

«Некоторые результаты исследований  
возможности применения низкоинтенсивных  
электромагнитных полей для диагностики и  
коррекции состояния организма»

Терехов И.В.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>I.</b>	<b>ВВЕДЕНИЕ</b>	<b>3</b>
<b>II.</b>	<b>ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС «АКВАФОН»</b>	<b>6</b>
<b>III.</b>	<b>ФИЗИОТЕРАПЕВТИЧЕСКИЙ АППАРАТ «АКВАТОН»</b>	<b>9</b>
<b>IV.</b>	<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b>	<b>16</b>

## I. ВВЕДЕНИЕ

Публикации в печати сообщений о существовании частот электромагнитных колебаний, на которых водные и водосодержащие среды прозрачны, а так же существование феномена резонансно-волнового состояния водных сред обусловили высокую мотивацию биологов и врачей к исследованию возможности использования описанных группой исследователей феноменов для диагностики состояния биологических систем. Кроме этого, публикации авторов описавших явление резонансно-волнового состояния позволяли сделать вывод о возможности использования указанных ими частот электромагнитных колебаний не только для диагностики, но также для коррекции функционального состояния организма.

На основе открытого эффекта компанией «Телемак» был разработан оригинальный диагностический комплекс «Аквафон» (рис.1). Идеологическим основанием же диагностики стала оценка состояния водной компоненты водосодержащих сред организма. Кроме этого был разработан терапевтический аппарат «Акватон» для воздействия на организм на частотах, описанных рядом исследователей как частоты резонансной прозрачности воды (рис.2).



Рис.1. Диагностический прибор «Аквафон» и интерфейс диагностической программы



**Рис.2. Лечебный аппарат «Акватон - 02»**

Целью медицинских исследований предоставленного оборудования являлась разработка новой технологии диагностики и коррекции состояния организма с помощью низкоинтенсивных радиоизлучений КВЧ и СВЧ диапазона.

Задачами исследований являлось:

1. оценка информативности СВЧ излучений (при зондировании водосодержащих сред организма на частотах КВЧ диапазона) в диагностике и мониторинге патологических изменений внутренних органов;
2. изучение возможности коррекции патологических изменений внутренних органов с использованием низкоинтенсивных излучений СВЧ диапазона.

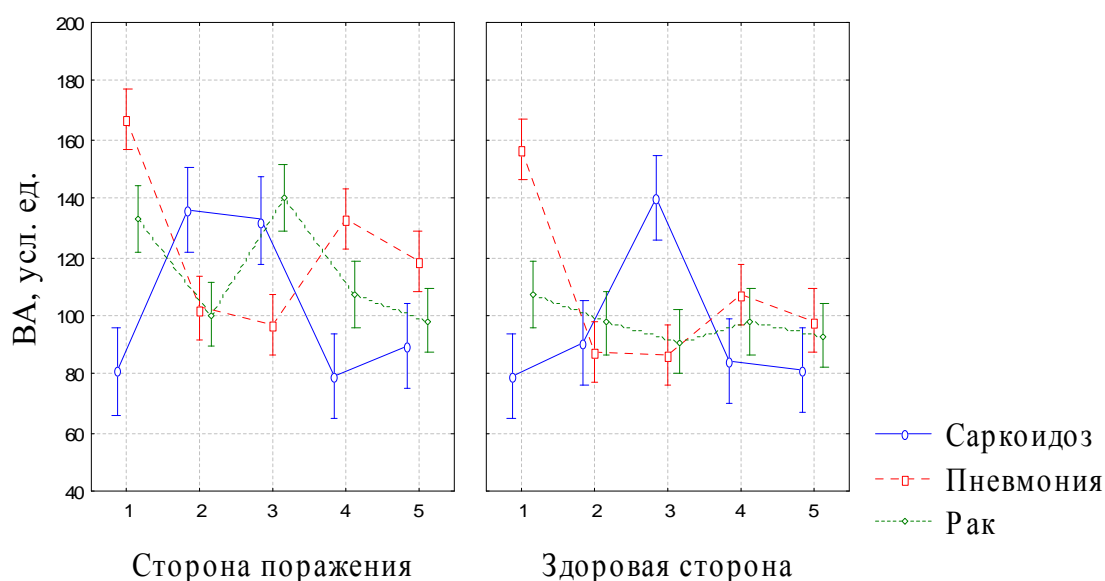
Решение поставленных задач предопределило следующие направления научного поиска:

- I. Исследование влияния низкоинтенсивного СВЧ излучения на трансдукцию сигналов (внутриклеточную передачу рецепторных сигналов), состояние внутриклеточных сигнальных каскадов передачи рецепторной информации и реализацию некоторых генетических программ (апоптоза и пролиферации).
- II. Исследование (*in vitro*) влияния низкоинтенсивного СВЧ излучения на продукцию клетками цельной крови цитокинов и других эффекторных медиаторов воспаления.

- III. Исследование межклеточных взаимодействий в культуральных условиях под влиянием низкоинтенсивного СВЧ излучения в условиях искусственно измененной клеточной реактивности.
- IV. Исследование биологических эффектов низкоинтенсивного СВЧ излучения на эндотелиальную функцию у человека и животных.
- V. Исследование характера влияния низкоинтенсивного СВЧ излучения на патологический процесс в целостном организме (воспалительный процесс, адреналин - индуцированный стресс).
- VI. Исследование возможности локализации и дифференциации патологических изменений внутренних органов (воспалительные в т.ч. хроническое воспаление, дегенеративно-дистрофические, опухолевые процессы) с помощью радиоэлектронного диагностического комплекса «Аквафон».

## II. ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС «АКВАФОН»

Исследования, проведенные с использованием комплекса «Аквафон», продемонстрировали, что интенсивность радиосигнала биоткани существенно изменялась в зависимости от ее состояния, при этом было установлено, что радиосигнал у больных в проекции очага воспаления существенно превышал таковой с интактного участка ткани и еще больше сигнал здоровых лиц (рис. 3). Достаточно показательным это было продемонстрировано для пневмонии и переднего увеита.



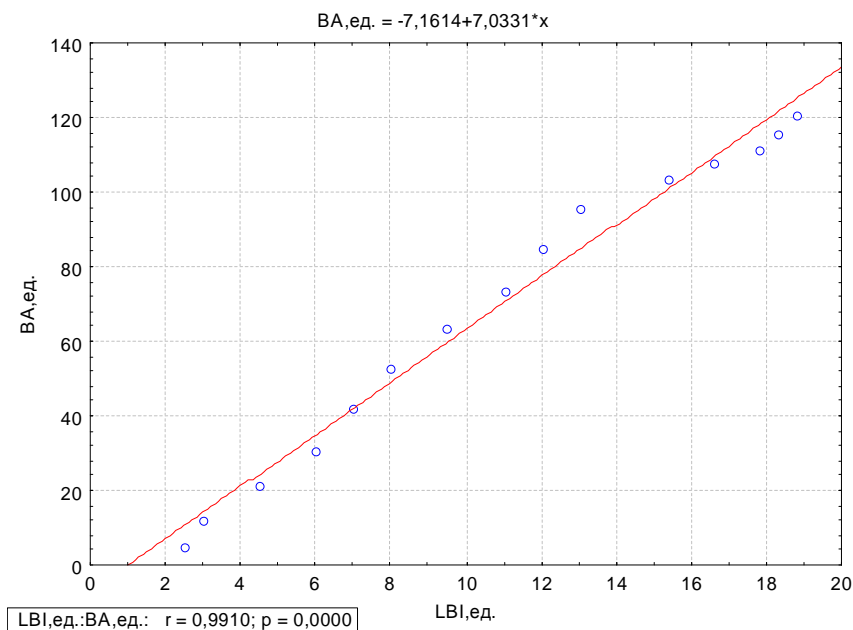
**Рис.3. Изменения радиосигнала биоткани у больных в процессе лечения**

Необходимо заметить, что объяснения полученных врачами результатов, которые предпринимались физиками с позиций изменения структуры воды, ее резонансных свойств были недостаточны и не могли быть приняты в качестве объяснения наблюдаемых результатов в медицинской среде.

Для выяснения конкретного механизма, ответственного за изменение радиосигнала были проведены модельные исследования нарушений альвеолярно-капиллярной проницаемости имеющие место у больных с острым экссудативным воспалением легких в период разгара заболевания.

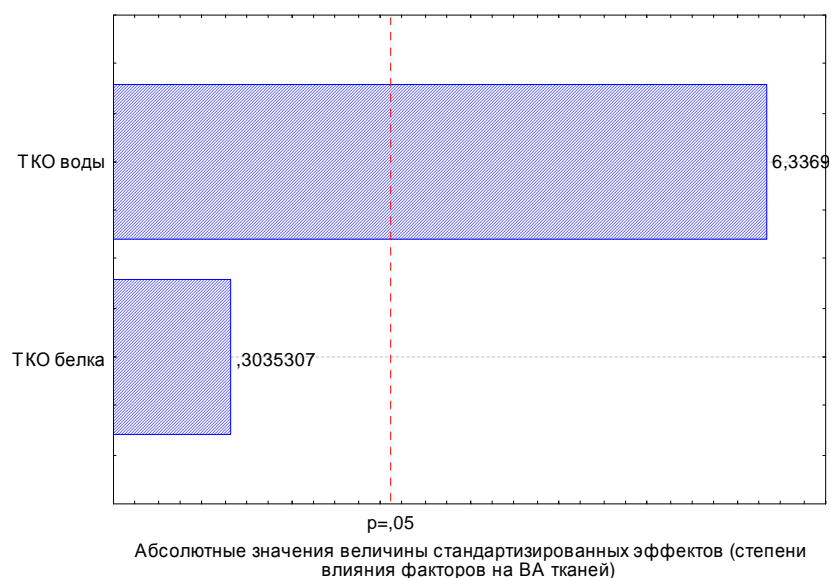
В проведенных исследованиях на модели альвеолярного отека легких у крыс была исследована связь радиосигнала с выраженностью нарушений

сосудистой проницаемости и объемом жидкости интерстициального (межклеточного) пространства легких. Анализ результатов исследований показал, что интенсивность радиосигнала прямо зависит от объема жидкости интерстиция (рис.4).



**Рис.4. Зависимость объема межклеточного пространства и радиосигнала**

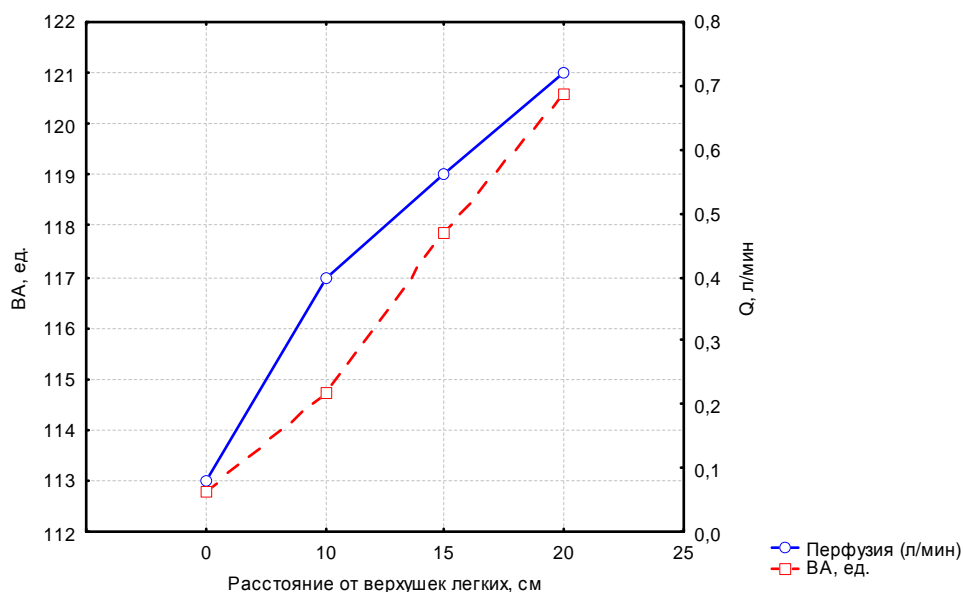
Чтобы исследовать более тонкие связи радиосигнала с процессами сосудистой проницаемости были проведены исследования с участием человека. При этом была проанализирована связь транскапиллярного обмена воды и белка (ТКО<sub>Б</sub>) т.е. обмена воды и белка между сосудистым пространством и тканями, показавшая, что радиосигнал пропорционален проницаемости капилляров для воды. В значительно меньшей степени, радиосигнал зависит от проницаемости сосудистой стенки для белка (рис.5).



**Рис.5. Оценка степени влияния межклеточных объемов воды и белка на величину радиосигнала.**

*Примечание: пунктиром обозначен критический уровень статистической значимости эффектов влияния рассмотренных факторов на величину радиосигнала.*

Таким образом, была выявлена и охарактеризована зависимость изменений радиосигнала тканей от состояния транскапиллярного (трансэндотелиального) обмена воды и белка. Сопоставление данных полученных радиометрически и данных вентиляционно - перфузионной сцинтиграфии легких с  $Tc^{99m}$  свидетельствуют о том, что радиосигнал существенным образом зависит от перфузии тканей (рис.6).



**Рис.6. Анализ данных радиометрии и перфузионной сцинтиграфии легких.**



## **ФИЗИОТЕРАПЕВТИЧЕСКИЙ АППАРАТ «АКВАТОН»**

Параллельно с диагностическим направлением разрабатывались вопросы коррекции функционального состояния организма электромагнитным излучением на частотах, по мнению авторов СПЕ эффекта, присущих колебаниям воды и водных сред.

Первые исследования, проведенные на животных, выявили положительное влияние излучения на заживление ран и другие положительные эффекты. На культурах фибробластов было показано ускорение роста, в культурах злокачественных опухолей его торможение, у животных с перевивными злокачественными опухолями были отмечены случаи регрессии опухолей. Кроме этого, было показано противовоспалительное, гипотензирующее действие излучения, его общетонизирующий и противострессорный эффект.

Анализ полученных результатов позволил выдвинуть гипотезу о модифицирующем действии излучения на межклеточные взаимодействия и внутриклеточную трансдукцию (передачу рецепторных сигналов).

Указанная гипотеза проверялась на модели межклеточных взаимодействий в культуре клеток цельной крови при условии митогенной стимуляции в сравнении с интактными клетками.

Использование стандартизации при проведении исследований позволило оценить степень, в которой электромагнитное излучение способно влиять на активированные генетические клеточные программы, в частности по выработке интерлейкинов (молекул межклеточных взаимодействий).

Работы проводились с кровью лиц перенесших заболевание внебольничной пневмонии и здоровых доноров.

Основой исследования являлся тот факт, что синтез цитокинов клеткой происходит путем активации соответствующих генов в геноме клетки с непосредственным участием одного из ядерных факторов транскрипции, в частности, NF- $\kappa$ B. Указанный фактор присутствует у всех млекопитающих, кроме этого его присутствие обнаружено так же и у насекомых, что

указывает на его древнейшее происхождение. При этом сам указанный фактор приводится в активное состояние путем фосфорилирования комплекса ядерного фактора с его ингибитором с помощью фосфокиназ, в результате чего ингибитор перестает выполнять свои функции, что сопровождается диссоциацией комплекса «фактор-ингибитор» и активация транскрипции генов, контролируемых указанным транскрипционным фактором.

При этом, как известно, распад комплекса «NF- $\kappa$ B – ингибитор» сопровождается освобождением N-конечного ДНК-связывающего домена NF- $\kappa$ B, что позволяет указанному фактору связываться с ДНК и тем самым реализовать свою функцию. Следует заметить, что существуют 2 класса указанных ядерных факторов, которые отличаются характером транскрипционной активности, обусловленной различным строением C-концевых участков. В одном случае особенности строения определяют репрессивную активность ядерного фактора (подавление транскрипции – считывания генетической информации) в другом – собственно транскрипционную активность (активацию считывания информации и синтеза информационной РНК). В проведенных исследованиях была оценена общая концентрация NF- $\kappa$ B I типа и его ингибитора.

Кроме этого, для оценки принципиальной возможности активации излучением фосфокиназ, белков обеспечивающих усиление и передачу рецепторной информации (трансдукции) внутрь клетки было исследовано внутриклеточное содержание JNK киназы, обеспечивающей перевод в активную форму ряд белков задействованных в активации транскрипции (считывании генетической информации о структуре синтезируемых факторов, в том числе интерлейкинов). Указанная киназа участвует в ответе на действие цитокинов, в дифференцировке и апоптозе (программируемой клеточной гибели) Т-лимфоцитов и т.п. процессах, при этом происходит активация фактора транскрипции AP-1.

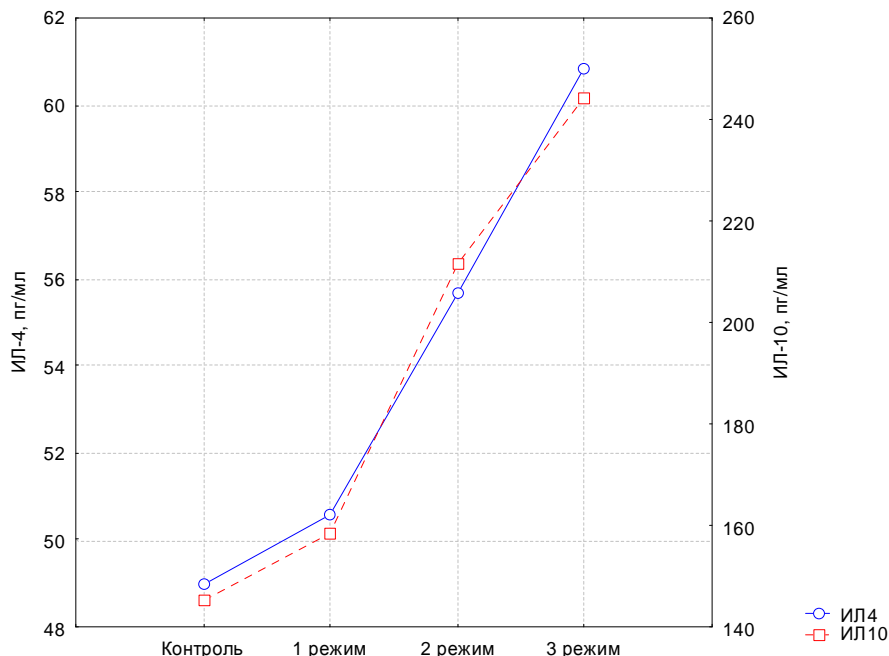
Таким образом, в проведенных исследованиях на примере лейкоцитов периферической крови было оценено влияние излучения при различных мощностях на некоторые ключевые механизмы внутриклеточной рецепции и реализацию генетической программы клеток. Причем это влияние исследовалось при различной реактивности клеток крови (естественная, неизменная и митоген - индуцированная) в различных функциональных состояниях («здоровые», после перенесенного воспаления и у больных с опухолями).

Анализ результатов проведенных исследований показал возможность модификации цитокинового статуса клеток, и как следствие этого модификации межклеточных взаимодействий, под влиянием низкоинтенсивного СВЧ излучения. Было установлено влияние излучения на уровень свободного фактора NF- $\kappa$ B и концентрацию фосфорилированной формы стресс - индуцированной протеинкиназы, что указывает на модификацию реализации генетической информации и изменение выработки клетками таких факторов как ИЛ-1, ИЛ-2, ИЛ-4, ИЛ-6, ИЛ-8, ИЛ-10, ИЛ-12, ИЛ-13, ИЛ-17, RANTES, ФНО, Интерферона гамма, РАИЛ при воздействии СВЧ излучения.

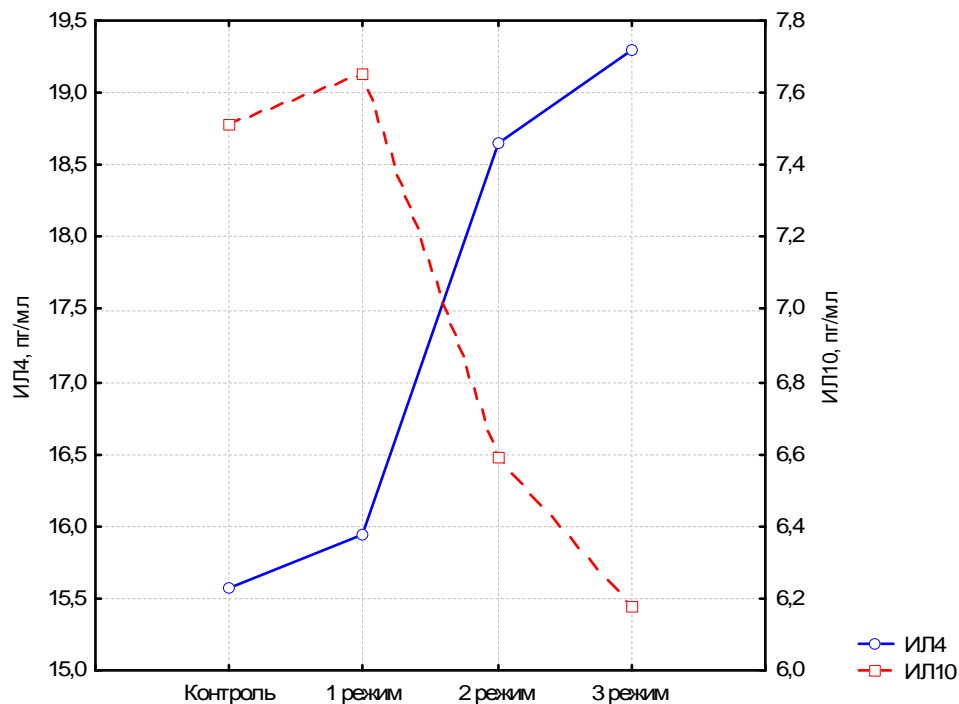
В целом результаты исследования позволяют говорить, что относительно малая мощность воздействия позволяет формировать начальный активационный импульс для клеток крови у здоровых лиц, что проявляется в увеличении ФНО, ИЛ-4, ИЛ-13 и снижении уровня ИЛ-10. Высокая мощность приводит к существенной активации интактных (находящихся в «спокойном состоянии») клеток, что проявляется в увеличении ИЛ-12, ФНО, ИЛ-8, ИЛ-10. Указанная активация является проявлением адаптационного поведения, приведения клеток в состояние повышенной функциональной готовности.

В случае митогенной стимуляции можно говорить о том, что излучение, используемое на этом фоне, активирует противовоспалительный ответ, проявляющийся тенденцией к снижению ИЛ-1, увеличению РАИЛ-1,

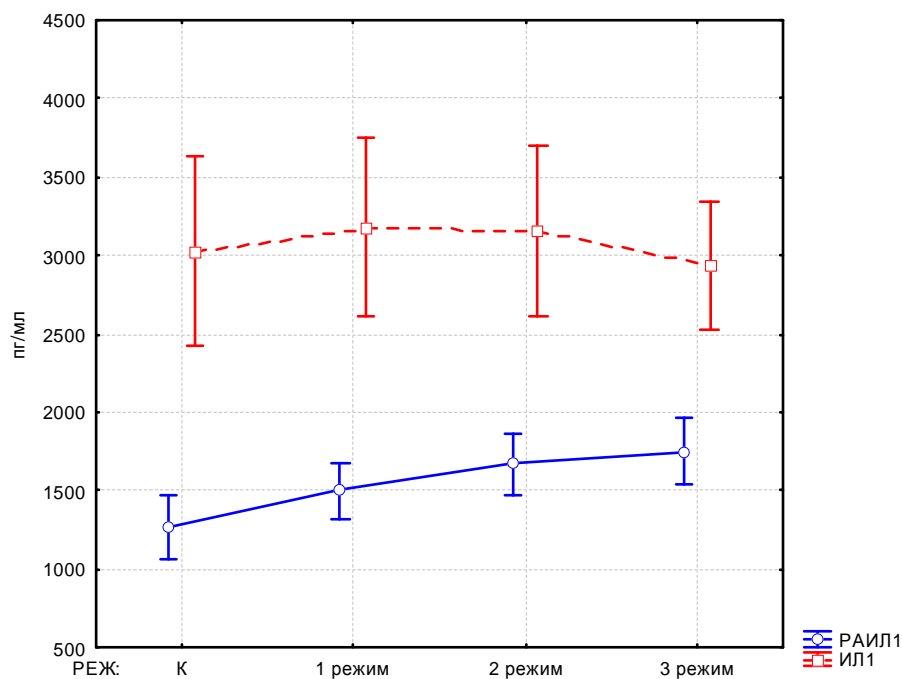
ИЛ-4, ИЛ-10, ИЛ-12, ИЛ-13, что свидетельствует о стремлении клеток ограничить действие внешнего воздействия чрезвычайной для них силы, а так же, говорит о реализации программы подавления чрезмерного стимулирующего влияния митогена (рис.7-9).



**Рис.7. Влияние излучения терапевтического аппарата на стимулированную продукцию мононуклеарами цельной крови ИЛ-4 и ИЛ-10.**

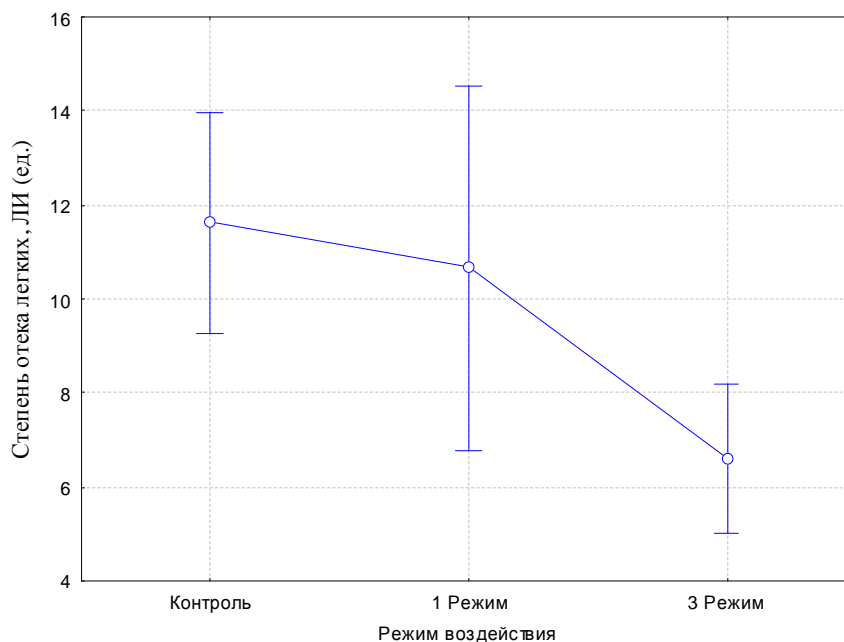


**Рис.8. Влияние ЭМИ на спонтанную продукцию мононуклеарами цельной крови ИЛ-4 и ИЛ-10.**



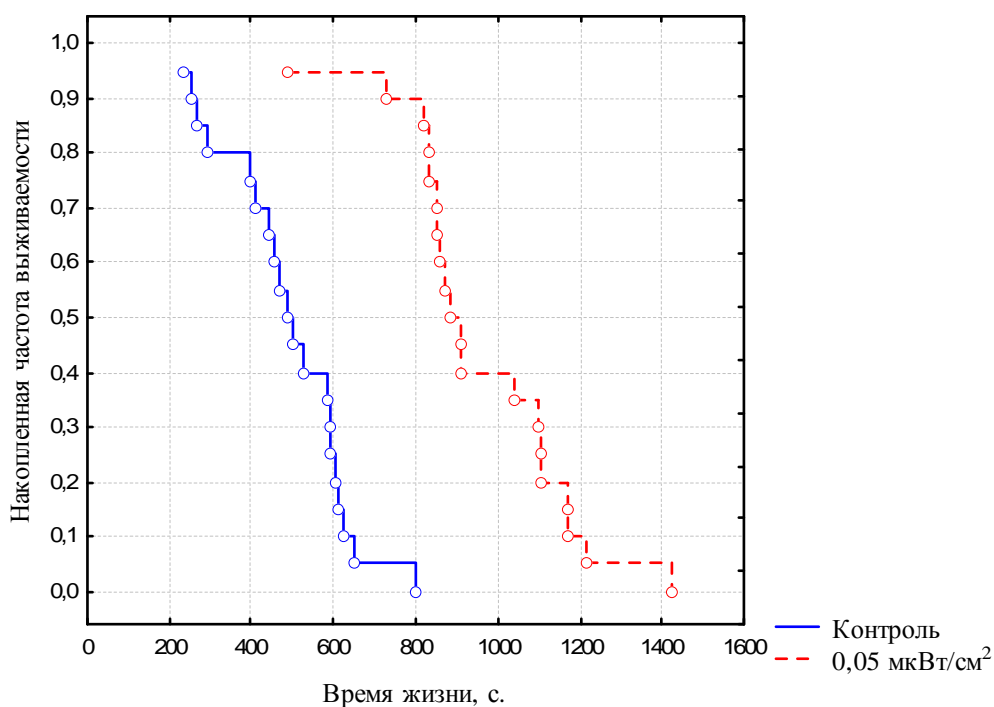
**Рис.9. Влияние ЭМИ на продукцию мононуклеарами цельной крови ИЛ-1 и РАИЛ-1 при их стимуляции.**

Кроме исследований иммунологической реактивности были исследованы эффекты низкоинтенсивного СВЧ излучения на организм животных (на организм как единую систему).



**Рис.9. Модификация (нормализация) сосудистой проницаемости малого круга кровообращения на фоне острого адреналинового стресса у крыс с помощью низкоинтенсивного СВЧ излучения аппарата «Акватон».**

Используя модель адреналинового отека легких у крыс, облучая животных на разных мощностях при различной тяжести альвеолярно-капиллярных нарушений и различной реактивности животных, было показано благоприятное действие облучения на организм, при этом экспериментально оценена зависимость: мощность СВЧ облучения - выживаемость животных.



**Рис.10. Увеличение времени жизни животных в условиях абсолютно летального адреналинового отека легких.**

Анализ результатов показал возможность существенной пролонгации времени жизни животных находящихся в условиях абсолютно летального отека легких (до двух раз), а так же увеличение доли выживших животных при сублетальном отеке, что является прямыми критериями оценки терапевтической эффективности прибора.

Кроме этого, установлена способность излучения регулировать состояние альвеолярно-капиллярной проницаемости у интактных животных в пределах физиологической нормы реакции (как снижать, так и увеличивать транскапиллярный обмен воды в тканях).

Результаты проведенных исследований эффекторных механизмов биологического действия низкоинтенсивного СВЧ излучения на организм в целом и его системы, свидетельствуют о том, что эти механизмы «завязаны» на существующие молекулярные факторы трансляции поступающей внеклеточной информации. Изменяя мощность воздействия возможно достижение различного соотношения между эффекторными факторами (напр. уровнем цитокинов), что позволит в известной мере корректировать клеточный ответ.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время продолжается работа по изучению медицинских аспектов использования слабых излучений КВЧ и СВЧ диапазона.

При этом наращиваются усилия по разработке на базе диагностического аппарата «Аквафон» мобильного СВЧ томографа для медицинских приложений, а так же разработка скрининговых программ его использования.

Исследования влияния СВЧ излучения на процессы, протекающие в организме проводятся в направлении дальнейшего поиска эффекторных механизмов реализации СВЧ излучения в аспекте изучения влияния данного фактора на баланс в системе проонкогены (стимуляторы клеточного роста) - активаторы апоптоза (стимуляторы генетических программ, реализующих клеточную гибель) а, так же, исследование влияния излучения на систему JAK киназ обеспечивающих передачу сигналов цитокинами, что позволит подойти к более углубленному пониманию изменений происходящих в организме человека и животных при воздействии на них маломощного СВЧ излучения.

Принципиальная возможность модификации ряда исследованных внутриклеточных процессов и органных функций под влиянием низкоинтенсивного СВЧ излучения указывает на перспективность разработки лечебных методик.

Воздействие на генетические программы, факторы передачи внутриклеточной информации, изменение реактивности лейкоцитов, а так же потенциальная возможность влиять на клеточную гибель (апоптоз) позволяет считать перспективным данное направление использование лечебного потенциала СВЧ излучения в онкологии.

Кроме этого возможности модификации цитокинового статуса и активности лейкоцитов крови позволяют считать перспективным направление коррекции проявлений воспалительного синдрома, а, учитывая возможность изменения функционирования эндотелиальной системы



организма, можно полагать перспективным использование излучения при коррекции дегенеративных процессов и активации репарации тканей (ожоги, травмы, операции).

Следует заметить, что анализ результатов проведенных исследований показавший биологическое действие излучения, заставляет воспринимать низкоинтенсивное СВЧ излучение в качестве существенного по своей силе лечебного фактора, который сам по себе не является абсолютно безопасным в том смысле, что абсолютно безопасным и исключительно положительным по своему действию является лишь плацебо-эффект.

Воздействие на организм СВЧ излучения требует разработки методики индивидуальной оценки его эффективности и прогнозирования биологического эффекта, т.к., к примеру, активация выработки клетками при одних ситуациях фактора некроза опухоли может быть необходимым и обоснованным, в других же случаях крайне нежелательным и потенциально опасным. В этой связи разработка методик индивидуальной оценки биологического действия является так же задачей наших дальнейших исследований.

Таким образом, анализ результатов проведенных исследований позволяет надеяться, что полученные результаты послужат основой создания лечебных программ для аппарата «Акватон».