https://doi.org/10.17116/kurort201895243-50

Роль изменения структуры воды и водосодержащих систем в механизме комплексного воздействия магнитного поля и природных лечебных факторов

Е.Ф. ЛЕВИЦКИЙ[1]*, Б.И. ЛАПТЕВ[1], Г.Н. СИДОРЕНКО[1], Т.Г. ИВАНОВА[1], Н.П. ГОРЛЕНКО[2], Л.В. АНТОШКИН[3]

[1]ФГБУ «Сибирский федеральный научно-клинический центр ФМБА России», Северск, Томская область, Россия; [2]ФГБОУ ВО «Томский государственный архитектурно-строительный университет», Томск, Россия; [3]ФГБУН «Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева» СО РАН, Томск, Россия

В работе с использованием диэлектрометрии, резонансного метода и термометрии показано влияние различных воздействий, включающих магнитное поле постоянных магнитов, на структуру воды и водосодержащих систем. Установлено, что при омагничивании дистиллированной воды и минеральной воды «Карачинская» происходит увеличение их структурированности. Омагничивание влияет на биологические свойства лечебной грязи через изменение структуры воды и, соответственно, структурированности водной фракции сапропеля. Анализ результатов экспериментальных и клинических исследований позволяет сделать вывод, что изменение структуры воды и водосодержащих систем играет важную роль в повышении эффективности лечения с использованием комплексного воздействия магнитного поля и природных лечебных факторов. При этом положительный адаптогенный эффект комплексного воздействия, вероятно, обусловлен такими изменениями структуры воды и водосодержащих систем, при которых облегчается взаимодействие между процессами в резонансном режиме, но сохраняется стабильность клеточных структур благодаря ограничению подвижности диполей при воздействии нерезонансных частот.

***Ключевые слова**: структура воды, магнитное поле, минеральная вода, лечебная грязь.*

The role of changes in the structure of water and water-based systems in the mechanism of combined action of the magnetic field and natural therapeutic factors

E.F. LEVITSKY[1], B.I. LAPTEV[1], G.N. SIDORENKO[1], T.G. IVANOVA[1], N.P. GORLENKO[2], L.V. ANTOSHKIN[3]

[1]Siberian Federal Research and Clinical Centre of the Russian Federal Medico-Biologic Agency, Seversk, Russia; [2]Tomsk State University of Architecture and Building Ministry of Education and Science of the Rusian Federation,Tomsk, Russia; [3]V.E. Zuev Institute of Atmospheric Optics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Tomsk, Russia

The application of the dielectrometric technology in the combination with the resonance method and thermometry has been shown to provide an insight into a variety of factors including the influence of the magnetic field of the permanent magnets on the structure of water and water-containing systems. It was found that the magnetization of both distilled water and «Karachinskaya» mineral water increase their structuredness. Magnetization changes the biological properties of therapeutic peloids by virtue of a change in the structure of water and, accordingly, the structuring of the water fraction of therapeutic muds. The analysis of the results of experimental and theoretical studies gives evidence that variations in the structure of water and water-based systems play an important role in enhancing the effectiveness of the combined treatment with the use of the magnetic field and the natural therapeutic factors. The positive and adaptogenic effects of such treatment appears to be due to such changes in the structure of water and water-containing systems which facilitate communication between the processes in the resonant mode but maintain stability of the cellular structures by limiting the mobility of water dipoles under the influence of non-resonant frequencies.

***Keywords:** structure of water, magnetic field, mineral water, therapeutic peloids.*

Известно, что вода и ее структура играют ключевую роль в механизме действия лечебных физических факторов на организм, и исследования в этом направлении имеют фундаментальное значение [1]. Современный взгляд на структуру воды заключается в том, что в ней существует лабильная, структурно и динамически неоднородная трехмерная сетка, образованная молекулами, соединенными водородными связями [2]. Наличие водородных связей приводит к тому, что в воде и ее растворах происходит непрерывное образование и разрушение ассоциатов молекул воды — кластеров [3—5]. Обнаружены большие кластеры с размерами от 10 до 100 мкм (гигантские гетерофазные кластеры воды — ГГКВ), распределенные в жидкой (континуальной) фазе и имеющие время релаксации 1—2 с.

© Коллектив авторов, 2018

По мнению ряда авторов, размеры и свойства ГГКВ подобны размерам и свойствам клеток живых организмов. ГГКВ, как и клетки живых организмов, имеют мембрану и трансмембранный потенциал (около 100 мВ). При этом в крупном кластере воды могут находиться более мелкие кластеры [3], подобно тому как в клетке имеются митохондрии и другие органеллы. Кластеры могут взаимодействовать между собой и образовывать структуры [4], подобно структуре многоклеточных организмов.

Клеточное строение водной среды позволяет объяснить клеточное строение живых организмов, поскольку эта дифференциация уже априори существует в самой воде. Органическим компонентам будущей клетки в биосистемах остается лишь наполнить уже готовую ячейку [6]. Размеры кластеров зависят от состава воды и ее растворов, температуры, воздействия магнитного поля и других факторов [7]. Наличие больших кластеров не противоречит ранее полученным экспериментальным данным о существовании в воде нанометровых кластеров с временем релаксации 10^{-11}—10^{-12} с [4].

При постоянных термодинамических условиях структура воды воспроизводится. Это позволяет при использовании неразрушающих методов исследования при различных воздействиях оценивать структуру воды, обусловленную изменением соотношения и подвижности ее свободных диполей, а также диполей, находящихся в кластерах, гидратных образованиях ионов [8—10].

В последние годы активно обсуждается вопрос о роли воды в биологических тканях. При этом выделяют связанную с биомолекулами и свободную воду. Ориентация связанной воды на поверхности белковых молекул приводит к возникновению водной оболочки, по структуре напоминающей лед. Структура связанной воды влияет на свойства и функции белковых макромолекул, активность ферментов, структуру и функции биологических мембран [11].

Вопрос об изменении свойств воды за счет ее структурной перестройки начал широко изучаться около 30 лет назад в исследованиях по омагничиванию воды. Было показано, что различные воздействия (омагничивание, изменение температуры и т.д.) имеют одинаковую направленность изменения свойств воды, это позволяет назвать ее активированной. В организмах структурированная вода исполняет роль структурно-энергетического каркаса белковых тел, а в комплексе с органическими соединениями создает матрицы, к которым можно отнести рибонуклеиновую и дезоксирибонуклеиновую кислоты, в них двойная спираль обусловлена параметрами метастабильной структуры воды [12].

Показано, что физиологические и биохимические процессы адаптации развиваются также на уровне взаимодействия молекул с водой. Установлено, что при длительном или многократном воздействии внешних факторов происходит адаптация организма, сопровождающаяся повышением содержания связанной воды в крови. Если воздействие превышает адаптивные возможности организма, то наступает дезадаптация, которая сопровождается снижением содержания связанной воды. При этом адаптогены повышают содержание связанной воды в крови экспериментальных животных [11].

Цель исследования — оценить роль изменения структуры воды и водосодержащих систем в механизме комплексного действия магнитного поля и природных лечебных факторов на основе обобщения полученных ранее данных экспериментов и клинических исследований.

Методы

При проведении экспериментов были использованы разработанные нами ранее измерительные ячейки, а также неразрушающий и воспроизводимый способ оценки структуры воды, водных растворов, животных и растительных объектов [8—10, 13, 14]. Способ основан на измерении электрической емкости и добротности колебательного контура при внесении изучаемых объектов между обкладками конденсатора. Для оценки динамики изменения температуры жидкостей использовали методику термометрии, детали которой описаны ранее Г.Н. Сидоренко и соавт. [10].

Для модификации структуры воды и водосодержащих объектов применяли поле постоянных магнитов оригинальных магнитных систем [15]. При разработке магнитных систем для первичной сравнительной оценки их биологических эффектов использовали дистиллированную воду, минеральную воду «Карачинская», лечебные грязи, их жидкую фракцию, реактивы для определения активности ферментов [15—17].

Дистиллированную воду и минеральную воду «Карачинская» омагничивали путем их вращения в сосуде, по боковым сторонам которого были установлены магнитные системы с индукцией 0,2 Тл. Контролем служило вращение жидкости в сосуде без магнитов. Температура жидкостей в обеих сериях составляла 20 °С [15, 17].

Омагничивание лечебных грязей и их жидкой фракции для определения активности ферментов проводили путем их перемещения по лабильной методике (круговыми движениями по часовой стрелке) относительно магнитной системы. Такую методику омагничивания использовали в дальнейшем при проведении клинических наблюдений. Активность каталазы, пероксидазы, полифенолоксидазы, протеаз и дегидрогеназ определяли стандартными методами [15, 17, 18].

В экспериментах на животных корригирующее действие омагниченных и неомагниченных мине-

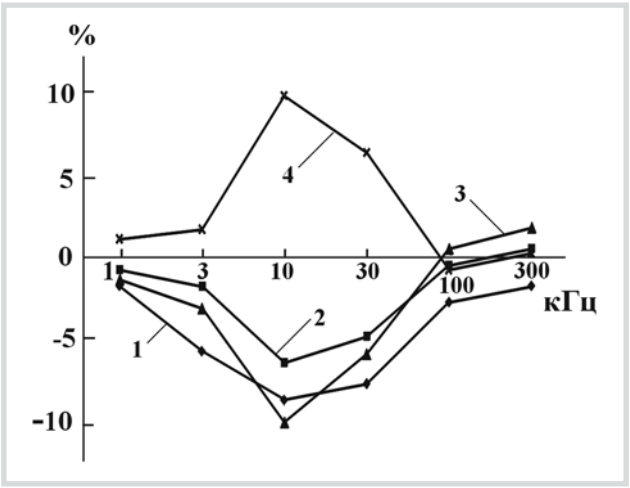


Рис. 1. **Относительные изменения (в %) электрической емкости дистиллированной воды после различных воздействий и при разных частотах реактивного тока.**

1 — после омагничивания; 2 — после нагревания с 20 до 60°С и последующего охлаждения до начальной температуры (20 °С); 3 — после охлаждения до 10 °С; 4 — после нагревания до 30 °С.

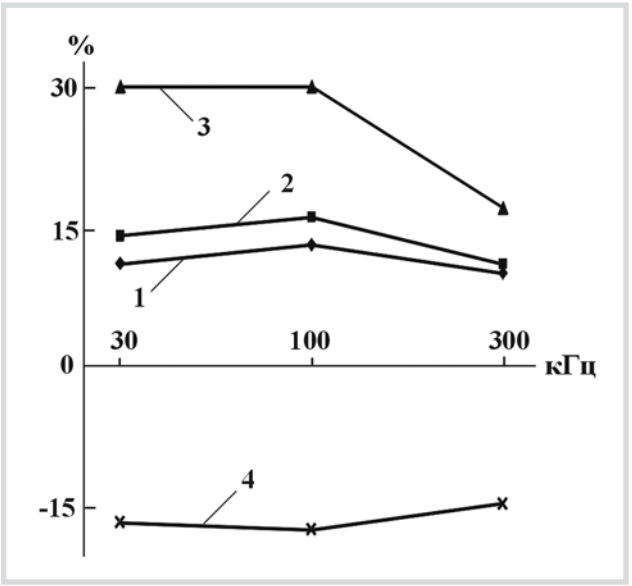


Рис. 2. **Относительные изменения (в %) добротности колебательного контура (при нахождении дистиллированной воды между обкладками конденсатора) после различных воздействий и при разных частотах реактивного тока.**

1 — после омагничивания; 2 — после нагревания с 20 до 60 °С и последующего охлаждения до начальной температуры (20 °С); 3 — после охлаждения до 10 °С; 4 — после нагревания до 30 °С.

ральной воды «Карачинская» и лечебных грязей (сапропелей) оценивали по методике, описанной ранее. Грязевые аппликации применяли паравертебрально, а матрицу с магнитами накладывали поверх слоя лечебной грязи [15, 17].

В клинических исследованиях омагниченную и неомагниченную минеральную воду «Карачинская» пациенты с заболеваниями желудочно-кишечного тракта принимали внутрь 3 раза в сутки по 100—200 мл в течение 3—4 нед [15, 19]. В другом исследовании при лечении больных остеоартрозом, осложненным реактивным синовитом, использовали лечебную грязь: ею обмазывали суставы и покрывали клеенкой. Через 10 мин поверх клеенки производили омагничивание полем постоянных магнитов оригинальных магнитных систем по лабильной методике [15, 18].

Результаты и обсуждение

В результате проведенных ранее исследований [8—10, 13, 14] были разработаны измерительные ячейки, а также неразрушающий и воспроизводимый способ оценки структуры воды, водных растворов, животных и растительных объектов, имеющий для этого достаточно высокую разрешающую способность. Было показано, что при изменении температуры, концентрации растворов, их состава, воздействии магнитного поля наблюдаются значительные и разнонаправленные изменения электрической емкости и добротности колебательного контура в изучаемых объектах.

Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод, что изменения электрофизических и температурных параметров воды и водосодержащих систем при различных воздействиях обусловлены изменением соотношения количества свободных диполей воды, диполей, находящихся в кластерах и гидратных образованиях ионов. Было установлено, что наблюдаемое повышение (снижение) электрической емкости в диапазоне частот от 0,1 до 3000 кГц и добротности колебательного контура — от 10 до 300 кГц в воде и водосодержащих средах при различных воздействиях свидетельствует об уменьшении (увеличении) их структурированности.

В работе Б.И. Лаптева и соавт. было также показано, что после омагничивания величина электрической емкости дистиллированной воды при частотах реактивного тока от 1 до 30 кГц снижается **(рис. 1)** на 5—8% (p<0,001) [20]. Однако величина добротности колебательного контура (при помещении воды между изолированными обкладками конденсатора) на резонансных частотах 30, 100 и 300 кГц возрастала **(рис. 2)** на 11, 13 и 10% соответственно (p<0,001 во всех случаях).

Изменения электрической емкости дистиллированной воды и добротности колебательного контура после воздействия магнитным полем свидетельствуют об изменении ее структуры. Это подтверждается также возрастанием значения pH с 5,27±0,02 до 5,43±0,02 (p<0,001).

Для оценки возможных механизмов изменения структуры воды, активированной магнитным полем, были проведены 2 серии исследований с изменением ее температуры.

В экспериментах после нагревания дистиллированной воды с 20 до 60 °С и последующего охлаждения до начальной температуры (20 °С) без доступа воздуха, а также после охлаждения до 10 °С ее электрическая емкость снижается на 4—7% при частотах 10 и 30 кГц (p<0,001), а добротность колебательного контура на всех изученных частотах повышается на 11—30% (p<0,001) **(см. рис. 1)**.

При нагревании же дистиллированной воды до 30 °С ее электрическая емкость, напротив, возрастает на частотах 10 и 30 кГц на 6—7% (p<0,001), а добротность колебательного контура на всех изученных частотах снижается на 14—16% (p<0,001) **(см. рис. 2)**.

Приведенные выше результаты свидетельствуют о том, что при омагничивании дистиллированной воды, а также после ее нагревания с 20 до 60 °С и последующего охлаждения до начальной температуры (20 °С) без доступа воздуха и после охлаждения до 10 °С, очевидно, происходит повышение структурированности воды, обусловленное укрупнением кластеров и изменением вследствие этого соотношения структурносвязанных и свободных диполей воды. При нагревании же дистиллированной воды происходит обратный процесс — снижение ее структурированности, обусловленное, очевидно, уменьшением размеров и количества крупных кластеров, а также возрастанием содержания свободных диполей воды.

Однако при активации дистиллированной воды магнитным полем, а также после ее нагревания с 20 до 60 °С и последующего охлаждения до начальной температуры (20 °С) без доступа воздуха и после охлаждения до 10 °С наблюдалось возрастание добротности колебательного контура на резонансных частотах 30, 100 и 300 кГц. Это, очевидно, свидетельствует о том, что после различных воздействий, включая омагничивание, происходят такие изменения структуры воды, при которых повышается синхронизация поворотов ее диполей на резонансных частотах.

Полученные результаты частично подтверждают данные другого исследования [12] о том, что различные воздействия (омагничивание, изменение температуры и т.д.) имеют одинаковую направленность изменения свойств воды, что позволяет назвать ее активированной.

Таким образом, воздействие магнитным полем (омагничивание) активирует дистиллированную воду путем изменения ее структуры, что проявляется в снижении ее электрической емкости и повышении добротности колебательного контура, а также в возрастании значения pH, что, вероятно, свидетельствует об увеличении числа водородных связей. Повышение значения pH наблюдалось также при омагничивании минеральной воды «Карачинская» [15], т.е. омагничивание минеральной воды «Карачинская» так же, как и дистиллированной воды, повышало ее структурированность.

В последние годы появилось значительное число исследований, в которых изучали возможность и целесообразность применения в восстановительной терапии комплексного воздействия преформированных и природных лечебных физических факторов — минеральных вод и лечебных грязей [15]. С учетом этого были проведены сравнительные исследования терапевтической активности омагниченной и неомагниченной минеральной воды «Карачинская».

Так как организм на две трети состоит из воды, то прием активированной магнитным полем (омагниченной) минеральной воды «Карачинская», имеющей бóльшую структурированность по сравнению с неомагниченной водой, вероятно, может оказывать более выраженный положительный эффект на животных и человека. Косвенно в пользу этого предположения свидетельствуют данные исследования о повышении содержания связанной воды в крови при адаптации организма к выраженным воздействиям. При дезадаптации, напротив, происходит снижение содержания связанной воды [11].

Эксперименты на животных подтвердили сделанное выше предположение. Минеральная вода «Карачинская» оказывает гепатопротекторное действие при токсическом гепатите, а ее омагничивание существенно повышает терапевтическую активность [15, 19].

Омагниченная и неомагиченная минеральная вода «Карачинская» была также использована при лечении хронического некалькулезного холецистита с различными сопутствующими заболеваниями [15, 18]. Лечение пациентов с хроническими заболеваниями желудочно-кишечного тракта включало соблюдение диет, занятия лечебной физической культурой, трехкратный внутренний прием омагниченной минеральной воды «Карачинская» в течение 1 сут.

Выявлено, что неомагниченная минеральная вода «Карачинская» оказывает нормализующее действие на моторную функцию желчного пузыря и иммунный статус больных. Омагничивание минеральной воды «Карачинская» расширяет спектр ее лечебного действия и повышает его эффективность. Показано, что омагниченная минеральная вода «Карачинская» наряду с нормализующим действием на моторную функцию желчного пузыря и иммунный статус более выраженно снижает воспалительный процесс в желчном пузыре и уменьшает исходно повышенную кислотность желудочного сока. Отмечено, что используемый комплекс лечения с применением минеральной воды «Карачинская» осложнений не вызывает [18].

Общая непосредственная эффективность лечения пациентов с заболеваниями желудочно-кишеч-

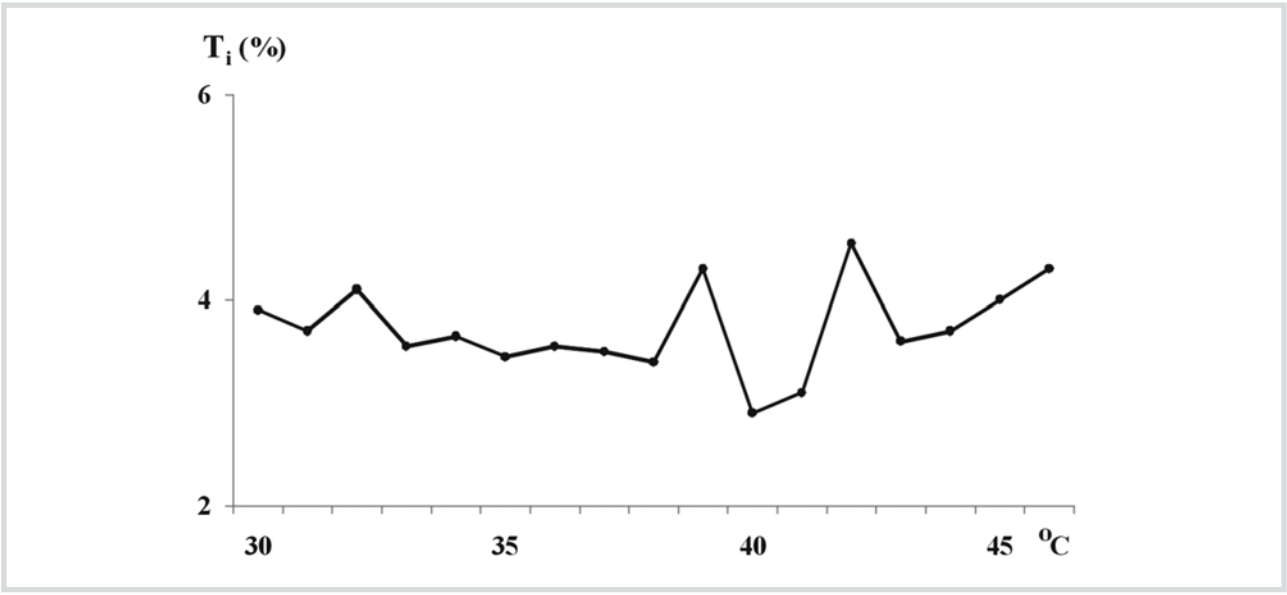


Рис. 3. **Динамика средних арифметических значений относительных изменений температуры дистиллированной воды (T_i; %) при охлаждении с 46 до 29 ºС и нагревании с 29 до 46 ºС.**

ного тракта омагниченной минеральной водой «Карачинская» в комплексе с лечебной физической культурой и циркулярным душем составила 85%. При использовании неомагниченной минеральной воды «Карачинская» общая непосредственная эффективность лечения больных была ниже и составила 72%. На основе полученные данных рекомендовано применение омагниченной минеральной воды здоровым людям.

Таким образом, полученные в эксперименте и клинических исследованиях результаты свидетельствуют о том, что повышение структурированности минеральной воды при омагничивании улучшает ее терапевтический эффект. Правомерность такого предположения частично подтверждается тем, что адаптогены также повышают содержание связанной воды в крови экспериментальных животных [11].

Основываясь на полученных результатах [8—10, 13, 14], можно сделать вывод, что при воздействии магнитного поля в дистиллированной воде и минеральной воде «Карачинская» происходят такие изменения структуры, при которых уменьшается подвижность диполей воды на частотах реактивного тока от 1 до 30 кГц (т.е. увеличивается структурированность воды), но повышаются добротность колебательного контура на резонансных частотах и значение pH этих жидкостей. Поскольку такие изменения структуры водосодержащей системы повышают эффективность лечения, то можно предположить, что при приеме омагниченной минеральной воды аналогичные изменения происходят и в организме, т.е. стабилизируются клеточные структуры, но облегчается взаимодействие между процессами в резонансном режиме (благодаря синхронизации поворотов диполей воды на резонансных частотах). Улучшение же процессов в резонансном режиме при сохранении стабильности структур для организма имеет большое значение, поскольку в нем явления резонанса и синхронизации процессов широко распространены [21].

Далее были проведены исследования по обоснованию комплексного применения магнитного поля и лечебной грязи (сапропеля). В работе использовали лечебную грязь со сниженной до 35—36 ˚С температурой, что, во-первых, позволило снизить тепловую нагрузку на организм, во-вторых, целесообразность такого подхода была подтверждена данными исследований по изменению структуры воды при ее нагревании и охлаждении [10, 13]. Оказалось, что на кривой средних арифметических значений динамики температуры имеются локальные повышения (максимумы) при 32, 39 и 42 ˚С. При этом в диапазоне температур от 33 до 38 ˚С значения этой кривой практически не изменялись **(рис. 3)**.

Поскольку при повышении температуры дистиллированной воды и ее растворов до 40 ˚С в них происходит разрушение крупных кластеров с размерами от 2 до 40 мкм [7], т.е. существенное снижение структурированности, то целесообразно использовать такую температуру лечебной грязи, при которой сохранялась бы достаточная структурированность ее водной фракции и в процессе лечения в грязи не происходили бы существенные структурные изменения. С учетом приведенных выше данных температура лечебной грязи должна находиться в диапазоне от 33 до 38 ˚С, что и соответствует используемой в исследованиях температуре сапропеля — 35—36 ˚С.

При обосновании комплексного применения магнитного поля и лечебной грязи принимали во внимание также данные экспериментов о наличии связи между длительностью хранения, регенерацией лечебных грязей и активностью в них каталазы, что, очевидно, отражает изменение терапевтической активности сапропелей [22—24], а также значительный вклад биологически активных соединений в действие лечебных грязей [23].

В экспериментах при омагничивании сапропеля оказалось, что активность каталазы увеличивается на 35%. Для оценки механизма влияния магнитного поля на активность фермента сапропеля его центрифугировали, полученную водную фракцию омагничивали, а затем возвращали к осадку. Оказалось, что эффект повышения активности каталазы практически полностью воспроизводился при омагничивании лишь отжима сапропеля.

С учетом этих данных одним из механизмов действия магнитного поля на сапропель и омагниченной грязи на организм может являться изменение структуры воды и, соответственно, структурированности водной фракции лечебной грязи. По данным Н.А. Рослякова и соавт., в нативном сапропеле доля связанной воды составляет 25% [24]. Полученные данные об изменении активности каталазы согласуются с результатами другого исследования о влиянии структуры связанной воды на активность ферментов [11].

В эксперименте при токсическом гепатите у крыс курсовое сочетанное воздействие сапропеля и неоднородного постоянного магнитного поля по сравнению с влиянием аппликаций лечебной грязи ускоряло восстановительные процессы при одновременном уменьшении степени напряжения регуляторных процессов организма, оцениваемой по отношению содержания в сыворотке крови 11-оксикортикостероидов к инсулину.

Положительные результаты экспериментов послужили основой для разработки нового способа лечения остеоартроза, осложненного реактивным синовитом, путем сочетанного воздействия аппликаций лечебной грязи со сниженной до 35—36 °С температурой и магнитного поля [18]. Данный способ включает курсовое сочетанное воздействие магнитного поля и лечебной грязи, а также занятий лечебной физической культурой.

Практически все больные, пролеченные разработанным способом, хорошо перенесли процедуры. Неблагоприятных побочных реакций не наблюдалось ни у одного пациента. Сочетанное воздействие магнитного поля и сапропеля способствовало более выраженной нормализации всех исследуемых показателей по сравнению с неомагниченной лечебной грязью. Эффективность лечения составила 90,7 и 77% соответственно. Лечебный эффект при сочетанном использовании магнитного поля и сапропеля сохранялся до 1,5 года.

Заключение

Таким образом, в результате проведенных исследований было показано, что при воздействии магнитного поля на природные лечебные факторы — лечебные грязи и минеральную воду — в них происходит изменение физико-химических и биохимических параметров, и, соответственно, изменение их структуры и структуры содержащейся в них воды. При омагничивании терапевтическая активность лечебной грязи и минеральной воды существенно повышается. Улучшение восстановительных процессов в организме под влиянием комплексного воздействия магнитного поля и природных лечебных факторов происходит как при опосредованном действии магнитного поля через изменение структуры минеральной воды, так и при его сочетанном воздействии на параметры лечебной грязи и организм. При этом положительный адаптогенный эффект комплексного воздействия магнитного поля и природных лечебных факторов, вероятно, обусловлен такими изменениями структуры воды и водосодержащих систем (в частности, внутри и вне клеток), при которых облегчается взаимодействие между процессами в резонансном режиме, но сохраняется стабильность клеточных структур благодаря ограничению подвижности диполей при воздействии нерезонансных частот.

Дополнительная информация

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие конфликтов интересов, связанных с проведением настоящего исследования и публикацией статьи, о которых следует сообщить.

Участие авторов: концепция и дизайн исследования — Е.Ф. Левицкий, Б.И. Лаптев; сбор и обработка материала, статистическая обработка данных — Г.Н. Сидоренко, Т.Г. Иванова, Н.П. Горленко, Л.В. Антошкин; написание текста — Г.Н. Сидоренко, Н.П. Горленко; интерпретация данных — Г.Н. Сидоренко, Б.И. Лаптев, Н.П. Горленко; редактирование — Е.Ф. Левицкий.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Улащик В.С. Вода — ключевая молекула в действии лечебных физических факторов. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры.* 2002;1:3-9. [Ulashchik VS. Water is a key molecule in the action of therapeutic physical factors. *Problems of Balneology, Physiotherapy, and Exercise Therapy.* 2002;1:3-9. (In Russ.)].

2. Маленков Г.Г. Структура и динамика жидкой воды. *Журнал структурной химии (Приложение)*. 2006;47:5-35. [Malenkov GG. Structure and dynamics of liquid water. *Zhurnal strukturnoi khimii*. 2006;47(suppl):5-35. (In Russ.)].

3. Гончарук В.В., Смирнов В.Н., Сыроешкин А.В., Маляренко В.В. Кластеры и гигантские гетерофазные кластеры воды. *Химия и технология воды*. 2007;29:1:3-17. [Goncharuk VV, Smirnov VN, Syroyeshkin AV, Malyarenko VV. Clusters and gigantic heterophase water clusters. *Khimiya i tekhnologiya vody*. 2007;29(1):3-17. (In Russ.)]. https://doi.org/10.3103/s1063455x07010018

4. Смирнов А.Н., Сыроешкин А.В. Супранадмолекулярные комплексы воды. *Российский химический журнал*. 2004;48: 2:125-135. [Smirnov A, Syroeshkin A. Supramolecular complexes of water. *Rossiiskii khimicheskii zhurnal*. 2004;48(2):125-135. (In Russ.)].

5. Ho MW. Large supramolecular water clusters caught on camera — a review. *Water*. 2013;6:1-12.

6. Зенин С.В. *Вода. Биологические и энергоинформационные свойства воды*. М. 2007. [Zenin SV. *Voda. Biologicheskie i energoinformatsionnye svoistva vody*. M. 2007. (In Russ.)].

7. Гончарук В.В., Орехова Е.А., Маляренко В.В. Влияние температуры на кластеры воды. *Химия и технология воды*. 2008;30:2:150-158. [Goncharuk VV, Orekhova EA, Malyarenko VV. Influence of temperature on water clusters. *Khimiya i tekhnologiya vody*. 2008;30(2):150-158. (In Russ.)]. https://doi.org/10.3103/s1063455x08020033

8. Лаптев Б.И., Антошкин Л.В., Сидоренко Г.Н., Горленко Н.П., Саркисов Ю.С. *Измерительная ячейка для оценки структуры воды и водных растворов*. Заявка на изобретение РФ №2013130782/28/04.07.2013. [Laptev BI, Antoshkin LV, Sidorenko GN, Gorlenko NP, Sarkisov YuS. *Izmeritel'naya yacheika dlya otsenki struktury vody i vodnykh rastvorov*. Application for invention RUS №2013130782/28/04.07.2013. (In Russ.)].

9. Лаптев Б.И., Антошкин Л.В., Сидоренко Г.Н., Горленко Н.П. *Способ оценки структуры воды и водных растворов*. Заявка на изобретение РФ №2013130182/28/01.07.2013. [Laptev BI, Antoshkin LV, Sidorenko GN, Gorlenko NP. *Sposob otsenki struktury vody i vodnykh rastvorov*. Application for invention RU №2013130182/28/01.07.2013. (In Russ.)].

10. Сидоренко Г.Н., Лаптев Б.И., Горленко Н.П., Саркисов Ю.С., Антошкин Л.В. Возможности электрофизических методов исследования и термометрии для оценки структуры водосодержащих сред (растворов, растительных и животных объектов). *Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание*. 2016;10:2:233-243. [Sidorenko GN, Laptev BI, Gorlenko NP, Sarkisov YuS, Antoshkin LV. Opportunities of electrophysical methods of research and thermometry to estimate structure of water-containing mediums (solutions, vegetative and animal objects). *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii. Elektronnoe izdanie*. 2016;10(2):233-243. (In Russ.)]. https://doi.org/10.12737/20078

11. Фаращук Н.Ф., Рахманин Ю.А. *Вода — структурная основа адаптации*. М.—Смоленск; 2004. [Farashchuk NF, Rakhmanin YuA. *Voda — strukturnaya osnova adaptatsii*. Moscow—Smolensk; 2004. (In Russ.)].

12. Рахманин Ю.А., Кондратов В.К. *Вода — космическое явление*. М. 2002. [Rakhmanin YuA, Kondratov VK. *Voda — kosmicheskoe yavlenie*. Moscow. 2002. (In Russ.)].

13. Лаптев Б.И., Сидоренко Г.Н., Горленко Н.П., Саркисов Ю.С., Антошкин Л.В., Севастьянова Е.В. Оценка изменений структурной организации воды и водосодержащих сред с использованием электрофизических методов исследования. *Водоочистка, водоподготовка, водоснабжение*. 2016;7 (103):16-23. [Laptev BI, Sidorenko GN, Gorlenko NP, Sarkisov YuS. Antoshkin LV, Sevastyanova EV. Evaluation of changes in the structural organization of water and hydrous media with the use of electro-physical methods of research. *Vodoochistka, vodopodgotovka, vodosnabzhenie*. 2016;7(103):16-23. (In Russ.)].

14. Левицкий Е.Ф., Лаптев Б.И., Сидоренко Г.Н., Горленко Н.П., Саркисов Ю.С., Антошкин Л.В. Использование метода диэлектрометрии для оценки структуры питьевых и минеральных вод. *Физиотерапевт*. 2013;5:3-8. [Levitsky EF, Laptev BI, Sidorenko GN, Gorlenko NP, Sarkisov YuS. Antoshkin LV. Use of method dielectrometry for the estimation of structure of drinking and mineral waters. *Fizioterapevt*. 2013;5:3-8. (In Russ.)].

15. Левицкий Е.Ф., Лаптев Б.И., Сидоренко Г.Н. *Электромагнитные поля в курортологии и физиотерапии*. Томск. 2000. [Levitsky EF, Laptev BI, Sidorenko GN. *Elektromagnitnye polya v kurortologii i fizioterapii*. Tomsk. 2000. (In Russ.)].

16. Левицкий Е.Ф., Сидоренко Г.Н., Кузьменко Д.И., Тронова Т.М. Оценка биологического состояния сапропелей по их ферментативной активности. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 1995;6:36-38. [Levitsky EF, Sidorenko GN, Kuzmenko DI, Tronova TM. Assessment of the biological status of the sapropels according to their enzymatic activity. *Problems of Balneology, Physiotherapy, and Exercise Therapy*. 1995;6:36-38. (In Russ.)].

17. Сидоренко Г.Н. *Влияние сапропелей с разными биологическими свойствами на динамику функционального состояния печени в эксперименте:* Дис. ... канд. биол. наук. Томск. 1997. [Sidorenko GN. *Vliyanie sapropelei s raznymi biologicheskimi svoistvami na dinamiku funktsional'nogo sostoyaniya pecheni v eksperimente:* Dis. ... kand. med. naul. Tomsk. 1998. (In Russ.)]. Доступно по: http://medical-diss.com/docreader/526392/a?#?page=1

18. Иванова Т.Г., Гриднева Т.Д., Лаптев Б.И. *Использование магнитопелоидотерапии для лечения остеоартроза в гериатрической практике*. Методические рекомендации. Томск. 1998. [Ivanova TG, Gridneva TD, Laptev BI. *Ispol'zovanie magnitopeloidoterapii dlya lecheniya osteoartroza v geriatricheskoi praktike*. Metodicheskie rekomendatsii. Tomsk. 1998. (In Russ.)].

19. Левицкий Е.Ф., Гриднева Т.Д., Лаптев Б.И., Кузьменко Д.И., Михайлова Е.В., Шахова С.С., Сидоренко Г.Н., Крицкая Н.Г., Горленко Н.П., Полюхович Л.Я. *Применение омагниченной минеральной воды «Карачинская» для лечения больных с заболеваниями желудочно-кишечного тракта*. Томск. 1998. [Levitskii EF, Gridneva TD, Laptev BI, Kuzmenko DI, Mihajlova EV, Shahova SS, Sidorenko GN, Kritskaja NG, Gorlenko NP, Poluhovich LYa. *Primenenie omagnichennoi mineral'noi vody «Karachinskaya» dlya lecheniya bol'nykh s zabolevaniyami zheludochno-kishechnogo trakta*. Tomsk. 1998. (In Russ.)].

20. Лаптев Б.И., Сидоренко Г.Н., Горленко Н.П., Саркисов Ю.С., Антошкин Л.В., Кульченко А.К. Электрические свойства воды при внешних воздействиях. *Водоочистка, водоподготовка, водоснабжение*. 2014;9:20-27. [Laptev BI, Sidorenko GN, Gorlenko NP. Sarkisov YuS, Antoshkin LV, kulchenko AK. Electric properties of water under external actions. *Vodoochistka, vodopodgotovka, vodosnabzhenie*. 2014;9:20-27. (In Russ.)].

21. Илларионов В.Е. *Магнитотерапия*. М.: Книжный дом «Либроком»; 2009. [Illarionov VE. *Magnitoterapiya*. Moscow: Knizhnyi dom «Librokom»; 2009. (In Russ.)].

22. Фриденберг Л.Л. *Оптимизация условий хранения лечебных грязей различных типов*. Международный симпозиум «Актуальные вопросы пелоидобальнеотерапии». Одесса. 1990. [Fridenberg LL. *Optimizatsiya uslovii khraneniya lechebnykh gryazei razlichnykh tipov* (Conference proceedigs). Mezhdunarodnyi simpozium «Aktual'nye voprosy peloidobal'neoterapii». Odessa. 1990. (In Russ.)].

23. Платонов В.В., Хадарцев А.А., Чуносов С.Н., Фридзон К.Я. Биологическое действие сапропеля. *Фундаментальные исследования*. 2014;9-11:2474-2480. [Platonov VV, Hadarcev AA, Chunosov SN, Fridzon KYa. The biological effect of the sapropel. *Fundamental'nye issledovaniya*. 2014;(9-11):2474-2480. (In Russ.)].

24. Росляков Н.А., Страховенко В.Д., Сысо А.И. *Месторождения сапропелевых залежей Новосибирской области.* Всероссийский форум с международным участием. Томск. 2013. [Roslyakov NA, Strakhovenko VD, Syso AI. *Mestorozhdeniya sapropelevykh zalezhei Novosibirskoi oblasti. (Conference proceedigs).* Vserossiiskii forum s mezhdunarodnym uchastiem. Tomsk. 2013. (In Russ.)]. http://dspx.igm.nsc.ru/jspui/handle/IGM/315

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:
Левицкий Евгений Федорович, д.м.н., профессор [**Eugene F. Levitsky,** MD, PhD, Professor]; адрес: Россия, 636070, Северск, ул. Мира, 4 [address: 4 Mira str., 636070 Seversk, Russia]; **e-mail:** niikf@med.tomsk.ru
Лаптев Борис Иннокентьевич, д.б.н., профессор [**Boris I. Laptev,** PhD, Professor]; **ORCID:** http://orcid.org/0000-0001-6635-0685; **eLibrary SPIN:** 7603-5740; **e-mail:** bornovo@gmail.com
Сидоренко Галина Николаевна, к.б.н. [**Galina N. Sidorenko,** PhD]; **ORCID:** http://orcid.org/0000-0002-7419-400X; **eLibrary SPIN:** 7572-1120; **e-mail:** bornovo@gmail.com
Иванова Татьяна Григорьевна, к.м.н. [**Tatyana G. Ivanova,** MD, PhD]; **ORCID:** http://orcid.org/0000-0003-3323-5589; **e-mail:** antony.stolov@gmail.com
Горленко Николай Петрович, д.т.н., профессор [**Nikolai P. Gorlenko,** PhD, Professor]; **ORCID:** http://orcid.org/0000-0002-6237-4353; **eLibrary SPIN:** 7603-5740; **e-mail:** gorlen52@mail.ru
Антошкин Леонид Владимирович, к.т.н. [**Leonid V. Antoshkin,** PhD]; **ORCID:** http://orcid.org/0000-0003-2136-4711; **eLibrary SPIN:** 4144-4702; **e-mail:** lant@iao.ru

ИНФОРМАЦИЯ
Рукопись получена: 24.01.17. Одобрена к публикации: 22.05.17.

КАК ЦИТИРОВАТЬ:
Левицкий Е.Ф., Лаптев Б.И., Сидоренко Г.Н., Иванова Т.Г., Горленко Н.П., Антошкин Л.В. Роль изменения структуры воды и водосодержащих систем в механизме комплексного воздействия магнитного поля и природных лечебных факторов. // *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. — 2018. — Т.95. — №2. — С.43-50. https://doi.org/10.17116/kurort201895243-50

TO CITE THIS ARTICLE:
Levitsky EF, Laptev BI, Sidorenko GN, Ivanova TG, Gorlenko NP, Antoshkin LV. The role of changes in the structure of water and water-based systems in the mechanism of combined action of the magnetic field and natural therapeutic factors. *Problems of balneology, physiotherapy, and exercise therapy.* 2018;95(2):43-50. https://doi.org/10.17116/kurort201895243-50