

СТРУКТУРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ВОДЫ ПОД ДЕЙСТВИЕМ АППАРАТА КВЧ-ТЕРАПИИ

УО «Белорусский государственный медицинский университет»

Кафедра медицинской и биологической физики БГМУ¹, Кафедра гистологии БГМУ²,
Кафедра физиотерапии БГМУ³.

Обнаружены изменения структуры воды, вызванные аппаратом КВЧ-терапии. Этот эффект, как предполагается, является новым видом нетепловых эффектов при КВЧ-терапии.

Ключевые слова: КВЧ-терапия, нетепловые эффекты, структура воды.

V.V. Lukjanitsa, T.A. Melnikov, L.A. Malkevich

STRUCTURE WATER CHANGES EFFECTED WITH EHF-THERAPY APPARATUS

It was found changes of water structure effected with EHF-therapy apparatus. The effect is suggested to be a new kind of athermal effects at EHF-therapy.

Key words: EHF-therapy, athermal effects, water structure.

Известно, что клиническое применение КВЧ – терапии заметно опережает разработку научных основ метода [1]. Считается, что КВЧ – излучение способно индуцировать конформационные перестройки в различных структурных элементах кожи, прежде всего, в рецепторах, нервных проводниках, тучных клетках [1]. Однако в той же коже содержится до 70% воды. Вообще же содержание воды в организме человека весьма велико. Например, у мужчины весом 70 кг общее содержание воды в организме составляет приблизительно 42 литра, из них 28 литра содержится в клетках, а вне клеток – 14 литров. Кроме того, вода наряду с кровью является интегрирующей средой организма хотя бы потому, что плазма крови на 93% состоит из воды.

И несмотря на это, в медицинских исследованиях воде уделялось крайне мало внимания, в том числе при изучении воздействия КВЧ – излучения на организм человека. Вместе с тем в нашей недавней работе [2] показано, что, например, УВЧ – излучение оказывает существенное влияние на структуру воды.

В связи с этим целью данной работы является обнаружение изменений структуры воды под воздействием аппарата КВЧ – терапии.

Материалы и методы

Исследовались изменения структуры обычной (водопроводной) воды под действием КВЧ - облучения.

Для обнаружения и визуализации структурных изменений воды, налитой в чашки Петри, использовался метод замораживания с последующим микрофотографированием [3] и измерением образующихся структур при помощи объектного микрометра[2]. Эта методика была нами усовершенствована. Во-первых, чашки Петри

закрывались крышками, на внутренних поверхностях которых проходили конденсация и замерзание паров воды. Как показано в нашей предыдущей работе [2], с поверхности замерзающей воды возможен отрыв не только отдельных молекул, но и их ассоциаций, которые затем как единое целое оседают на крышке. Во-вторых, вода сначала помещалась между двумя предметными стеклами. Потом система из двух стекл с водой между ними скреплялась резинкой, облучалась и помещалась в морозильную камеру. Замораживание проходило при температуре -23°C, а предварительное воздействие переменным электромагнитным полем КВЧ -диапазона осуществлялось на стандартном аппарате «Прамень» П141-1 ($f = 53,5$ ГГц) в течении 30 минут при выходной мощности 30 мВт.

В каждом эксперименте использовались по 3 чашки Петри диаметром 35 мм. Было сделано около 100 снимков льда, образовавшегося: 1) на крышках чашек Петри, 2) на поверхности воды и 3) между предметными стеклами. При фотографировании применялась цифровая камера МФН12. Все микроснимки были сделаны с одним увеличением 8×7 и впоследствии обрабатывались на компьютере с помощью специальной программы контрастирования «ACDSee Pro2». На каждом снимке помещена измерительная линейка длиной 150 мкм.

Результаты и обсуждение

На рис. 1-3 приведены результаты экспериментов по исследованию структуры льда, образовавшегося при замораживании воды, прошедшей предварительную обработку переменным электромагнитным полем крайне высокой частоты. Рисунки с буквой «б» содержат фотоснимки замерзших структурных образований воды, под-

вергнутой предварительному полевому воздействию (КВЧ-облучению). На рисунках с буквой «а» показаны снимки контрольных образцов льда, полученных без предварительного КВЧ-облучения.

В результате сравнительного анализа контрольных (рис. 1а, 2а и 3а) и исследуемых (рис. 1б, 2б и 3б) образцов воды (льда) выявлены следующие различия между ними:

1. На внутренней поверхности крышек чашек Петри (рис. 1а и 1б). В отличие от контрольных снимков, в которых имеет место практически однородное распределение мелких кристаллов льда (рис. 1а), при замораживании воды, прошедшей предварительную обработку КВЧ-излучением, образуются крупные (до 180 мкм в диаметре) структуры, совокупность которых напоминает по своему виду «лабиринт». (рис.1б).

2. На поверхности льда в чашке Петри (рис.2). По сравнению с контрольными образцами, где наблюдаются замерзшие во льду пузыри воздуха (темные пятна $D \approx 18$ мкм, $l = 168$ мкм) в исследуемых образцах формируются очень крупные ($L \approx 810$ мкм) домены с четкими границами раздела, на фоне которых также наблюдаются вытянутые пузыри воздуха ($l \approx 210$ мкм).

3. Между двумя предметными стеклами (рис.3). В результате облучения происходит упорядочение структуры (большое количество мелких кристаллов льда, наблюдаемых в контрольных образцах, в исследуемых образцах исчезает) с одновременным появлением «цепочек» ассоциаций молекул воды, каждый элемент (звено) которых имеет размеры от 12 до 36 мкм.

Таким образом, независимо от объекта исследования (точнее его местоположения) выявлено влияние КВЧ-излучения на структуру воды.

На наш взгляд, это влияние вызвано взаимодействием электрических дипольных моментов молекул воды (1,8D) с вектором напряженности \vec{E} электрического поля электромагнитной волны КВЧ-излучения. При этом происходит образование ассоциаций молекул воды (кластеров), скрепленных различными видами сил, в том числе с участием водородных связей. А это означает, что под действием КВЧ-излучения протекают квазихимические реакции с участием молекул воды.

Необходимо отметить одну характерную особенность, проявившуюся при исследовании текстуры образовавшегося льда в чашках Петри. Оказалось, что в одной из трех чашек Петри наблюдалась полосатая картина в

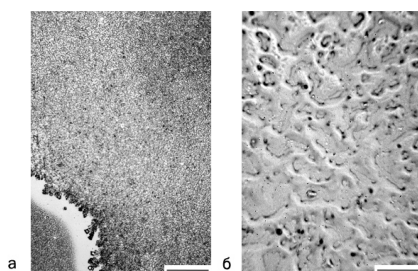


Рис.1. Микроснимки льда, образовавшегося на крышках чашек Петри при замораживании: а) исходных образцов воды; б) образцов воды, прошедших предварительное КВЧ-облучение ($t = 30$ мин).

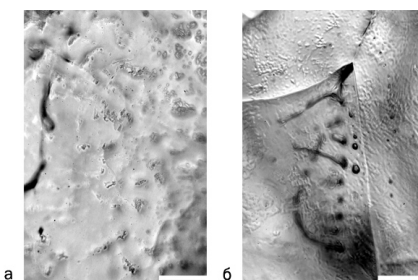


Рис. 2. Микроснимки поверхности льда в чашках Петри, образовавшегося при замораживании: а) исходных образцов воды; б) образцов воды, прошедших предварительное КВЧ-облучение ($t = 30$ мин).

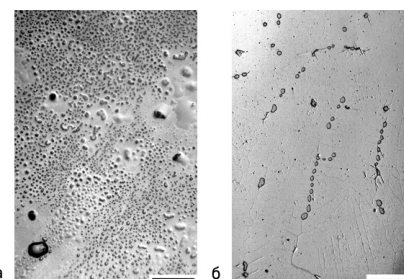


Рис.3. Микроснимки льда, образовавшегося между двумя предметными стеклами при замораживании: а) исходных образцов воды; б) образцов воды, прошедших предварительное КВЧ-облучение ($t = 30$ мин).

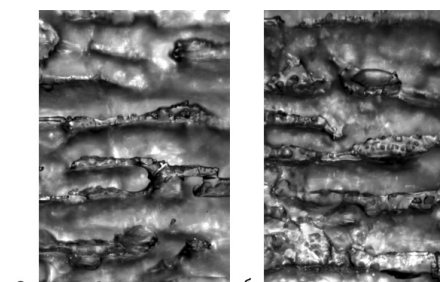


Рис. 4. Микроснимки структур, образовавшихся в глубине льда в чашках Петри после предварительного КВЧ-облучения воды и последующего ее замораживания: а) и б) – различные участки исследованного образца.

глубине льда (рис. 4). Причем ширина полос варьировалась в пределах от 18 мкм до 102 мкм. А сами полосы состояли из крупных кристаллов льда повышенной плотности.

По нашему мнению, появление этих широких полос является следствием интерференции электромагнитных волн КВЧ-излучения, которая имеет место при: 1. образовании дифракционной картины; 2. образовании стоячих волн.

Для уточнения вида происходящего процесса было решено проанализировать распределение этих полос по расстояниям между ними. На десяти снимках было выполнено 39 измерений расстояний между наблюдаемыми полосами структуры льда. Результаты представлены на рис. 5. Видно, что распределение



Рис.5. Распределение полос структуры по расстояниям между соседними полосами.

Оригинальные научные публикации

полос по расстояниям между ними близко к нормальному закону, однако в отличие от него ($\bar{X} = M_0$) здесь $\bar{X} > M_0$

($\bar{X} = 137,8$ мкм, тогда как $M_0 = 132,6$ мкм), где \bar{X} – среднее расстояние, M_0 – мода.

Сравнение этого распределения с аналогичным распределением максимумов дифракционной картины в случае лазерного излучения, при котором частота излучения также является константой (const), показало, что наряду с общими чертами ($\bar{X} / M_0 = 1,039$ и $\bar{X} / M_0 = 1,13$) есть и существенные различия:

1. в случае лазерного излучения вершина распределения уплощена (шире) и имеет значение 0,25; тогда как в нашем случае это – 0,33. А это означает, что сравниваемые распределения различаются по крайней мере дисперсиями;

2. правое крыло «лазерного» распределения намного шире и относительно «выше», чем в нашем случае.

Следовательно, мы имеем дело не с дифракционной картиной, а с образованием стоячих волн.

Стоячие волны образуются при интерференции падающей и отраженной волн, причем расстояние L , проходимое падающей волной в среде до места отражения, должно удовлетворять условию

$$L = n \frac{\lambda}{2}$$

где λ – длина волны излучения в данной среде. В нашем случае КВЧ-излучения

$\lambda = 5,6$ мм в воздухе и $\lambda = 4,21$ мм в воде. Тогда для воды $\lambda / 2 = 2,105$ мм.

Анализ условий проведенного эксперимента показал, что в одной чашке Петри глубина налитой воды как раз и составляла 2,1 мм. Другими словами, в одном из трех экспериментов были случайным образом созданы условия формирования стоячих волн. В дальнейшем глубина (количество) налитой в чашки Петри воды нами контролировалась с тем, чтобы таких условий не создавалось. И, действительно, в дальнейшем образование полосатой картины льда больше не наблюдалось. т. е. экспериментальная проверка подтвердила наши выводы.

Отметим, что сами по себе установленные факты образования стоячих волн и сопутствующая им поло-

сатая структура льда имеют существенное значение. Действительно, при стоячих волнах воде передается приблизительно вдвое больше энергии, чем при бегущих за то же время. При этом происходят существенные изменения структуры воды (полосатая структура), тогда как при бегущих волнах этого не наблюдается. А это означает, что эффективность образования структурных «дефектов» зависит от величины переданной воде излучением энергии или, что эквивалентно, от времени (дозы) облучения. Другими словами, существует зависимость изменения структуры воды (льда) от времени или дозы облучения.

Такую временную зависимость, как и сам факт влияния КВЧ - облучения на структуру воды, мы планируем использовать в следующей нашей работе для исследования не установленного до сих пор первичного механизма воздействия КВЧ-излучения на организм человека, который на (60-80) % состоит из воды.

В заключение отметим, что дополнительные эксперименты с дистиллированной водой и 0,9 % водным раствором NaCl, помещенными между стеклами, также подтвердили наличие различий структур жидкостей в исходных и КВЧ-облученных образцах.

Таким образом, установлено влияние генерируемого аппаратом КВЧ-терапии электромагнитного излучения крайне высокой частоты на структуру воды. Такое влияние в определенном смысле можно рассматривать как нетепловой эффект, характерный для КВЧ-терапии.

Обнаружено, что образование в воде стоячих электромагнитных волн, вызванное интерференцией падающей и отраженной волн, приводит к формированию полосатой структуры воды.

На основании полученных результатов предложен новый подход к исследованию не установленного первичного механизма воздействия КВЧ-излучения на организм человека.

Литература

1. Улащик, В.С., Лукомский И.В. Основы общей физиотерапии. Минск, 1974.
2. Лукьяница, В.В. Структурные изменения воды под действием аппарата УВЧ-терапии // Медицинский журнал 2010, №4, стр 87-90.
3. Эмото, М. Послания воды: тайные коды кристаллов льда/ София, 2005.

Поступила 20.11.2012 г.