ПРИНЦИПЫ И ТЕОРИЯ
соMra-терапии

А.Б. СУРАЗАКОВ, А.В. СУРАЗАКОВА

МОСКВА 2022

Термин coMra является сокращением выражения “coherence achieved through modulation of different radiances”, что в переводе с английского означает “когерентность, достигаемая модуляцией различных излучений”.

CoMra-терапия – это метод сочетанной физиотерапии, в котором одновременно применяются несколько когерентно модулируемых физических факторов: инфракрасное лазерное излучение, постоянное магнитное поле, видимое монохроматическое светодиодное излучение и ультразвуковое излучение.

Целью сочетанного физического фактора coMra является системное увеличение регенераторного потенциала клетки, ткани посредством одновременного восполнения биоэнергетического дефицита, ускорения движения вещества во внутри- и межклеточном пространстве и гармонизации биоритма жизнедеятельности. Восстановление способности клетки к саморегенерации приводит к ускоренному восполнению функционального резерва соответствующего органа и системы.

Действие coMra-терапии потенцирует весь каскад защитно-приспособительных, репаративных реакций организма. Все лечебные эффекты, которые наблюдаются после сеансов coMra-терапии, представляют собой, по сути, искусственно усиленный саногенетический ответ организма. В зависимости от нозологии заболевания, лечебные эффекты coMra-терапии включают в себя ярко выраженное облегчение острой, хронический боли; улучшение общего самочувствия, качества сна и пищеварения; восстановление работоспособности внутренних органов; гармонизации деятельности нейроиммунноэндокринной системы; сокращение сроков регенерации поврежденных тканей в 2-3 раза.

Об авторах

Суразаков Аржан Борисович – PhD, директор по науке и разработкам Radiant Life Technologies LTD.

arzhan@radiant-life-technologies.com
www.radiant-life-technologies.com
www.joct.org

Суразакова Анна Васильевна – врач реабилитолог, физиотерапевт, терапевт, генеральный директор ООО “Технология жизни”.

dr.annacomra@gmail.com
https://comra-therapy.ru

На обложке показан фрагмент картины Суразакова Бориса Владимировича “Водопад”, холст/масло, 67х47 см, 1999 г.

© А.Б. Суразаков, А.В. Суразакова 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ 4

БЛАГОДАРНОСТИ 4

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ 5

- Принцип 5
- Цель 5
- Метод 6
- Действие 7
- Лечебные эффекты 8
- Показания и противопоказания 9

ТЕОРИЯ 10

- От количества к качеству здоровья 10
- Фундаментальные принципы жизни 12
- Регенерация 13
- Когерентость 16
- Энергообеспечение 17
- Движение вещества 20
- Биоритм 21
- Системная когерентность 23
- Восстановительный процесс с coMra-терапией 24

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 26

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 27

ПРЕДИСЛОВИЕ

Данная работа появилась в результате систематизации нашего коллективного клинического опыта coMra-терапии за последние 12 лет в Российской Федерации и за рубежом, а также многочисленных отзывов пользователей аппаратов coMra-терапии по всему миру. С первых дней работы с coMra-терапией нам стала очевидна необходимость глубокого переосмысления принципов, научных основ и методологии физической регенеративной медицины. Также определенную сложность представляли различные, иногда противоречивые, интерпретации опубликованных экспериментальных данных о действии низкоинтенсивных физических факторов на биофизические, химические, биологические процессы.

Результатом синтеза наших клинических наблюдений и опубликованных научных данных стали предложенные в этой работе формулировки фундаментальных принципов восстановления здоровья и качества жизни. Используя эти принципы в качестве методологической основы, мы изложили целостную биофизическую теорию coMra-терапии.

Совместно с написанием этой брошюры, была проведена работа по обновлению и расширению “Руководства пользователя” аппаратами coMra-терапии (версия 5.0, https://ug.comra-therapy.com), в котором изложены протоколы лечения. Данную статью можно рассматривать как теоретическое сопровождение к клиническим рекомендациям, изложенным в “Руководстве”.

БЛАГОДАРНОСТИ

Создание coMra-терапии и написание данной брошюры стало возможным благодаря коллективным усилиям единомышленников в компании Radiant Life Technologies. Мы выражаем огромную благодарность за вашу поддержку и дружбу! Особо благодарим основателя компании Теуна Мареза, который воодушевил нас на эту работу.

Большое спасибо всем нашим друзьям в России за искреннюю поддержку в развитии coMra-терапии. Мы особенно благодарны Разуваеву Владимиру Ивановичу и его семье за самое деятельное участие в становлении coMra-терапии на Алтае. Анжелина Алексеевна Тозыякова любезно помогла с редактурой.

Мы выражаем глубокую признательность нашим российским коллегам ученым и врачам за их вклад в развитие современной физиотерапии, магнито-лазерной терапии.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Принцип

Принцип coMra-терапии заключается в понимании здоровья как состояния гармонии и согласованности. Такой взгляд на здоровье имеет строгое, фундаментальное научное обоснование, что открывает возможности для создания новых прикладных технологий и перехода на следующий виток эволюционного развития медицины.

Термин **coMra** является сокращением выражения **“coherence achieved through modulation of different radiances”**, что в переводе с английского означает “когерентность, достигаемая модуляцией различных излучений”. Рассмотрим принцип coMra в трех аспектах: физическом, биологическом, медицинском.

Физический смысл принципа coMra следует из того, что эффективность любой сложной системы как единого целого зависит от ее внутренней когерентности, то есть от степени согласованности составляющих ее разнородных процессов. Так, например, симфоническая музыка как целостное явление возникает лишь при достаточной согласованности игры всех струнных, духовых и ударных музыкальных инструментов, участвующих в оркестре. Достигается эта согласованность с помощью когерентной модуляции громкости, длительности и высоты звуковых колебаний, издаваемых каждым инструментом.

С биологической точки зрения, принцип coMra можно наблюдать в кооперативном процессе самоорганизации клетки. Для выполнения любой биологической функции (секреторной, сократительной, иммунной и т.д.) клетке сначала необходимо накопить внутренние резервы посредством синтеза разнородных потоков энергии, вещества и сигналов, которые поступают в клетку. В таком процессе самоорганизации, движение отдельных «квантов» энергии, вещества и сигналов постепенно утрачивают свою независимую динамику и выступают уже в новом объединенном, биологическом качестве. Когерентно согласованные энергия-вещество-сигналы формируют целостную структуру и функциональный резерв клетки, которые реализуют все процессы поддержания гомеостаза, саногенеза организма.

В физической медицине принцип coMra реализован в физиотерапевтических аппаратах, которые создают системно-когерентное воздействие на живую ткань с помощью модуляции нескольких низкоинтенсивных физических факторов: инфракрасного лазерного излучения, магнитного поля, монохроматического видимого света и ультразвукового излучения. Одновременное воздействие на биоэнергетику клетки, движение вещества и регуляцию жизнедеятельности создает оптимальные биофизические условия для работы клетки по поддержанию и восстановлению своей внутренней организации. В результате повышается регенераторный потенциал клетки и ткани, увеличивается их функциональный резерв. На уровне организма это проявляется как увеличение его способности к саногенезу вне зависимости от причин его повреждения.

Цель

Изобретение coMra-терапии в 2009 году стало ответом на острый вопрос: как человек может помочь себе в области здоровья? То есть возникла необходимость в медицинских технологиях,

которые активно поддерживают способность человека самостоятельно созидать свое здоровье и благополучие. Именно этот мотив предопределил цель, действие и технологические особенности coMra-терапии.

Общая цель coMra-терапии заключается в системном потенцировании способности организма к саногенезу, то есть в поддержке всего комплекса физиологических защитно-приспособительных, восстановительных процессов. Отметим, что данная цель принципиально отличается от частных задач управления отдельными звеньями патогенеза или ликвидации причин заболевания посредством возбуждения или торможения нервной системы, активации или подавления воспалительных процессов, элиминации патогена и т.д.

Непосредственной целью сочетанного физического coMra фактора является увеличение регенераторного потенциала клетки и ткани, что, в свою очередь, ведет к увеличению функционального резерва органа и системы, в которую входит данный орган. Все последующие специфические изменения в структуре и функции клетки, органа, активности регуляторных систем зависят уже от саногенетического ответа организма и полностью определяются его текущим состоянием, нозологией и тяжестью заболевания.

Конечной целью coMra-терапии является регенерация структуры и восстановление функции органов и систем. Ускоренное разрешение симптомов заболевания во время применения coMra-терапии является естественным признаком такой регенерации. Тяжесть заболевания и начальное состояние организма определяют курсовость и длительность лечебного процесса. При хронических заболеваниях и тяжелых состояниях, которые требуют длительного лечения, интегральной частью восстановления здоровья и улучшения качества жизни становятся:

- формирование позитивного намерения;
- разрешения глубинных психосоматических конфликтов;
- получение устойчивого навыка пациента в осуществлении процедур лечения на дому как самостоятельно, так и при участии членов семьи.

Метод

CoMra-терапия – это метод сочетанной физиотерапии, в котором одновременно применяются несколько физических факторов:

- инфракрасное лазерное излучение (905 нм или 980 нм);
- постоянное магнитное поле;
- видимое монохроматическое светодиодное излучение (650 нм, 420 нм, 570 нм);
- ультразвуковое излучение (40 кГц).

При сочетании этих отдельных излучений возникает качественно и количественно новый физический фактор coMra посредством:

- подбора таких физических факторов, которые дополняют друг друга в формировании системного воздействия на регенераторный потенциал клетки;

- согласования потоков энергии излучателей с помощью их гармонической модуляции, геометрического расположения и фокусировки в одном объеме ткани в одно и то же время;
- использования физических факторов, обладающих собственной высокой когерентностью или когерентно модулированных;
- значительного снижения мощности всех излучателей, по сравнению с их индивидуальным использованием, что становится возможным благодаря синергии сочетанного coMra фактора.

Для выполнения процедуры лечения аппарат coMra-терапии (*Рис. 1*) помещается на проекции тканей и органов, которые вовлечены в патологию заболевания, испытывают функциональную перегрузку, стресс, имеют структурные повреждения самого различного происхождения. В “Руководстве пользователя” перечислены 124 протокола для лечения около 500 различных заболеваний и состояний (версия 5.0, https://ug.comra-therapy.com). Данные протоколы выступают в роли усредненных рекомендаций, которые можно подстраивать, комбинировать под конкретного пациента, динамику его состояния.

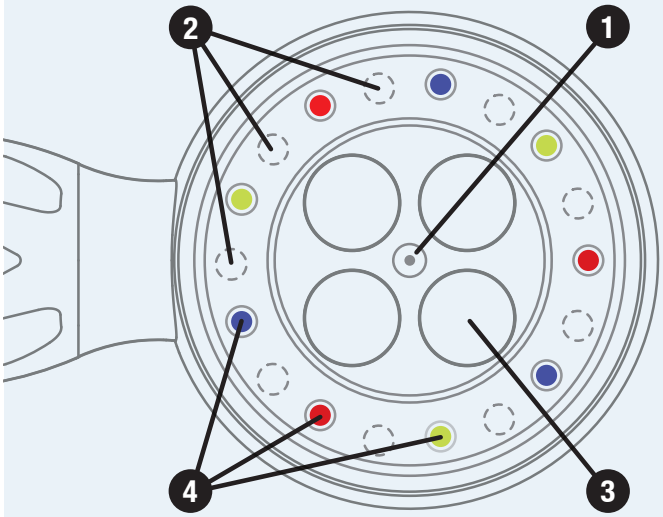

Рисунок 1.

Медицинская насадка аппарата Дельта.

1 Непрерывный лазерный диод 980 или 905 нм, макс. мощность 10 мВт

2 Постоянное магнитное поле макс. сила 90 мТ

3 Ультразвук 40 kHz, макс. уровень звукового давления на контакте 0 дБ

4 Светодиоды красный (650 нм), индиго-фиолетовый (420 нм), желтый/зеленый (570 м), макс. сила света 300 мкд

Действие

Действие coMra-терапии основано на комплексном создании биофизически когерентной среды, в которой в 2-3 раза повышается эффективность внутриклеточной регенерации. Непосредственной мишенью сочетанного физического фактора coMra являются дефицит биоэнергетического обеспечения клетки, замедление движения вещества во внутри- и межклеточном пространстве и нарушение биоритма жизнедеятельности клетки:

- фотомагнитный катализ ферментативного синтеза АТФ с помощью низкоинтенсивного лазерного излучения и магнитного поля с целью преодоления биоэнергетического дефицита в клетке;
- ультразвуковой катализ движения вещества для ускорения реструктуризации клетки, а также неинвазивной поддержки транспортных, ферментативных процессов в условиях патологически высокой вязкости жидкой среды;

- когерентная биофотомодуляция жизнедеятельности клетки с помощью светодиодов различных длин волн (цветового биоритма) для восстановления нормального, физиологического цикла регенерации.

На основе гармоничного сочетания этих воздействий на ключевые аспекты жизнедеятельности клетки в coMra-терапии впервые реализована одновременная системная поддержка внутриклеточной регенерации как единого, неразрывного процесса. Синергия сочетанного физического фактора coMra возникает благодаря функциональной взаимозависимости обмена вещества, энергии и регуляции этих потоков. Именно эта взаимозависимость в итоге и определяет регенераторный потенциал клетки и ткани.

Важнейшим следствием синергии сочетанного физического фактора coMra стала возможность значительно (в разы) снизить мощность всех излучателей без потери лечебной эффективности по сравнению с их индивидуальным применением. Таким образом достигается совершенно неинвазивное действие coMra-терапии, которое направлено исключительно на повышение эффективности регенерации, без угрозы возникновения прямого механистического вмешательства в саногенез организма. Поэтому не наблюдаются негативные последствия как при коротких, так и длительных сеансах лечения coMra-терапией, даже в рамках длительных курсов лечения. Это способствует самостоятельному применению coMra-терапии для профилактики, лечения различных заболеваний и состояний, реабилитации на дому.

Лечебные эффекты

Действие coMra-терапии потенцирует весь каскад защитно-приспособительных, репаративных реакций организма на стресс, травму, заболевание. Все лечебные эффекты, которые наблюдаются после сеансов coMra-терапии, представляют собой, по сути, искусственно усиленный саногенетический ответ организма (*Рис. 2*).

Рисунок 2.

Действие coMra-терапии.

Отметим, что специфические и неспецифические лечебные эффекты отдельных составляющих физических факторов coMra-терапии хорошо изучены *[1]*. Низкоинтенсивная лазерная терапия, ультразвуковая терапия, магнитотерапия, цветовая терапия (хромотерапия) широко применяются

в российской клинической практике более 50-60 лет. Определенного усиления лечебных эффектов можно достичь с помощью комбинированного (последовательного) применения нескольких физических факторов в рамках одного сеанса или курса лечения. Однако сочетанное (одновременное) применение физических факторов отличается как качественно, так и количественно от их индивидуальных эффектов *[2]*. В случае coMra-терапии, как метода сочетанной физиотерапии, первичные биофизические эффекты неспецифичны, так как направлены на универсальные механизмы регенерации клетки. Однако, вторичные биологические эффекты очень разнообразны, но всегда специфичны согласно текущему состоянию организма и нозологии заболевания.

В целом, наш коллективный клинический опыт за последние 12 лет указывает на то, что применение coMra-терапии приводит к ярко выраженным лечебным эффектам, которые можно сгруппировать в следующие категории:

- облегчение острой, хронической боли различного генеза;
- восстановление качества сна, аппетита, нормализация стула и диуреза;
- улучшение настроения, появление бодрости, желания активной деятельности;
- нормализация функций нейро-иммуно-эндокринной системы;
- полное или частичное восстановление функционального резерва органа;
- полное или частичное восстановление структуры тканей.

Несмотря на такое разнообразие лечебных эффектов coMra-терапии, все они представляют собой стадии естественного восстановительного процесса. Повышение внутриклеточной концентрации АТФ и ускорение активного и пассивного транспорта обеспечивают необходимой энергией и субстратами критически важные клеточные процессы поддержания жизнеспособности клетки. Проявляется это как облегчение острой боли и улучшение самочувствия в первые минуты и часы после сеанса лечения. По мере восстановления клеточного гомеостаза, ткани и органы постепенно возобновляют выполнение своих специфических, ранее угнетенных функций. Даже при частичном восстановлении функций эффекторных органов начинается нормализация регуляторной активности центральной нервной системы, иммунной и эндокринной систем. В первые 2-4 дня курса лечения очень часто наблюдаются нормализация пищеварения, сна, появляется ощущение “легкости” в теле. Организм переходит из состояния острого стресса, гиперактивации или истощения в более физиологически адекватное состояние спокойной активации, что в наибольшей степени способствует процессу регенерации и структурного восстановления. Наконец, при длительном применении coMra-терапии многократно ускоряется репаративная регенерация травмированных тканей, стабилизируются и обращаются вспять даже осложненные, хронические дегенеративные процессы.

Показания и противопоказания

Поскольку действие coMra-терапии имеет сугубо восстановительный характер, ее можно использовать при любых отклонениях от здоровья: травмах, заболеваниях, стрессе, физической и психологической перегрузке, старении и так далее. CoMra-терапия может применяться как монотерапия, так и в качестве метода восстановления в сочетании с этиологическим, патогенетическим, симптоматическим лечением заболеваний и травм. Особенно перспективна coMra-терапия в области профилактики, реабилитации и формирования персонального навыка ухода за своим здоровьем.

CoMra-терапия не имеет противопоказаний. Нами наблюдалось безопасное и эффективное применение во время беременности, в младенчестве и пожилом возрасте. Также наблюдалось значительное повышение качества жизни при паллиативном уходе за пациентами в тяжелом состоянии.

ТЕОРИЯ

От количества к качеству здоровья

Одной из центральных задач современной медицины является системное восстановление пациента с особым вниманием на повышение качества жизни. Необходимость этого очевидна как в критической медицине неотложных состояний *[3]*, так и в лечении и медицинской реабилитации хронических, инвалидизирующих заболеваний *[1]*.

К концу XX века в медицине сложилась, казалось, парадоксальная ситуация – наряду с увеличением длительности жизни практически во всех странах мира появился устойчивый тренд ухудшения качества здоровья. С одной стороны, развитие понимания патофизиологии заболеваний легло в основу прорывных достижений в медицине, в особенности в критической медицине. Разработаны высокотехнологичные методы органной поддержки в реанимации, которые позволяют практически неограниченно поддерживать жизнь пациента *[3]*. Однако в последние десятилетия на фоне уменьшения реанимационной и госпитальной летальности на первое место вышли цели восстановления качества жизни и снижения отдаленных последствий – индуцированной иммуносупрессии, полинейропатии, миопатии, метаболического воспалительного комплекса, хронических последствий почечной и дыхательной недостаточности и так далее. Особенно отмечается, что “посиндромное лечение” хотя и позволяет решить отдельные задачи интенсивной терапии, но оно совершенно не подходит для цели системного восстановления пациента.

Более того, проблема восстановления здоровья остро встала не только в критической медицине, но и практически во всех областях медицины во всем мире. Крупнейшее систематическое исследование глобального бремени (Global Burden of Disease, GBD) 369 заболеваний и травм показало, что ожидаемая продолжительность жизни с 1990 по 2019 год увеличилась в 202 из 204 стран и территорий, что является несомненным достижением нашей цивилизации *[4]*. Однако, вместе с увеличением продолжительности жизни происходит рост количества лет прожитых с инвалидностью, по причине хронических заболеваний опорно-двигательной, сердечно-сосудистой систем, сахарного диабета, психических расстройств и др.

Особенно показательна динамика бремени болезней в зависимости от изменения расходов на здравоохранение в каждой стране *(Рис. 3)*. Если увеличение расходов даже на несколько сотен долларов США в год на человека имело кардинальный позитивный эффект в беднейших странах Африки, то в развитых странах эффект исчезающе мал. Так, например, в США почти трехкратное увеличение затрат с 1994 по 2014 гг. привело лишь к 11% уменьшению бремени болезней. И при

всем разнообразии национальных систем здравоохранения и уровней социально-экономического развития, эта траектория универсальна для всех стран мира. При достижении расходов около 1500 долларов на человека, эффект от дальнейших инвестиций в здравоохранение на основе текущей технологической парадигмы стремительно падает.

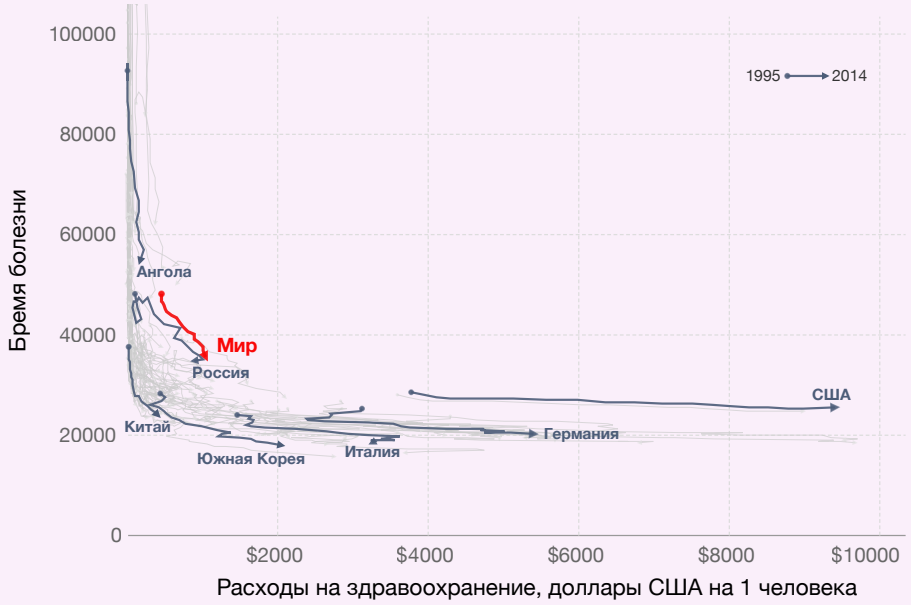

Рисунок 3.

Изменение бремени болезней с 1995 по 2014 гг. в зависимости от затрат на здравоохранение (с инфляционными поправками) *[5]*. Бремя болезней рассчитано как количество утраченных лет жизни с поправкой на инвалидность (disability adjusted life years).

В чем причина такой “эпидемии” хронических заболеваний и всеобъемлющей деградации качества здоровья? Авторы исследования GBD указывают на то, что подавляющее большинство методов в медицинской практике сегодня направлено на противодействие и контроль причин и рисков смерти. Однако само по себе удаление причины повреждения не всегда означает автоматическое восстановление целостности организма. Более того, физиологические принципы постройки здоровья принципиально отличаются от закономерностей патогенеза заболеваний *[6]*, на что указывали многочисленные исследователи теории саногенеза *[7; 8]*. Например, пациент испытывает слабость вследствие атеросклеротической бляшки в коронарном сосуде, которая затрудняет кровоснабжение и работу сердца. Для устранения симптома необходимо удалить бляшку. Если при этом не было повреждения самой сердечной мышцы, то может произойти быстрое восстановление работы сердца, слабость уйдет. Но если слабость сопровождается хроническим, структурным поражением этой сердечной мышцы, то после удаления бляшки слабость не уйдет. Симптом будет продолжаться до тех пор, пока клетки сердечной мышцы не восстановятся до здорового состояния.

Таким образом, если в XIX и XX веке парадигма предотвращения смерти как главной цели медицины была оправдана для решения первоочередной задачи увеличения длительности жизни, то сегодня остро необходимы медицинские технологии улучшения качества жизни. Важно отметить, что эти сверхзадачи не являются взаимоисключающими, а дополняют друг друга, но при этом методы решения этих задач имеют принципиальные отличия.

Фундаментальные принципы жизни

Отдельные физические факторы, которые используются в coMra-терапии, хорошо изучены и широко применяются в клинической практике физиотерапии в Российской Федерации на протяжении многих десятилетий. Однако теорию coMra-терапии как целостного технологического изобретения в области восстановительной медицины необходимо рассматривать именно в контексте парадигмы восстановления здоровья и качества жизни.

Медицинское вмешательство в этиотропном, патогенетическом, симптоматическом лечении, по сути, является строго дозированной, узконаправленной деструкцией повреждающего патологического процесса, фактора или условия. Теория механистического управления патологическим процессом следует логике редукции, когда желаемый результат в поведении системы достигается посредством прямой манипуляции отдельным звеном этой системы: симптом->орган->клетка->рецептор->молекула. Однако восстановление целостности организма (исцеление) – это процесс системообразования, то есть объединения отдельных звеньев во все более сложные комплексы. Самоорганизация живого следует логике синтеза и в принципе не сводима к одному единственному механизму, рецептору или молекуле.

Теория восстановительной медицины, по нашему мнению, должна опираться на общеизвестные физиологические принципы построения организма, такие как самоорганизация, саморегуляция, корреляция и пр. [9]. Переформулируя данные закономерности, мы выделяем пять фундаментальных принципов жизни, которые выражаются на всех уровнях организации живого и, соответственно, определяют природу методов восстановления здоровья. Все эти принципы тесно переплетены друг с другом, поскольку являются аспектами одного и того же созидательного процесса жизни.

1 Регенерация. Живой организм устойчив к разрушающим силам благодаря тому, что поступающие потоки информации, энергии и материи участвуют в динамическом воссоздании (регенерации) стабильного паттерна, форму которого мы и называем организмом. Регенерация является одним из главных отличительных признаков живого, поскольку все организмы обладают данной способностью к самоорганизации. Медицина восстановления здоровья, в сущности, является регенеративной медициной.

2 Самодостаточность. Для полноценного участия в жизни, каждый индивид должен обладать способностью к обеспечению своего благополучия в гармонии со своей средой обитания. В человеческом обществе цивилизационный прогресс возможен лишь при условии увеличения способности человека к творческому созиданию своего здоровья и желаемого качества жизни. Однако, когда технологии и общественные институты способствуют уменьшению способности человека к самообеспечению, то неизбежно увеличивается его зависимость от этих систем, что в конечном итоге неизбежно приводит к коллапсу перегруженной системы здравоохранения и ухудшению здоровья. Это означает, что субъектом восстановительного процесса в регенеративной медицине должен выступить сам организм: если для предотвращения смерти допустима паллиативная тактика замещения органов или “протезирования” их функций, то восстановительные методы должны увеличивать способность организма к саморегенерации. На клеточном уровне это выражается в необходимости увеличения способности клетки к восстановлению своей структурно-функциональной целостности.

3 Взаимосвязанность. Здоровье можно определить как состояние гармонии между всеми тесно взаимосвязанными элементами и процессами в человеке. Следовательно, укрепление здоровья и восстановление организма можно достичь посредством увеличения согласованности (когерентности) всех взаимодействий энергии, вещества и информации. Когерентность выступает одним из важнейших условий физической, биохимической, биологической, психологической эффективности в таких сложных системах как клетка, организм и личность человека.

4 Эволюция. Регенерация, в отличие от деструкции, это постепенный, поступательный, эволюционный процесс, в котором микроскопические изменения аккумулируются в макроскопические эффекты. В масштабе эволюции организма технологии поддержки его восстановления должны быть соразмерны динамике регенерации во времени, а по интенсивности воздействия не должны нарушать естественную этапность самовосстановления организма.

5 Намерение. Долговременное укрепление здоровья, пробуждение в человеке стремления к улучшению качества своей жизни невозможно без активации его намерения, желания к созидательному, позитивному участию в своей жизни. Необходима трансформация пассивного потребителя медицинских услуг в активного творца своей жизни, своего здоровья. Соответственно, технологии восстановления здоровья должны максимально поддерживать человека в укреплении его уверенности в своих силах, способностях противостоять болезни, жизненным препятствиям.

Регенерация

Центральным стержнем восстановления здоровья является фундаментальный принцип регенерации, поскольку именно этот естественный, непрерывный процесс обновления на молекулярном, клеточном, тканевом уровнях позволяет организму не только компенсировать ежедневные процессы износа, старения и деградации, но и перестраиваться в ответ на изменения в окружающей среде, смену этапов своего развития, а также восстанавливаться после травмы, болезни. В зависимости от роли, которую выполняет регенерация, можно выделить физиологическую и репаративную регенерацию, адаптацию и развитие организма, в основе которых лежат одни и те же процессы циклического обновления *[10]*.

Регенеративная медицина обладает беспрецедентным потенциалом лечения травм, заболеваний и укрепления здоровья, так как она нацелена на активизацию собственной, самодостаточной способности организма к восстановлению поврежденных тканей, органов. В животном мире, например, есть виды, способные к регенерации даже утраченных конечностей. В организме человека любое повреждение также интенсифицирует регенерацию, но зачастую репаративные процессы заканчиваются рубцом вместо нормально функционирующей ткани. Более того, если некоторые органы и ткани (эпителий кожи, слизистая желудочно-кишечного тракта, гемопоэтическая ткань и др.) обладают активным и практически неограниченным регенераторным потенциалом и могут полностью восстановить повреждения, то большинство других органов имеют очень ограниченный потенциал к самовосстановлению.

В течение последних десятилетий научные исследования были сосредоточены на поиске механизмов биохимического, биологического контроля над процессом регенерации. Однако более 2500 клинических испытаний с использованием стволовых клеток, биологически активных молекул и

различных генетических методов так и не привели к их внедрению в общепринятую, повседневную медицинскую практику *[11]*. В результате, под регенеративной медициной стало пониматься замещение, протезирование тканей и органов их искусственными аналогами.

С другой стороны, широко признано эффективное действие самых разнообразных физических факторов на регенерацию *[12-15]*. Накопленные экспериментальные данные, клинические исследования и практика за последние 40-50 лет по всему миру однозначно указывают на перспективность физиотерапии в решении задач регенеративной медицины.

Таким образом, напрашивается вывод, что копирование парадигмы механистического контроля из критической в область регенеративной медицины способно решать лишь частные паллиативные задачи и противодействовать факторам повреждения. Для полноценного восстановления организма необходим переход к парадигму биофизической поддержки регенерации как естественной, неотъемлемой способности живого к самоорганизации *(Рис. 4)*.

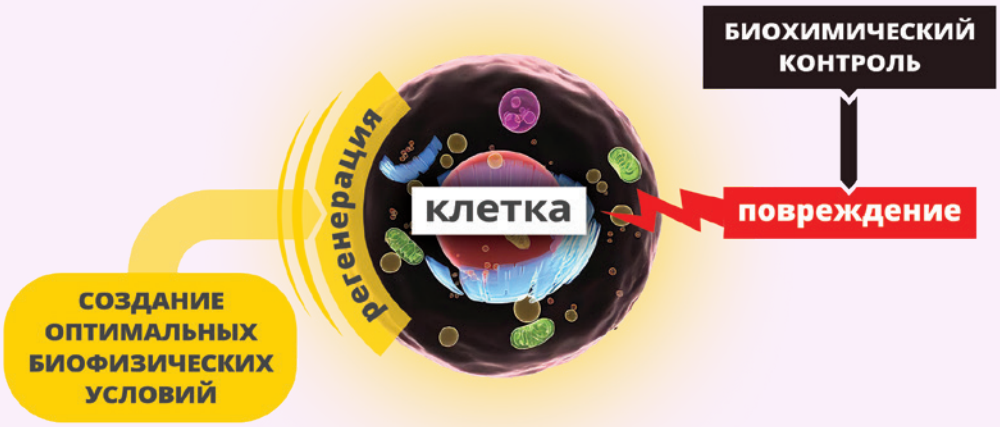

Рисунок 4.

Парадигмы контроля и поддержки в контексте регенеративной медицины.

Необходимо ответить на следующие ключевые вопросы. Что уменьшает регенераторный потенциал? Какие дефициты тормозят восстановительный процесс? Возможно ли создание искусственных биофизических условий, при которых эти дефициты могут быть успешно преодолены самой клеткой?

Рассмотрим базовый уровень самоорганизации живого - внутриклеточную регенерацию с точки зрения биофизики. Нас интересует динамика взаимоотношений между энергией, веществом и внеклеточными сигналами в формировании структурно-функциональной целостности клетки. Под термином “регенерация” (от лат. re-generare – рождение вновь) подразумевается динамика жизнедеятельности клетки в виде биоритма, в котором последовательно протекают фазы работы, восстановления и покоя.

1 Фаза работы/деградации – при поступлении внешнего сигнала, клетка выполняет полезную биологическую работу по отношению к организму согласно своей специализации: сокращение

мышечного волокна, секреция гормона, передача электрического сигнала и так далее. Для совершения внешней биологической работы внутренняя целостность клетки деградирует, так как расходуются резервы внутриклеточной энергии и вещества, изнашивается клеточная структура. Эти процессы катаболизма (накоплении энтропии) уменьшают функциональный резерв клетки, то есть снижается потенциал клетки к совершению дальнейшей биологической работы.

2 Фаза восстановления – при получении соответствующего сигнала, клетка приостанавливает внешнюю биологическую работу и начинает активно восстанавливать свою внутреннюю целостность. Преобладают анаболические процессы самоорганизации и уменьшения энтропии: генерируются градиенты концентрации вещества, увеличиваются внутриклеточные резервы энергии, синтезируются структурные элементы. Функциональный резерв клетки увеличивается.

3 Фаза покоя – клетка находится в состоянии относительного покоя, которое характеризуется минимальным расходом энергии и питательных веществ. Важно отметить, что и внешняя работа клетки и ее внутреннее восстановление имеют высокую энергетическую цену для остального организма. Длительное выживание клетки и всего организма в условиях ограниченных ресурсов требует также “экономного” режима жизнедеятельности. Поэтому фаза покоя является необходимой частью регенеративного цикла как режим максимального сбережения энергии как для клетки, так и для всего организма.

В зависимости от соотношения между этими фазами, результатом полного цикла внутриклеточной регенерации может быть: 1) полноценная регенерация до первоначального состояния клетки, 2) неполноценная регенерация и ухудшение здоровья клетки, 3) избыточная регенерация, которая превышает первоначальное состояние и, следовательно, происходит укрепление здоровья и функционального резерва клетки *(Рис. 5)*.

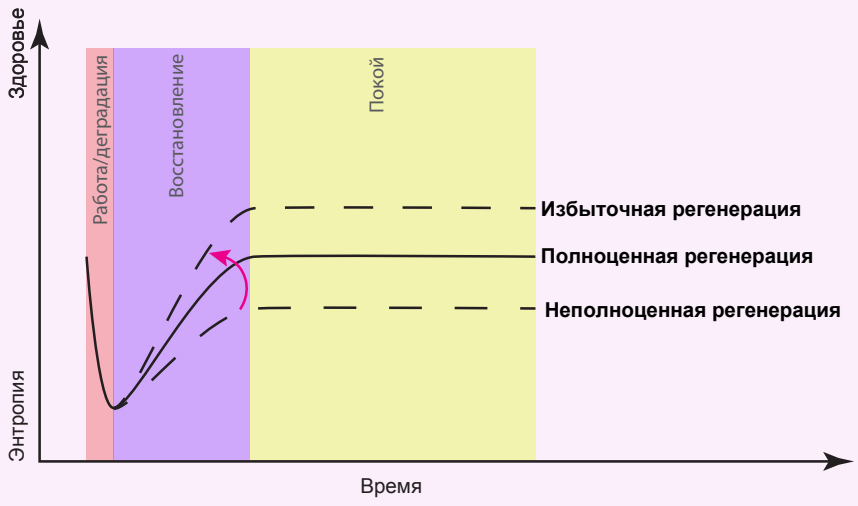

Рисунок 5.

Внутриклеточная регенерация может быть полноценной, неполноценной или избыточной в зависимости от соотношения между собой фаз работы/деградации, восстановления и покоя в полном цикле. Для восстановления поврежденной клетки необходимо перевести неполноценную регенерацию в режим избыточной регенерации (красная стрелка).

Повторение циклов неполноценной регенерации в течение длительного времени ведет к постепенному снижению функционального резерва клетки, вплоть до истощения, разрушения структуры и смерти клетки. С другой стороны, серия циклов избыточной регенерации приводит к увеличению функционального резерва, повышению устойчивости к стрессу, накоплению здоровья. Можно провести аналогию со спортсменом, который чередует циклы тренировок и отдыха так, чтобы достичь эффекта “сверхвосстановления”, когда эффект восстановления превышает деградацию.

В целом, задачу увеличения регенераторного потенциала клетки можно определить как создание условий, при которых неполноценная регенерация может стать избыточной.

Когерентость

Фундаментальный принцип взаимосвязанности жизни описывает сущность здоровья как состояние гармонии, когда все аспекты и процессы в человеке взаимодействуют сбалансированным, соразмерным образом. Из этого достаточно очевидного наблюдения можно сделать вывод, что значительное снижение согласованности на любом уровне организации – от расстройства психики до нарушения обмена веществ – может указать на возможность возникновения болезни. Например, высказана гипотеза, что в процессе формирования злокачественных новообразований опухолевая трансформация клеток сопровождается утратой их биоэнергетического когерентного состояния *[16; 17]*. С другой стороны, выздоровление и восстановление организма можно представить как гармоничную реорганизацию разнородных элементных потоков энергии и вещества в виде сложных, высоко согласованных биологических структур и функций.

В чем физический смысл восстановления организма как процесса увеличения его внутренней согласованности? В физике когерентность представляет собой степень синхронности между колебаниями различных процессов. Значение когерентного состояния как важной характеристики живого состоит в том, что с точки зрения биофизики биологическая эффективность зависит от того, насколько согласованно отдельные микроскопические процессы объединяются в макроскопические эффекты. При отсутствии когерентности элементы тратят имеющуюся у них энергию на случайные движения, практически не оставляя энергии для своей внешней совместной работы *[18]*. Наступление когерентности устраняет “бесполезные” движения, освобождая таким образом энергию для внешней работы. И поскольку любая живая система удерживается вместе кооперативными отношениями, то главным действующим лицом эволюции организма во времени является не ансамбль элементов, а ансамбль их корреляций. Таким образом, когерентность является естественным результатом системообразования в силу её общей энергетической выгоды.

Создание искусственного когерентного состояния в ткани с помощью внешних физических факторов открывает технологическую возможность для неинвазивной поддержки восстановления организма. В coMra-терапии когерентно модулированные излучения создают оптимальную биофизическую среду для внутриклеточной регенерации, а также восстановительных процессов во внеклеточном пространстве. При этом важно отметить, что создание таких биофизических условий направлено не на контроль над клеткой, а исключительно на потенцирование уже протекающих естественных биохимических, биологических процессов.

Идея использования когерентности для повышения эффективности функции химических и биофизических систем достаточно широко обсуждается *[19; 20]*. В биологических системах роль когерентности также подтверждена экспериментально и теоретически обоснована *[21-23]*. Нами же была предложена роль когерентности как одного из фундаментальных принципов физической медицины *[24; 25]*. В coMra-терапии принцип когерентности реализован как на уровне отдельных аспектов жизнедеятельности, так и между этими аспектами с помощью:

1. улучшения энергообеспечения клетки посредством создания электронно-спиновой когерентности в реакциях синтеза АТФ с помощью низкоинтенсивного лазерного излучения и магнитного поля (фотомагнитный катализ);
2. ускорения движения вещества и реструктуризации клетки посредством создания когерентной механической вибрации с помощью ультразвукового излучения (ультразвуковой катализ);
3. гармонизации жизнедеятельности клетки посредством создания когерентного биоритма с помощью светодиодного монохроматического излучения (когерентная биофотомодуляция);
4. потенцирования регенерации как целостного процесса посредством создания когерентной биофизической среды в клетке и вокруг нее с помощью сочетанного физического фактора coMra;
5. увеличения самодостаточности человека и его уверенности в своей способности улучшить качество своей жизни посредством создания психологической когерентности с помощью внедрения эффективной и безопасной медицинской технологии coMra в свой образ жизни.

Энергообеспечение

Преодоление внутриклеточного энергодефицита является необходимым условием повышения регенераторного потенциала, так как уменьшение содержания высокоэнергетической молекулы АТФ даже на 5-10% от нормального уровня оказывает широкий угнетающий эффект на все ключевые системы и функции клетки, снижается активность мембранных насосов, что повреждает множество клеточных элементов *[26]*. Дальнейшее истощение запасов АТФ разрушает структуру аппарата, который отвечает за синтез белков. В результате может произойти необратимое повреждение и смерть клетки.

Причины энергодефицита клетки могут быть самыми разнообразными: функциональная перегрузка, гипоксия, ишемия, токсическое поражение, старение клетки. В зависимости от локализации в тех или иных органах, клинические проявления энергодефицита также могут быть самыми разными, начиная с повышенной утомляемости, депрессивного настроения, нарушений сна и аппетита и заканчивая тяжелыми структурными нарушениями органов и систем *[27; 28]*. Так, например, в условиях энергодефицита не формируется полноценный иммунный ответ организма на инфекцию, так как активизация иммунного ответа требует значительных дополнительных энергозатрат: до 25-60% от базального уровня метаболизма организма *[28]*. Энергетическая недостаточность также считается центральным событием нейродегенерации *[29]*, гибели нейронов при рассеянном склерозе *[30]*, болезни Альцгеймера *[31]*, болезни Паркинсона *[32]*.

Фотомагнитный катализ синтеза АТФ

Многочисленные *in vitro* и *in vivo* исследования показали 2-3-кратное увеличение внутриклеточной концентрации АТФ после облучения низкоинтенсивным лазерным излучением (НИЛИ) *[33-42]*. При

этом улучшение клеточного энергетического состояния наблюдалось на фоне разных причин энергодефицита – при ишемии, интоксикации, интенсивных физических нагрузках и т.д. Аналогично экспериментально установлена способность магнитного поля повышать ферментативный синтез АТФ, причем также в 2-3 раза *[43-45]*.

Каков механизм такого радикального изменения энергетического состояния клетки в ответ на НИЛИ, магнитное поле? Описаны многочисленные биохимические, микроструктурные, функциональные изменения биоэнергетического метаболизма *[46-48]*, однако остается нерешенным концептуальный физический вопрос об источнике дополнительной энергии в клетке. Экспериментально установлено отсутствие значимого нагрева ткани после НИЛИ, а энергия магнитного поля на 4-6 порядков меньше энергии теплового фона в биологических процессах. Поскольку энергия не может появиться “из ничего”, то причину улучшения энергообеспеченности клетки после НИЛИ и/или магнитного поля необходимо искать в повышении эффективности трансформации энергии в клетке. Действительно, термодинамическая эффективность синтеза АТФ при окислительном фосфорилировании оценивается всего лишь в 41% *[49]*, что указывает на то, что остальные 59% превращаются в тепловые потери.

Физический принцип когерентности открывает принципиально новые возможности повышения эффективности передачи энергии в биологических системах *[20; 50]*. Открытие явления электронно-спиновой (квантовой) когерентности в реакциях ферментативного синтеза АТФ убедительно демонстрирует физический механизм повышения эффективности трансформации энергии в клетке в 2-3 раза *[43; 44]*. Нами высказано предположение, что данный механизм убедительно объясняет экспериментальные данные увеличения эффективности синтеза АТФ как с помощью НИЛИ, так и магнитного поля *[24]*.

Согласно общепринятому нуклеофильному механизму синтеза АТФ, в каталитическом сайте фермента происходит механическое сжатие АДФ и фосфата для преодоления их взаимного отталкивания *(Рис. 6)*. Анализ кинетики нуклеофильного канала показывает, что его эффективность составляет всего 8%: лишь одна молекула АТФ синтезируется из 12 последовательных пар АДФ и фосфата, которые вошли в каталитический сайт фермента *[51]*. Остальные 11 пар покидают сайт в виде исходных реагентов. Существует, однако, дополнительный ион-радикальный реакционный канал синтеза АТФ, который в 2 раза более эффективен, чем нуклеофильный. Данный канал появляется в услових действия НИЛИ и/или магнитного поля. На первом этапе фотовозбуждение приводит к формированию высоко реактивной радикальной пары в присутствии катиона магния. Это решает первую задачу преодоления энергетического барьера синтеза АТФ, но при этом остается строгое условие когерентности электронного спина реагентов в радикальной паре. Если обозначить два возможных состояния спина неспаренного электрона как ↑ или ↓, то радикальная пара может находиться в инертном ↑↑ (параллельном) состоянии или реактивном ↑↓ (антипараллельном) состоянии. Поэтому на втором этапе, в присутствии внешнего магнитного поля, возможна конвертация между этими состояниями (синглет ⇄ триплет), что сдвигает реакцию в сторону синтеза АТФ.

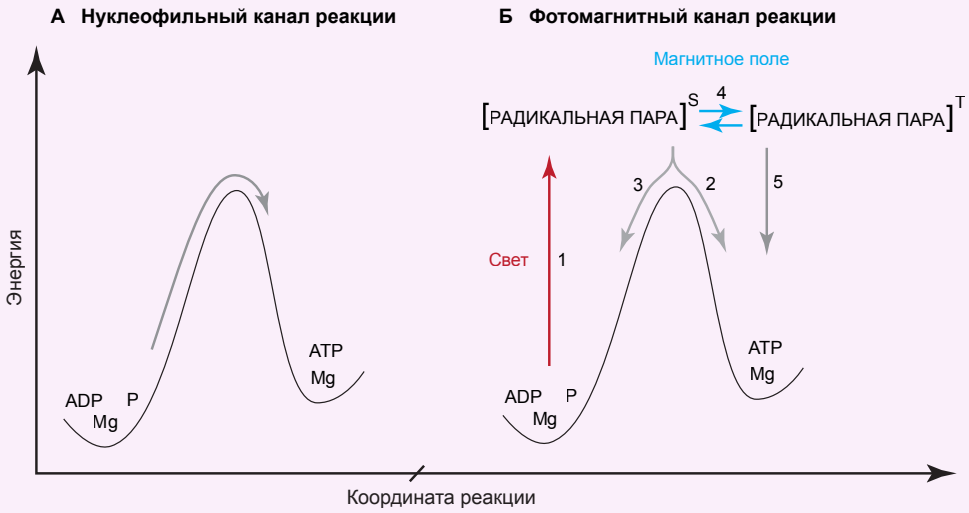

Рисунок 6.

Схема нуклеофильного и фотомагнитного каналов синтеза АТФ.

Теория фотомагнитного катализа синтеза АТФ объясняет высокую клиническую эффективность сочетанной магнито-инфракрасной лазерной терапии, которая широко применяется в России уже более 40 лет. Friedman и др. экспериментально показали, что благодаря синергизму действия магнитного поля и инфракрасного света при их сочетанном применении возможно в разы снизить интенсивность по сравнению с их раздельным использованием *[52]*.

Накопление, высвобождение энергии из воды

Явление когерентности проявляется не только как корреляция фаз колебательных процессов, но и как формирование регулярных структур в пространстве. Появляются экспериментальные данные, которые указывают на то, что в дополнении к фотомагнитному катализу ферментативного синтеза АТФ существует еще один механизм увеличения биоэнергетики клетки посредством поглощения электромагнитной энергии водой и изменения ее структуры *[53]*. В течение последнего десятилетия активно исследовалась способность воды поглощать, накапливать и высвобождать энергию. Pollack описал воздействие инфракрасного света на образование высокоэнергетической воды в жидкокристаллическом состоянии (гель) вдоль гидрофильных поверхностей *[54]*. Неожиданным свойством воды в таком высоко упорядоченном состоянии является её способность высвобождать до 70% накопленной энергии при ее переходе в низко структурированное состояние *[55]*. Поэтому некоторые исследователи предположили, что световая энергия, хранящаяся в воде (внутри- и межклеточная жидкость), может обеспечить энергией репаративные и регенеративные процессы *[56; 57]*.

Применение в coMra-терапии

Прямой фотомагнитный катализ синтеза АТФ и опосредованное действие НИЛИ через жидкую среду организма имеют свои особенности и преимущества в лечебном процессе. Вклад этих двух механизмов в лечебные эффекты зависит от длины волны лазерного излучения, которая определяет величину поглощения инфракрасного света водой *[53]*. В аппаратах coMra-терапии применяется лазерное излучение 980 нм или 905 нм. При одинаковой интенсивности потока света, лазерное

излучение 905 нм поглощается водой примерно в 6 раз меньше, чем 980 нм. Соответственно, излучение 905 нм меньше поглощается кровью, лимфой, внутриклеточной жидкостью и проникает в более глубокие ткани организма оказывая прямое стимулирующее воздействие на биоэнергетику клеток и скорость лечебного процесса. Лечебные эффекты coMra-терапии с лазерным излучением 980 нм более мягкие, опосредованные за счет преимущественного поглощения водой и лучше подходят для постепенного лечебного процесса.

Движение вещества

Замедление движения вещества в клетке системно уменьшает ее регенераторный потенциал по причине торможения процессов фолдинга белков, ферментативного катализа, внутриклеточной сигнализации, транспорта, локализации макромолекул и органелл *[58]*. Одним из ключевых биофизических условий, которое влияет на движение вещества, является вязкость внутриклеточной жидкости *[59]*. В отличие от воды (вязкость 0.75 сП при 37°C), внутриклеточная жидкость представляет собой густую смесь макромолекул – до 40% по объему, что увеличивает ее вязкость до 260 сП *[60]*.

Метаболическое истощение, цитотоксические повреждения, клеточный стресс ведут к стремительному увеличению вязкости внутриклеточной жидкости *[61-63]*. Поскольку пассивный транспорт вещества ограничивается диффузией из областей с высокой концентрацией в области с меньшей концентрацией, патологически высокая вязкость негативно влияет на скорости ассоциации и диссоциации ферментов с молекулами субстратов и продуктов. Молекулярное “трение” создает особенно серьезное препятствие для процессов структурной перестройки клетки, которые вовлекают макромолекулы большого размера и органеллы. В итоге, при 2-кратном увеличении вязкости по сравнению с интактным (условно здоровым) состоянием наблюдаются необратимые изменения в клетке *[64]*.

Ультразвуковой катализ

Экспериментально установлена возможность использования низкоинтенсивного ультразвука в качестве биофизического катализатора обменных процессов в биологической ткани *[65]*. Действие терапевтического ультразвука заключается в том, что создание когерентных механических колебаний снижает вязкость внутриклеточной и внеклеточной жидкости. При прохождении акустической волны сквозь ткань в ней возникают зоны повышенного и пониженного давления. Поскольку частицы разного размера и плотности колеблются с разной скоростью в ответ на акустическое давление, то возникает микроскопическое движение частиц относительно друг друга, что увеличивает текучесть всей жидкой среды *[66]*.

Снижение вязкости жидкости под действием ультразвука улучшает кинетику ферментативных реакций за счет ускорения диффузии, улучшения взаимной доступности субстратов и ферментов *[67]*. Так, например, низкочастотный (40 кГц) низкоинтенсивный ультразвук в 2,5 раза ускоряет ферментативный фибринолиз тромбов *[68]*.

Особенно важно действие ультразвука на мобильность клетки посредством ускорения динамической перестройки полимерных белковых волокон ее цитоскелета *[69; 70]*. Экспериментально показано повышение скорости миграции клетки на 80% *[71]*, 2-кратное ускорение фагоцитоза иммунными клетками *[72]*, а также улучшение метаболизма, роста и деления клеток *[73; 74]*.

Отметим, что ультразвуковой катализ движения вещества в биологической ткани имеет системный эффект и поэтому ультразвуковая терапия повышает регенераторный потенциал ткани при переломах, разрывах связок, повреждениях хрящевых тканей, незаживающих ранах и т.д. *[75-77]*.

Применение в coMra-терапии

В аппаратах coMra-терапии используется низкочастотное, низкоинтенсивное ультразвуковое излучение. Выбор низкочастотного излучения (40 кГц) способствует глубокому проникании в ткани, так как высокочастотные колебания очень быстро затухают в разнородной, неупругой среде. При этом интенсивность акустического потока в coMra-терапии на несколько порядков меньше, чем в традиционных аппаратах ультразвуковой терапии. Цель действия ультразвука в coMra-терапии заключается в создании когерентных механических колебаний, достаточных для диссоциации слабых электростатических связей в жидкой среде, но при этом полностью избежать любых нежелательных разрушений клеточных структур и форсированного транспорта вещества.

Роль ультразвука в сочетанном физическом факторе coMra заключается в значительном ускорении восстановительных процессов, особенно при заживлении травм, ожогов, ран. Кроме ускорения внутриклеточной регенерации, также имеют место ультразвуковой микромассаж и снижение вязкости крови, лимфы, межклеточной жидкости, которые улучшают трофику органов, ускоряют процессы восстановления после функциональной перегрузки. Действие ультразвука также улучшает фармакокинетику препаратов, что делает возможным значительное снижение фармакологической нагрузки.

Биоритм

Длительное нарушение биоритмов жизнедеятельности человека, когда не происходит регулярной смены периодов сна и бодрствования, отдыха и работы, физической и умственной деятельности, может нести серьезные негативные последствия для здоровья. На уровне клетки, организма это явление проявляется как дизрегуляция, которая является важным патогенетическим звеном в развитии соматической патологии *[78]*.

Суть дизрегуляции заключается в рассогласовании фаз работы, восстановления и покоя в циклах регенерации. Длительное преобладание любого однотипного сигнала неизбежно приводит к неполноценной регенерации из-за “замирания” системы в одном виде деятельности. Например, так формируется феномен иммунного истощения, когда цитотоксические Т-лимфоциты постепенно утрачивают способность лизировать пораженные вирусом клетки-мишени в условиях персистенции антигена, что характерно для хронических инфекционных, аутоиммунных и опухолевых заболеваний *[79]*. Аналогичным образом длительное эмоциональное возбуждение может привести к психологическому истощению человека, расстройству нейроэндокринной системы организма. С другой стороны, чрезмерные периоды бездействия (фаза покоя) точно также могут вести к снижению функционального резерва и устойчивости организма к различным негативным факторам, как видно из многочисленных негативных последствий гиподинамии на здоровье человека.

Таким образом, наличие энергетических и структурных резервов для восстановления клетки является необходимым, но недостаточным условием. Создание гармоничного, когерентного ритма внешних регулирующих сигналов также является важнейшим компонентом установления режима полноценной

внутриклеточной регенерации. Более того, когерентность нейроэндокринной активности на уровне организма оптимизирует взаимодействие всех физиологических систем, процессов саногенеза и установления психосоматического здоровья *[80]*.

Когерентная биофотомодуляция

Свет является универсальным биофизическим ритмоводителем живых организмов. Практически все физиологические процессы в организме человека подчиняются циркадному ритму: в светлое время суток преобладают процессы катаболизма (организм выполняет внешнюю работу), в темное время суток преобладают процессы анаболизма (восстановление организма и покой). Отметим, что в роли ритмоводителя свет выступает в качестве сигнала, носителя информации, а не прямого катализатора трансформации энергии в клетке, как мы описали в разделе «Фотомагнитный катализ» выше.

Видимый монохроматический свет (цвет) имеет более специфический, направленный модулирующий эффект на жизнедеятельность практически всех организмов *[81]*. *In vitro* эксперименты на клеточных культурах показывают, что, в целом, синяя область спектра имеет ингибирующий, замедляющий эффект, красная область возбуждает, активизирует клеточный метаболизм, пролиферацию и дифференциацию, а желто-зеленая область уравновешивает процессы возбуждения и торможения *[82-85]*. Аналогичные закономерности также наблюдались в реакциях всего организма на биофотомодуляцию цветом в экспериментах на плоских червях *[86]*. Наконец, эти же закономерности прослеживаются и на уровне регуляторных систем человека: визуальное и трансдермальное восприятие красного цвета активирует симпатическую систему, синего – парасимпатическую, а желто-зеленого – балансирует между собой эти отделы периферической нервной системы *[87; 88]*.

Направленное действие биофотомодуляции широко применяется в клинической практике хромотерапии (цветолечения) для лечения заболеваний, сопровождающихся дизрегуляцией центральной нервной, кардиореспираторной, вегетативной систем *[89-92]*. Существует множество частных методик в лечении цветом, но их суть заключается в использовании такого цвета, который окажет корригирующее действие на то или иное отклонение состояния пациента. При этом особое внимание уделяется тщательному подбору цвета, так как, например, в перевозбужденном или крайне истощенном состоянии применение красного цвета только ухудшит состояние пациента.

В регенеративной медицине биофотомодуляция широко исследуется в качестве сигнала для активации регенерационного процесса в лечении заболеваний нервной системы, связок, хрящей, костной ткани и т.д. *[13; 93; 94]*. Однако, по нашему мнению, универсальный регенерационный сигнал должен соответствовать последовательности фаз жизнедеятельности клетки в регенерационном биоритме, поскольку длительное применение моносигнала (цвета) фиксирует регенерационный цикл в одной фазе, что может привести к неблагоприятным последствиям.

Применение в coMra-терапии

В coMra-терапии была изобретена и впервые внедрена когерентная биофотомодуляция – метод восстановления гармоничного биоритма с использованием монохроматического света трех различных длин волн (цветов) *[95]*. Светодиодные излучатели различного цвета сами по себе не являются источниками когерентного света, но определенная модуляция режима их работы создает когерентный регуляторный эффект. Биологически универсальная последовательность цветов, которая соответствует регенерационному биоритму, является: 1) фаза работы – красный цвет (650 нм), 2) фаза восстановления – индиго-фиолетовый цвет (420 нм), 3) фаза покоя – комбинация

желтого и зеленого цветов (570 нм) (Рис. 7). Этот биоритм прослеживается, например, в регуляции заживления ран, когда: 1) фаза активации деструктивных воспалительных процессов сменяется на 2) фазу роста и формирования новой ткани и, наконец, завершается 3) фазой ремоделирования, когда деструкция и рост новой ткани балансируют друг друга. Аналогично регуляторные отделы можно выделить в вегетативной нервной системе: симпатический (активация), парасимпатический (торможение) и вагус (иммобилизация) *[96]*.

Отметим, что в coMra-терапии также используется омолаживающий биоритм, действие которого приводит не к обновлению, а к улучшению состояния клетки, ткани *(Рис. 7)*.

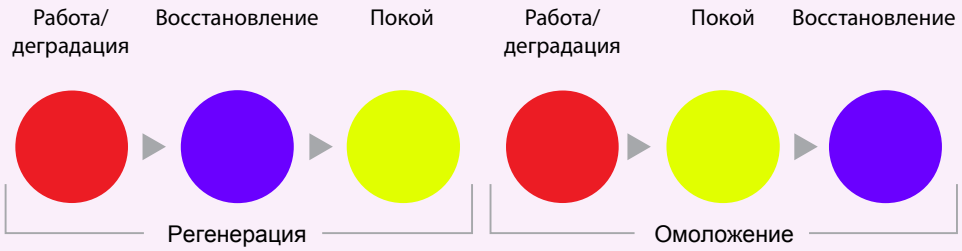

Рисунок 7.

Два вида когерентной биофотомодуляции, которые используются в coMra-терапии.

Системная когерентность

В контексте биофизики клетки системная когерентность – это согласование в пространстве и времени взаимодействий молекул вещества, трансформации энергии и регулирующих сигналов воедино в виде биологической функции, как, например, сокращение мышечной клетки или фагоцитоз. Внутриклеточная регенерация осуществляется только при условии системной когерентности, то есть когда одновременно в клетке выполняются несколько биофизических условий: 1) наличие свободной энергии, 2) скорость движения вещества достаточна для своевременного обеспечения всех процессов метаболизма и 3) задан биоритм жизнедеятельности клетки, который соответствует регенерационному циклу. Особо отметим, что для осуществления любой биологической функции важна именно системная когерентность всех трех потоков энергии, вещества и сигналов, то есть согласование как в едином пространстве, так и во времени (одновременно).

Интуитивное понимание такой системной природы восстановительных процессов привело к широкой практике комбинированной физиотерапии, когда несколько физических факторов последовательно применяются в лечебном процессе для достижения более эффективного лечения. Зная специфические и неспецифические свойства различных физических факторов, врач подбирает такой их комплекс, который целенаправленно разрешает конкретный патологический процесс в организме больного комплексно, с разных сторон *[1]*. Решающую роль здесь играет способность врача учесть все индивидуальные особенности больного и знание правил совместимости различных физиотерапевтических процедур.

Следующий шаг в развитии системного подхода в физиотерапии виден на примере сочетанного (одновременного) применения двух и более физических факторов в аппаратах магнитолазерной терапии, вибромагнитотерапии, полифототерапии и т.д. *[2]*. При правильно подобранном сочетании физических факторов возникает эффект синергии, который количественно и качественно превосходит эффекты применения каждого фактора по отдельности или последовательно. Главным признаком синергии сочетанных физических факторов можно назвать их взаимное потенцирование, когда при меньшей интенсивности факторов достигается значимо больший лечебный эффект. Например, экспериментальные исследования указывают на синергию низкоинтенсивного лазерного излучения и магнитного поля *[52]*.

Применение в coMra-терапии

В coMra-терапии впервые была поставлена цель системного потенцирования внутриклеточной регенерации как универсального, интегрального процесса восстановления здоровья. Для достижения такой цели был использован принцип coMra, который был технологически реализован посредством:

- сочетанного применения таких физических факторов, которые дополняют друг друга в формировании максимально биологически совместимого, системного воздействия на регенераторный потенциал клетки;
- системной когерентности, то есть согласования потоков энергии излучателей с помощью их гармонической модуляции, геометрического расположения и фокусировки в одном объеме ткани;
- частной когерентности, то есть применения высоко когерентных физических факторов, а также когерентной биофотомодуляции;
- значительного снижения мощности всех излучателей, по сравнению с их индивидуальным использованием, что становится возможным благодаря синергии сочетанного coMra фактора.

Восстановительный процесс с coMra-терапией

Восстановление здоровья и повышение качества жизни - это постепенный, созидательный процесс, в котором человек занимает центральное положение. Поэтому, кроме сугубо медицинских аспектов восстановительного процесса, важную роль выполняют психологические, организационные, экономические стороны.

Созидательный характер восстановительной медицины трансформирует традиционные роли врача и пациента. В силу необходимости, во время инвазивного лечебного вмешательства пациент находится в пассивном состоянии, когда его сознательное участие ограничено или даже нежелательно как, например, во время хирургической операции. Однако на восстановительном этапе центральную роль начинает играть мотивация, эмоциональная устойчивость и желание жить самого пациента. Более того, при хронических заболеваниях больной зачастую подавлен, разочарован в себе и медицине. В таких условиях становление на путь, ведущий к здоровью, возможно лишь при условии трансформации пассивного реципиента процедур в активного творца своей ежедневной жизни.

Необходимость сознательного, позитивного участия пациента в своем восстановительном процессе также вызвана тем, что полноценная регенерация не может осуществиться за одну лечебную процедуру. При этом простое увеличение длительности сеанса лечения не означает автоматического

сокращения общих сроков лечения. Зачастую, изначально низкий регенераторный потенциал истощенного организма обуславливает длительное лечение (месяцы, годы) даже при оптимальной терапии. Более того, при тяжелых, полиморбидных состояниях наибольший эффект наблюдается при проведении coMra-терапии короткими сеансами, но несколько раз в течение дня.

Наконец, возможно ли в принципе улучшить качество жизни человека за него? Внутренней мерой качества жизни выступают не столько объективные физиологические параметры организма, сколько субъективное восприятие человека обстоятельств его жизни, его духовные ориентиры и ценности.

Таким образом, при хронических заболеваниях и тяжелых состояниях, которые требуют длительного лечения, интегральной частью восстановления здоровья и улучшения качества жизни становятся:

- формирование позитивного намерения,
- разрешение глубинных психосоматических конфликтов,
- получение устойчивого навыка пациента в осуществлении процедур лечения на дому как самостоятельно, так и при участии членов семьи.

Психологическая когерентность

Уверенность в собственных силах, знаниях, навыках и ресурсах перед лицом жизненных вызовов является центральным фактором формирования здоровья человека. Так, например, Антоновский ввел понятие чувства когерентности (sense of coherence) на основе изучения факторов устойчивости здоровья бывших узников концлагерей в нацистской Германии *[97-99]*. В отличие от рассмотрения исключительно роли факторов стресса ведущих к заболеваниям, Антоновский предположил, что условием возникновения здоровья (salutogenesis) является чувство когерентности (соответствия) между: а) собственными убеждениями, пониманием смысла жизни, способностями, ресурсами и б) различными стрессорами, возникающими во внешней среде или в самом человеке.

Сочетание эффективности и безопасности в coMra-терапии открыли возможность преобразования регенеративной медицины из экспериментальной, дорогой и малодоступной технологии в способ формирования уверенности в себе, позитивного и активного участия человека в ежедневном уходе за своим здоровьем, а также успешного лечения различных заболеваний. Аппараты coMra-терапии создавались для эксплуатации как специалистом в лечебном учреждении, так и самим пациентом на дому. Симптоматическое улучшение состояния уже в первые часы и дни даже при тяжелых состояниях мотивирует больного и его семью активно включаться в продолжение процедур на протяжении многих месяцев, что необходимо для достижения качественных изменений в жизни человека, полноценной регенерации организма.

Возможность выполнения процедур на дому как для себя, так и для лечения своих близких, укрепляет социальную ткань семьи, общества. Значительно снижается нагрузка хронических, инфекционных, дегенеративных заболеваний с системы здравоохранения. Например, нами предложено и успешно апробировано использование coMra-терапии для профилактики, лечения и реабилитации COVID-19 на дому *[24]*.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наш клинический опыт и отзывы тысяч пользователей за последние 12 лет дают нам уверенность утверждать, что с помощью coMra-терапии создание качества жизни и восстановление здоровья достижимы и доступны, практически, для каждого человека. Становятся возможными долгосрочное лечение, восстановление даже при заболеваниях, прежде считающихся “неизлечимыми”. Использование физиоаппаратов coMra-терапии на дому делает этот вид медицины экономически доступным для всех слоев населения, разгружает систему здравоохранения. Уход за своими близкими укрепляет семейные, дружеские взаимоотношения.

Мы уверены, что будущее за Человеком, который способен строить свою жизнь и здоровье и осознает свою ответственность за благополучие всех, кто его окружает.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Пономаренко Г.Н. 2020.* **Физическая и реабилитационная медицина: национальное руководство.** Москва: ГЭОТАР-Медиа.
2. *Улащик В.С. 2016.* **Сочетанная физиотерапия: общие сведения, взаимодействие физических факторов.** Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры 93 (6):4-11. doi: 10.17116/kurort201664-11.
3. *Григорьев Е.В., и др. 2019.* **Восстановление критических пациентов-системный подход (мини-обзор).** Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний 8 (2). doi: 10.17802/2306-1278-2019-8-2-116-124.
4. Vos *T., и др. 2020.* **Global burden of 369 diseases and injuries in 204 countries and territories, 1990-2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019.** The Lancet 396 (10258):1204-1222. doi: 10.1016/S0140-6736(20)30925-9.
5. *Disease burden and health expenditure. 2016.* **URL:** https://ourworldindata.org/grapher/disease-burden-vs-health-expenditure-per-capita
6. *Ayres J.S. 2020.* **The biology of physiological health.** Cell 181 (2):250-269. doi: 10.1016/j.cell.2020.03.036.
7. *Фудин Н.А., и др. 2015.* **Саногенез с клеточных позиций. Вестник новых медицинских технологий 9 (4).** doi: 10.12737/17081.
8. *Кидалов В.Н., и др. 2005.* **Саногенез и саногенные реакции эритрона. Проблемы медицины и общее представление о саногенезе.** Вестник новых медицинских технологий (3-4).
9. *Судаков К.В. 2012.* **Нормальная физиология.** Москва: ГЭОТАР-Медиа.
10. *Nowotarski S.H., Sánchez Alvarado A. 2016.* **Widening perspectives on regenerative processes through growth.** NPJ Regenerative Medicine 1:16015. doi: 10.1038/npjregenmed.2016.15.
11. *Badylak S., Rosenthal N. 2017.* **Regenerative medicine: are we there yet?** NPJ Regenerative Medicine 2 (1):2. doi: 10.1038/s41536-016-0005-9.
12. *Владимирский В.Е., и др. 2018.* **Физические и биологические предпосылки регенераторных эффектов низкоинтенсивных лазерных излучений (обзор).** Курортная медицина (4):91-99.
13. *Abrahamse H., Hamblin M.R. 2017.* **Photomedicine and Stem Cells: Morgan & Claypool Publishers.**
14. *Улащик В.С. 2017.* **Стволовые клетки и физиотерапия.** Новости медико-биологических наук 15 (1):77-84.
15. *Кончугова Т.В., и др. 2014.* **Перспективы развития регенеративной физиотерапии.** Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры 91 (5):42-49.
16. *Plankar M., и др. 2011.* **On the origin of cancer: Can we ignore coherence?** Progress in Biophysics and Molecular Biology 106 (2):380-390. doi: 10.1016/j.pbiomolbio.2011.04.001.
17. *Pokorný J., и др. 2014.* **Cancer – Pathological breakdown of coherent energy states.** Biophysical Reviews and Letters 9 (01):115-133. doi: 10.1142/S1793048013300077.
18. *Bischof M., Del Giudice E. 2013.* **Communication and the emergence of collective behavior in living organisms: a quantum approach.** Molecular Biology International. doi: 10.1155/2013/987549.
19. *Scholes G.D., и др. 2017.* **Using coherence to enhance function in chemical and biophysical systems.** Nature 543:647. doi: 10.1038/nature21425.
20. *Бучаченко А.Л. 2009.* **Когерентная химия и биохимия.** Российский химический журнал 53 (6):7-15.
21. *Bertolaso M., и др. 2015.* **The role of coherence in emergent behavior of biological systems.** Electromagnetic biology and medicine 34 (2):138-140.

22. *Foletti A., Brizhik L. 2017.* **Nonlinearity, coherence and complexity: Biophysical aspects related to health and disease.** Electromagnetic Biology and Medicine 36 (4):315-324. doi: 10.1080/15368378.2017.1371034.
23. *Scholes G.D. 2018.* **Coherence from Light Harvesting to Chemistry.** The Journal of Physical Chemistry Letters 9 (7):1568-1572. doi: 10.1021/acs.jpclett.8b00734.
24. *Surazakov A., и др. 2020.* **The bioenergetics of COVID-19 immunopathology and the therapeutic potential of biophysical radiances.** Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology:112083. doi: 10.1016/j.jphotobiol.2020.112083.
25. *Surazakov A. 2020.* **CoMra-Therapy: healing with coherence.** Radiant Life Technologies Ltd.
26. *Кумар В., и др. 2014.* **Основы патологии заболеваний по Роббинсу и Котрану.** Москва: Логосфера.
27. *Иванова И.И., и др. 2018.* **Клинические проявления нарушений клеточного энергообмена при соматических заболеваниях у детей.** Российский вестник перинатологии и педиатрии 63 (2). doi: 10.21508/1027–4065–2018–63–2–27–33.
28. *Straub R.H. 2017.* **The brain and immune system prompt energy shortage in chronic inflammation and ageing.** Nature Reviews Rheumatology 13:743. doi: 10.1038/nrrheum.2017.172.
29. *Zilberter Y., Zilberter M. 2017.* **The vicious circle of hypometabolism in neurodegenerative diseases: ways and mechanisms of metabolic correction.** Journal of neuroscience research 95 (11):2217-2235. doi: 10.1002/jnr.24064.
30. *Козин М.С., и др. 2018.* **Участие митохондрий в развитии нейродегенерации при рассеянном склерозе.** Биохимия 83 (7):1002-1021. doi: 10.1134/S0320972518070059.
31. *Perez Ortiz J.M., Swerdlow R.H. 2019.* **Mitochondrial dysfunction in Alzheimer's disease: Role in pathogenesis and novel therapeutic opportunities.** British journal of pharmacology 176 (18):3489-3507. doi: 10.1111/bph.14585.
32. *Bose A., Beal M.F. 2016.* **Mitochondrial dysfunction in Parkinson's disease.** Journal of neurochemistry 139:216-231. doi: 10.1111/jnc.13731.
33. *Passarella S., и др. 1984.* **Increase of proton electrochemical potential and ATP synthesis in rat liver mitochondria irradiated in vitro by helium-neon laser**. FEBS Letters 175 (1):95-99. doi: 10.1016/0014-5793(84)80577-3.
34. *Vekshin N.L. 1991.* **Light-dependent ATP synthesis in mitochondria.** Biochemistry International 25 (4):603-11.
35. *Karu T., и др. 1995.* **Irradiation with HeNe laser increases ATP level in cells cultivated in vitro.** Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology 27 (3):219-223. doi: 10.1016/1011-1344(94)07078-3.
36. *Oron U., и др. 2007.* **Ga-As (808 nm) laser irradiation enhances ATP production in human neuronal cells in culture.** Photomedicine and Laser Surgery 25 (3):180-182. doi: doi:10.1089/pho.2007.2064.
37. *Benedicenti S., и др. 2008.* **Intracellular ATP level increases in lymphocytes irradiated with infrared laser light of wavelength 904 nm.** Photomedicine and Laser Surgery 26 (5):451-453. doi: 10.1089/pho.2007.2218.
38. *Oron U., и др. 2001.* **Low-energy laser irradiation reduces formation of scar tissue after myocardial infarction in rats and dogs.** Circulation 103 (2):296-301. doi: 10.1161/01.CIR.103.2.296.
39. *Rojas J.C., и др. 2008. Neuroprotective effects of near-infrared light in an in vivo model of mitochondrial optic neuropathy.* **The Journal of Neuroscience** 28 (50):13511-13521. doi: 10.1523/jneurosci.3457-08.2008.
40. *Lapchak P.A., De Taboada L. 2010.* **Transcranial near infrared laser treatment (NILT) increases cortical adenosine-5'-triphosphate (ATP) content following embolic strokes in rabbits.** Brain Research 1306:100-105. doi: 10.1016/j.brainres.2009.10.022.
41. *Ferraresi C., и др. 2015.* **Light-emitting diode therapy in exercise-trained mice increases muscle performance, cytochrome c oxidase activity, ATP and cell proliferation.** Journal of Biophotonics 8 (9):740-754. doi: 10.1002/jbio.201400087.

42. *Дерюгина А.В., и др. 2019.* **АТФ и активность Na+-K+-АТФазы эритроцитов крупного рогатого скота при действии низкоинтенсивного лазерного излучения.** Ветеринарная патология (2):55-61.
43. *Бучаченко А.Л. 2014.* **Магнитно-зависимые молекулярные и химические процессы в биохимии, генетике и медицине.** Успехи химии 83 (1):1-12.
44. *Buchachenko A., Lawler R.G. 2017.* **New possibilities for magnetic control of chemical and biochemical reactions.** Accounts of Chemical Research 50 (4):877-884. doi: 10.1021/acs.accounts.6b00608.
45. *Кольтовер В.К., и др. 2020.* **Магнитно-изотопные эффекты магния и цинка в ферментативных реакциях гидролиза АТФ, катализируемых молекулярными моторами.** Биофизика 65 (3). doi: 10.31857/S0006302920030084.
46. *Passarella S., Karu T. 2014.* **Absorption of monochromatic and narrow band radiation in the visible and near IR by both mitochondrial and non-mitochondrial photoacceptors results in photobiomodulation.** Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology 140 (0):344-358. doi: 10.1016/j.jphotobiol.2014.07.021.
47. *Улащик В. 2016.* **Анализ механизмов первичного действия низкоинтенсивного лазерного излучения на организм.** Здравоохранение (6):41-51.
48. *Москвин С.В. 2012.* **О первичных механизмах терапевтического действия низкоинтенсивного лазерного излучения.** Физиотерапия, бальнеология и реабилитация (3):42-45.
49. *Nath S. 2016.* **The thermodynamic efficiency of ATP synthesis in oxidative phosphorylation.** Biophysical chemistry 219:69-74. doi: 10.1016/j.bpc.2016.10.002.
50. Ra*fiq S., Scholes G.D. 2019.* **From fundamental theories to quantum coherences in electron transfer.** Journal of the American Chemical Society 141 (2):708-722. doi: 10.1021/jacs.8b09059.
51. *Buchachenko A.L., и др. 2012.* **Chemistry of enzymatic ATP synthesis: an insight through the isotope window.** Chemical Reviews 112 (4):2042-2058. doi: 10.1021/cr200142a.
52. *Friedmann H., и др. 2009.* **Combined magnetic and pulsed laser fields produce synergistic acceleration of cellular electron transfer.** Laser Therapy 18 (3):137-141. doi: 10.5978/islsm.18.137.
53. *Wang Y., и др. 2017.* **Photobiomodulation of human adipose-derived stem cells using 810nm and 980nm lasers operates via different mechanisms of action.** Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - General Subjects 1861 (2):441-449. doi: 10.1016/j.bbagen.2016.10.008.
54. *Pollack G.H. 2015.* **Cell electrical properties: reconsidering the origin of the electrical potential.** Cell Biology International 39 (3):237-242. doi: 10.1002/cbin.10382.
55. *Pollack G.H. 2013.* **The fourth phase of water.** Ebner & Sons Publishers, Seattle, Washington.
56. *Santana-Blank L., и др. 2013.* **Photobiomodulation of aqueous interfaces: finding evidence to support the exclusion zone in experimental and clinical studies.** Photomed Laser Surg 31 (9):461-2. doi: 10.1089/pho.2013.3583.
57. *Santana-Blank L., и др. 2012.* **Photobiomodulation of aqueous interfaces as selective rechargeable bio-batteries in complex diseases: personal view.** Photomedicine and Laser Surgery 30 (5):242-249. doi: 10.1089/pho.2011.3123.
58. *Luby-Phelps K. 2013.* **The physical chemistry of cytoplasm and its influence on cell function: an update.** Molecular biology of the cell 24 (17):2593-2596. doi: 10.1091/mbc.E12-08-0617.
59. *Пучков Е.О. 2014.* **Внутриклеточная вязкость: методы измерения и роль в метаболизме.** Биологические мембраны 31 (1):3-13. doi: 10.7868/S0233475513050149.
60. *Kuimova M.K. 2012.* **Mapping viscosity in cells using molecular rotors.** Physical Chemistry Chemical Physics 14 (37):12671-12686. doi: 10.1039/c2cp41674c.

61. *Huang H., и др. 2021.* **A pre-screening strategy to assess resected tumor margins by imaging cytoplasmic viscosity and hypoxia.** Elife 10:e70471. doi: 10.7554/eLife.70471.
62. *Zhou Y., и др. 2021.* **Visualization of endoplasmic reticulum viscosity in the liver of mice with nonalcoholic fatty liver disease by a near-infrared fluorescence probe.** Chinese Chemical Letters 32 (11):3641-3645. doi: 10.1016/j.cclet.2021.04.035.
63. *Kuimova M.K., и др. 2009.* **Imaging intracellular viscosity of a single cell during photoinduced cell death.** Nature Chemistry 1 (1):69-73. doi: 10.1038/nchem.120.
64. *Сороко С., и др. 2019.* **Дозозависимое изменение вязкостных свойств опухолевых клеток при фотодинамическом воздействии.** Актуальные вопросы биологической физики и химии 4 (3):340-345.
65. *Кудрявцева Г.В., и др. 2018.* **Физические аспекты первичного взаимодействия ультразвуковых волн терапевтического частотного диапазона с биологической тканью.** Биофизика 63 (6):1195-1203. doi: 10.1134/S0006302918060194.
66. *Veronick J., и др. 2016.* **The effect of acoustic radiation force on osteoblasts in cell/hydrogel constructs for bone repair.** Experimental Biology and Medicine 241 (10):1149-1156. doi: 10.1177/1535370216649061.
67. *Nadar S.S., Rathod V.K. 2017.* **Ultrasound assisted intensification of enzyme activity and its properties: a mini-review.** World Journal of Microbiology and Biotechnology 33 (9):170. doi: 10.1007/s11274-017-2322-6.
68. *Suchkova V., и др. 2002.* **Ultrasound enhancement of fibrinolysis at frequencies of 27 to 100 kHz.** Ultrasound in Medicine & Biology 28 (3):377-382. doi: 10.1016/S0301-5629(01)00522-1.
69. *Mizrahi N., и др. 2012.* **Low intensity ultrasound perturbs cytoskeleton dynamics.** Soft matter 8 (8):2438-2443. doi: 10.1039/C2SM07246G.
70. *Samandari M., и др. 2017.* **Ultrasound induced strain cytoskeleton rearrangement: An experimental and simulation study.** Journal of Biomechanics 60:39-47. doi: 10.1016/j.jbiomech.2017.06.003.
71. *Atherton P., и др. 2017.* **Low-intensity pulsed ultrasound promotes cell motility through vinculin-controlled Rac1 GTPase activity.** Journal of Cell Science 130 (14):2277-2291. doi: 10.1242/jcs.192781.
72. *Zhou S., и др. 2008.* **Low intensity pulsed ultrasound accelerates macrophage phagocytosis by a pathway that requires actin polymerization, Rho, and Src/MAPKs activity.** Cellular Signalling 20 (4):695-704. doi: 10.1016/j.cellsig.2007.12.005.
73. *Tsuang Y.-H., и др. 2011.* **Effects of low intensity pulsed ultrasound on rat schwann cells metabolism.** Artificial Organs 35 (4):373-383. doi: 10.1111/j.1525-1594.2010.01086.x.
74. *Doan N., и др. 1999.* **In vitro effects of therapeutic ultrasound on cell proliferation, protein synthesis, and cytokine production by human fibroblasts, osteoblasts, and monocytes.** Journal of Oral and Maxillofacial Surgery 57 (4):409-419. doi: 10.1016/S0278-2391(99)90281-1.
75. *Jiang X., и др. 2018.* **A review of low-intensity pulsed ultrasound for therapeutic applications.** IEEE Transactions on Biomedical Engineering 66 (10):2704-2718. doi: 10.1109/TBME.2018.2889669.
76. *Escoffre J.-M., Bouakaz A. 2015.* **Therapeutic ultrasound: Springer.**
77. *Choi K.-H., Kim J.-H. 2019.* **Therapeutic Applications of Ultrasound in Neurological Diseases.** Journal of Neurosonology and Neuroimaging 11 (1):62-72. doi: 10.31728/jnn.2019.00046.
78. *Загускин С.Л. 2010.* **Ритмы клетки и здоровье человека.** Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета.
79. *Южанинова С., Сайдакова Е. 2017.* **Феномен иммунного истощения.** Успехи современной биологии 137 (1):70-83.
80. *McCraty R., Zayas M.A. 2014.* **Cardiac coherence, self-regulation, autonomic stability, and psychosocial well-being.** Frontiers in psychology 5:1090. doi: 10.3389/fpsyg.2014.01090.

81. *Hamblin M.R., и др. 2019.* **Non-mammalian hosts and photobiomodulation: do all life-forms respond to light?** Photochemistry and photobiology 95 (1):126-139. doi: 10.1111/php.12951.
82. *Mignon C., и др. 2018.* **Differential response of human dermal fibroblast subpopulations to visible and near-infrared light: Potential of photobiomodulation for addressing cutaneous conditions.** Lasers in Surgery and Medicine 50 (8):859-882. doi: 10.1002/lsm.22823.
83. *Wang Y., и др. 2017.* **Red (660 nm) or near-infrared (810 nm) photobiomodulation stimulates, while blue (415 nm), green (540 nm) light inhibits proliferation in human adipose-derived stem cells.** Scientific Reports 7 (1):1-10. doi: 10.1038/s41598-017-07525-w.
84. *Wang Y., и др. 2016.* **Photobiomodulation (blue and green light) encourages osteoblastic-differentiation of human adipose-derived stem cells: role of intracellular calcium and light-gated ion channels.** Scientific Reports 6:33719. doi: 10.1038/srep33719.
85. *Микулич А., и др. 2019.* **Фотобиологический эффект низкоинтенсивного лазерного и светодиодного излучения видимой и ближней ик области спектра.** Сборник научных трудов VI съезда биофизиков России:120.
86. *Ermakov A.M., и др. 2020.* **Opposite effects of low intensity light of different wavelengths on the planarian regeneration rate.** Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology 202:111714. doi: 10.1016/j.jphotobiol.2019.111714.
87. *Вайс Ж.М., Шавелли М. 1997.* **Лечение цветом.** Ростов-на-Дону: Феникс.
88. *Spitler H.R. 1941.* **The Syntonic Principle.** Eaton, Ohio: College of Syntonic Optometry. Reprint, 1990.
89. *Лазаренко Н.Н., и др. 2017.* **Эффективность визуальной цветоимпульсной терапии в реабилитации больных сердечно-сосудистыми заболеваниями с астенодепрессивным синдромом.** Физиотерапия, бальнеология и реабилитация 16 (6). doi: 10.18821/1681-3456-2017-16-6-295-299.
90. *Серов Н. 2002.* **Светоцветовая терапия.** Смысл и значение цвета. Санкт-Петербург: Речь.
91. *Gottlieb R.L., Wallace L.B. 2010.* **Syntonic phototherapy.** Photomedicine and Laser Surgery 28 (4):449-452. doi: 10.1089/pho.2010.9933.
92. *Смекалкина Л.В., и др. 2012.* **Возможности цветоимпульсной терапии в комплексном лечении расстройств адаптации.** Известия Южного федерального университета. Технические науки 134 (9):144-150.
93. *Hosseinpour S., и др. 2019.* **Molecular impacts of photobiomodulation on bone regeneration: a systematic review.** Progress in biophysics and molecular biology 149:147-159. doi: 10.1016/j.pbiomolbio.2019.04.005.
94. *Rosso M.P.d.O., и др. 2018.* **Photobiomodulation therapy (PBMT) in peripheral nerve regeneration: a systematic review.** Bioengineering 5 (2):44. doi: 10.3390/bioengineering5020044.
95. *Prinsloo G.M. 2011.* **A device for coherent and/or non-coherent irradiation of human bodies with therapeutic effects.** Patent number WO2012035363.
96. *Porges S.W. 2001.* **The polyvagal theory: phylogenetic substrates of a social nervous system.** International Journal of Psychophysiology 42 (2):123-146. doi: 10.1016/S0167-8760(01)00162-3.
97. *Antonovsky A. 1993.* **The structure and properties of the sense of coherence scale.** Social Science & Medicine 36 (6):725-733. doi: 10.1016/0277-9536(93)90033-Z.
98. *Гаевская Л.Г. 2021.* **Чувство когерентности во временной перспективе.** Baikal Research Journal 12 (2):27. doi: 10.17150/2411-6262.2021.12(2).27.
99. *Ефименко А. 2016.* **Чувство когерентности как один из факторов стрессоустойчивости личности в концепции салютогенеза.** Донецкие чтения 2016. Образование, наука и вызовы современности: 74-77.