.: Издательство стандартов, 1972.- 412 с.
2. Древаль Н.В. Можливість застосування методу НВЧ-діелектрометрії для оцінки якості свіжоодержаного еякуляту бугаїв-плідників / Древаль Н.В., Рубан С.Ю., Чернецов О. А., Колесніков В. Г. // Науково-технічний бюлетень.- -2009.- №100.- С. 219-223.
3. Казаков В.Н. Динамическое поверхностное натяжение биологических жидкостей в медицине / В.Н. Казаков, О.В. Синяченко, В.Б. Файнерман.- Донецк: Изд-во мед. университета, 1997.- 296 с.
4. Колесников В.Г. Применение комбинированного воздействия электромагнитных и акустических волн на микроводоросли для выявления резонансных частот / Колесников В.Г., Древаль Н.В. // Физика живого.- 2010.- Т. 18, № 3.- С. 24-28.
5. Синяченко О. В. Перспективы применения динамической межфазной тензиометрии в клинической гепатологии / Синяченко О. В., Губергриц Н Б, Иванова Е В, Череватская Е Ю. // Український медичний часопис.- 2000.- № 1(15).- С. 16-20.
6. Состояние динамического поверхностного натяжения биологических жидкостей при псориазе с поражением суставов / Синяченко О.В., Казаков В.Н., Романенко В.Н. [и др.] // Лечение и услуги.- 1998.- № 1 (5).- С. 18-22.
7. Єрмілова Наталія Вікторівна. Клінічне значення динамічного поверхневого натягу біологічних рідин у хворих на псориаз: автореф. дис... канд. мед. наук: 14.01.20 / Єрмілова Н.В. Український НДІ дерматології та венерології. — Х., 1999. — 20 с.
8. Щелчкова Н.А. Значение липидов крови в характеристике степени эндогенной интоксикации при хронических дерматозах / Щелчкова Н.А. // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия «Физико-химическая биология».- 2010.- № 2 (2).-С. 602–606.

**ДОСЛІДЖЕННЯ
ПОВЕРХНЕВОГО НАТЯГУ
ПЛАЗМИ КРОВІ ХВОРИХ
НА ДЕРМАТОЗИ ЗА
ДОПОМОГОЮ АКУСТО-
ДИЕЛЕКТРИЧНОГО
МЕТОДУ**

**В.Г. Колесніков, Г.К.
Кондакова, Н.В. Хміль,
Т.В. Телічко.**

Резюме. Проведено вимірювання динамічного поверхневого натягу плазми крові хворих на хронічні дерматози в міліметровому діапазоні радіочастот в «sweep» режимі частот акустичного діапазону ($f = 20 \div 25000$ Гц). Показана можливість застосування динамічного коефіцієнта поверхневого натягу для вивчення деяких ланок патогенезу морфо-функціональних змін шкіри, ранньої діагностики захворювань, а також прогнозування перебігу, оцінки тяжкості стану хворих та контроль за терапією.

Ключові слова. Динамічний поверхневий натяг, плазма крові, міліметровий діапазон радіохвиль, акустичні частоти, дерматози.

**INVESTIGATION OF
THE SUPERFICIAL
TENSION OF BLOOD
PLASMA OF PATIENTS
WITH DERMATOSIS BY
MEANS OF THE ACUSTO-
DIELECTRIC METHOD**

**V. G. Kolesnikov,
A.K. Kondakova,
N.V. Khmel, T.V. Telichko.**

Resume. Measurements of dynamic superficial tension of blood plasma of patients with various dermatosis in a millimetric range of radio frequencies in «sweep» mode of acoustic frequencies ($f = 20 \div 25000$ Hz) were carried out. Possibility of application of dynamic factor of superficial tension for studying of pathogenesis of skins morfo-functional changes, early diagnostics of diseases, and also forecasting of their current, including an estimation severity condition of patients and control over therapy is shown.

Keywords. Dynamic superficial tension, blood plasma, a millimetric range of radio-waves, acoustic frequencies, dermatosis.

Новости медицины

УЧЕННЫЕ НАШЛИ ЛЕКАРСТВО ОТ ЭКЗЕМЫ?

20% детей в Великобритании страдают от аллергической и экземы, и у 7% из них заболевание сохраняется и во взрослом возрасте. Этот вид экземы характеризуется зудом, сухостью и увеличением пораженных участков. Одной из известных причин заболевания является дрожжевой грибок *Malassezia sympodialis*. И ученые из Каролинского института Швеции удалось найти способ справиться с этим возбудителем экземы.

Пептиды – это особый тип аминокислотных соединений (в частности пептиды являются многие гормоны). Ученые исследовали влияние ряда пептидов на грибок и человеческую клетку. Выяснилось, что ряд пептидных соединений способен убивать грибок, не повреждая клеточную мембрану. Теперь, когда известно средство от аллергической экземы, предстоит клинические испытания и разработка лекарства на базе пептидов.