

НОВЫЕ МЕДИЦИНСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ САНАТОРНО-КУРОРТНОГО ЛЕЧЕНИЯ, МЕДИЦИНСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ И ОЗДОРОВЛЕНИЯ

© Коллектив авторов
УДК 615.83: 615.84
DOI – https://doi.org/10.51871/2304-0343_2022_2_12

ОЦЕНКА НЕСПЕЦИФИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ ЭФФЕКТИВНОСТИ КУРСОВОГО СОЧЕТАННОГО ПРИМЕНЕНИЯ НИЗКОЧАСТОТНОГО ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ПОЛЯ И ТРАНСКРАНИАЛЬНОЙ МАГНИТОТЕРАПИИ У ПАЦИЕНТОВ С МЕТАБОЛИЧЕСКИМ СИНДРОМОМ

¹Беньков А. А., ²Нагорнев С. Н., ²Фролков В. К., ³Гусакова Е. В., ⁴Нагорнева М. С.

¹ Общество с ограниченной ответственностью «Мед ТеКо», г. Москва

² Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью» Федерального медико-биологического агентства Российской Федерации, г. Москва

³ ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» УПД России, г. Москва, Россия

⁴ Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), г. Москва

ASSESSMENT OF NON-SPECIFIC MECHANISMS OF THE EFFICIENCY OF THE COURSE COMBINED APPLICATION OF A LOW-FREQUENCY ELECTROSTATIC FIELD AND TRANS-CRANIAL MAGNETIC THERAPY IN PATIENTS WITH METABOLIC SYNDROME

¹Benkov A. A., ²Nagornev S. N., ²Frolkov V. K., ³Gusakova E. V., ⁴Nagorneva M. S.

¹Limited Liability Company «Med TeKo», Moscow, Russia

²Federal State Budgetary Institution «Center for Strategic Planning and Management of Biomedical Health Risks» of the Federal Medical and Biological Agency of the Russian Federation, Moscow

³FSBI FVE «Central State Medical Academy» UPD Russia, Moscow

⁴Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education “First Sechenov Moscow State Medical University” of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation (Sechenov University), Moscow

РЕЗЮМЕ

Выполненное исследование посвящено оценке влияния курсового сочетанного применения низкочастотного электростатического поля и транскраниальной магнитотерапии на неспецифические системные механизмы адаптации и параметры микрогемодинамики у пациентов с метаболическим синдромом.

Результаты сравнительного анализа показателей стресс-реализующих и стресс-лимитирующих систем, включая биохимические маркеры стресс-реакции, и параметров микроциркуляции у пациентов с метаболическим синдромом и

группы соматически здоровых людей позволяют прийти к выводу о преобладании стресс-реализующих проявлений, которые в условиях хронического патологического состояния сочетаются с перегрузкой витальных функций, что существенно ограничивает развитие долговременной адаптации. Применение в этих условиях физиотерапевтических факторов сопровождается активацией саногенетических процессов, биологический смысл которых состоит в поддержании функциональных резервов и адаптивных возможностей организма за счет механизмов стресс-лимитирующей системы. Разномодальная природа воздействующих факторов, точки приложения их действия и гетерогенность воспринимающих структур-мишеней обуславливают формирование положительного эффекта по типу функционального потенцирования, что представляет собой повышенные возможности для достижения стойкого клинического эффекта при проведении комплексного лечения метаболического синдрома.

Ключевые слова. Курсовое сочетанное применение физических факторов, неспецифические механизмы адаптации, низкочастотное электростатическое поле, транскраниальная магнитотерапия, функциональное потенцирование.

SUMMARY

This study is devoted to assessing the effect of the course combined use of a low-frequency electrostatic field and transcranial magnetic therapy on nonspecific systemic adaptation mechanisms and micro hemodynamic parameters with patients suffering from metabolic syndrome.

The results of the comparative analysis of indicators of stress-realizing and stress-limiting systems including biochemical markers of stress reactions, and microcirculation parameters with patients suffering from metabolic syndrome and a group of somatically healthy people allow us to conclude that the prevalence of stress-realizing manifestations that in conditions of a chronic pathological state combine with an overload of vital functions, which significantly limits the development of long-term adaptation. The use of physiotherapeutic factors under these conditions is accompanied by the activation of sanogenetic processes, the biological meaning of which is to maintain the functional reserves and adaptive capabilities of the organism due to the mechanisms of the stress-limiting system. The multimodal nature of the influencing factors, the points of application of their action and the heterogeneity of the perceiving target structures determine the formation of a positive effect by the type of functional potentiation, which is an increased opportunity to achieve a stable clinical effect during the complex treatment of metabolic syndrome.

Key words. Course combined use of physical factors, nonspecific adaptation mechanisms, low-frequency electrostatic field, transcranial magnetic therapy, functional potentiation.

Для цитирования: Беньков А. А., Нагорнев С. Н., Фролков В. К., Гусакова Е. В., Нагорнева М. С. ОЦЕНКА НЕСПЕЦИФИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ ЭФФЕКТИВНОСТИ КУРСОВОГО СОЧЕТАННОГО ПРИМЕНЕНИЯ НИЗКОЧАСТОТНОГО ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ПОЛЯ И ТРАНСКРАНИАЛЬНОЙ МАГНИТОТЕРАПИИ У ПАЦИЕНТОВ С МЕТАБОЛИЧЕСКИМ СИНДРОМОМ. Курортная медицина. 2022;2:12-23 DOI – https://doi.org/10.51871/2304-0343_2022_2_12

For citation: Benkov A. A., Nagornev S. N., Frolkov V. K., Gusakova E. V., Nagorneva M. S. ASSESSMENT OF NON-SPECIFIC MECHANISMS OF THE EFFICIENCY OF THE COURSE COMBINED APPLICATION OF A LOW-FREQUENCY ELECTROSTATIC FIELD AND TRANS-CRANIAL MAGNETIC THERAPY IN PATIENTS WITH METABOLIC SYNDROME. Resort medicine. 2022;2:12-23 DOI – https://doi.org/10.51871/2304-0343_2022_2_12 [in Russian]

Достижение качественного роста эффективности применения природных и преформированных физических факторов на современном этапе развития физиотерапевтической науки может быть реализовано на основе их комплексного использования. При этом воздействие нескольких физических факторов на практике реализуется в режиме параллельного (сочетанного) или последовательного (комбинированного) применения. Согласно результатам выполненных исследований, сочетанные методы обладают преимуществами перед комбинированием лечебных физических факторов [1, 2]. В частности, отмечается, что взаимное усиление (потенцирование) действия факторов при их симультанном применении носит более выраженный характер, а привыкание организма к их действию, выражающееся в снижении остроты реакции, ее ослаблении или даже исчезновении, развивается крайне редко [2].

Неоднократное (курсовое) сочетанное воздействие физических факторов, несмотря на их различную модальность и гетерогенные воспринимающие структуры-мишени, запускает в организме неспецифические реакции, формирующие состояние адаптации. В структуре адаптационных механизмов важное место отводится неспецифическим приспособительным и компенсаторным компонентам, патофизиологическая сущность которых составляет содержание стресса. Наряду со стресс-проявлениями, симультанное воздействие физических факторов оказывает саногенетическое влияние на типические патологические процессы, представляющие

собой комплекс взаимосвязанных проявлений повреждения на фоне снижения функциональных резервов организма, изменений фенотипа, генома, метаболома и микробиома, приводящих к нарушениям процессов компенсации, репарации и адаптации [3].

Объективизировать неспецифические механизмы адаптации в условиях курсового сочетанного применения физиотерапевтических факторов позволяет оценка двух реципрокных по своей физиологической направленности систем: стресс-реализующей и стресс-лимитирующей. Каждая из этих систем имеет свой набор функциональных элементов, объединенных взаимодействием в достижении конечного стратегического результата в виде выживания организма человека [4]. Динамика биомаркеров этих систем в условиях воздействия факторов, в том числе и физиотерапевтических, выступает информативным критерием переносимости и формирования состояния повышенной резистентности.

Дополнительным фактором, повышающим объективность оценки неспецифических механизмов сочетанного применения физических воздействий, является методики оценки микроциркуляторно-тканевых систем на основе лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ), оптической тканевой оксиметрии (ОТО) и лазерной флуоресцентной спектроскопии (ЛФС), позволяющих исследовать динамику такого типического патологического процесса, как нарушения микроциркуляции, по параметрам, характеризующим микрогемодинамику, сатурацию кислородом смешанной крови в микроциркуляторном русле и интенсивность окислительного метаболизма.

В качестве патологического состояния, при котором наблюдаются изменения микрогемодинамики, был определен метаболический синдром (МС), характеризующийся не только абдоминальным ожирением и инсулинорезистентностью, но и нарушениями микроциркуляторных процессов в терминальном отделе сердечно-сосудистой системы, обусловленными избыточной секрецией провоспалительных адипокинов, повреждениями эндотелия сосудов и изменениями функционального состояния эритроцитов (повышение их агрегационных свойств и снижение деформируемости [5, 6].

При выборе симультанных воздействий мы исходили из того, что реакция организма на их применение должна затрагивать системные нейрогуморальные механизмы. К числу наиболее перспективных системотропных методов физиотерапии относятся транскраниальная магнитотерапия бегущим магнитным полем (ТМТ БМП) и воздействие переменным низкочастотным электростатическим полем (НЭСП) [7, 8]. При этом режим курсового применения физиотерапевтических факторов, как правило, приводит к феномену функциональной кумуляции, что сопровождается накоплением эффекта. Основу прироста клинической эффективности составляют механизмы долговременной адаптации, связанные с формированием системного структурного следа адаптационного процесса в результате процессов эпигенетического регулирования, связанных с экспрессией генов [9]. Основными биохимическими проявлениями эпигенетических влияний являются метилирование ДНК, модификация гистонов и экспрессия генов регуляторных РНК, приводящие к изменению статуса транскрипции [9]. Функциональная кумуляция лечебных эффектов физиотерапевтических факторов также характеризуется явлением длительного последствия, когда положительная клиническая динамика, достигнутая во время использования фактора, продолжается и после прекращения его воздействия [10].

Целью настоящего исследования явилось изучение влияния курсового сочетанного применения НЭСП и ТМТ у пациентов с МС на неспецифические механизмы стрессорной природы и микроциркуляторно-тканевые системы организма, определяющие эффективность использования указанных физических факторов.

Материал и методы исследования. В исследовании приняли участие 78 пациентов (34 мужчины и 44 женщины) в возрасте от 33 до 55 лет (средний возраст составил $44,1 \pm 0,41$ лет). Все участники подписали форму информированного согласия после ознакомления с условиями

предстоящего исследования. Критериями включения пациентов в исследование являлись: установленный в соответствии с клиническими рекомендациями диагноз МС [11]; наличие лабораторных анализов крови, мочи, электрокардиографии (ЭКГ), указывающих на отсутствие острых и хронических заболеваний, не требующих дополнительного клинического обследования; отсутствие противопоказаний к выполнению физиотерапевтического лечения (НЭСП и ТМТ); наличие информированного согласия испытуемого. Критериями невключения выступали: беременность; невозможность или нежелание дать информированное согласие на участие в исследовании или на выполнение требований исследования; клинически значимые отклонения лабораторных параметров, указывающих на наличие неизвестного заболевания или требующие дополнительного клинического исследования (по оценке исследователя); наличие тяжёлых клинически значимых неврологических, сердечно-сосудистых, эндокринных, желудочно-кишечных заболеваний, болезней печени и органов мочевыделительной системы, иммунных и др. заболеваний в анамнезе; психические заболевания, которые делают неприемлемым участие пациента в исследовании; пациенты, участвующие в других клинических испытаниях; добровольный отказ испытуемого от участия в исследованиях; появление побочных эффектов в процессе исследования.

Для разделения пациентов на четыре группы был использован метод простой фиксированной рандомизации, позволяющий сформировать максимально однородные группы. Первая группа (контрольная, 19 пациентов) получала плацебо воздействие (имитация физиотерапевтического воздействия при выключенном аппарате) в течение 10 дней наблюдения. Пациенты второй группы (основная 1, 19 пациентов) подвергались воздействию электростатическим полем низкой частоты. Третья группа (основная 2, 20 пациентов) получала ТМТ БМП. Пациентам четвертой группы (основная 3, 20 пациентов) осуществляли сочетанное воздействие электростатическим полем и ТМТ.

Воздействие НЭСП осуществляли с помощью многофункциональной терапевтической системы «Хивамат-200» (РУ от 12.04.2017 № РЗН 2017/5597). Процедуры выполняли, используя ручной вариант; процедуру осуществляли на воротниковую область с частотой 100 Гц, интенсивностью 50% в течение 10-12 мин, ежедневно, курсом 10 процедур.

Для осуществления ТМТ БМП использовали аппарат «Амо-Атос» с приставкой «Оголовье» (РУ от 18.11.2011 № ФСР 2011/12325), состоящей из двух полуцилиндрических излучателей переменного магнитного поля, расположенных битемпорально. Терапию проводили в положении сидя, начиная процедуру с частоты 1 Гц, продолжительностью 7 мин и напряженности поля 10-30 мТл. Затем постепенно увеличивали частоту и продолжительность процедуры до 10 Гц и 12 мин, соответственно, что позволяло добиться состояния адаптации к данному физическому фактору и исключить индивидуальную непереносимость. Величина магнитной индукции в 10-30 мТл обеспечивает достаточную глубину проникновения магнитного поля при воздействии на диэнцефальные структуры мозга. Курс магнитотерапии включал 10 сеансов, проводимых ежедневно.

Для оценки стресс-реализующих и стресс-лимитирующих систем организма проводили анализ вариабельности сердечного ритма (BPC), позволяющего определить тонус симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы (ВНС) [12, 13, 14]. В интерпретации результатов были использованы статистические (индекс напряжения (ИН), квадратный корень из суммы квадратов разности величин последовательных пар RR интервалов (RMSSD), вариационный размах (MxDMn)) и спектральные показатели (мощность спектра высокочастотного компонента BCP (HF), мощность спектра низкочастотного компонента BCP (LF), коэффициент вагосимпатического баланса (LF/HF), индекс централизации в управлении сердечным ритмом (IC)) BCP.

Дополнительно в крови измеряли содержание кортизола, инсулина, продуктов перекисного окисления липидов (малоновый диальдегид (МДА) и основания Шиффа (ОШ)) и активность антиоксидантных ферментов (супероксиддисмутаза - СОД и каталаза) [15, 16, 17].

Состояние микроциркуляторно-тканевых систем (МТС) организма оценивали с помощью лазерного диагностического комплекса «ЛАЗМА-МЦ» (НПП «ЛАЗМА», Россия), который позволяет определять микрокровоток методом ЛДФ-метрии, оценивать с помощью ОТО сатурацию кислородом смешанной крови в микроциркуляторном русле, а также исследовать интенсивность излучения флуоресценции различных ферментов окислительного метаболизма с помощью ЛФС. Основными параметрами МТС являлись: показатель микроциркуляции крови (I_m , пф. ед.), доля нутритивного кровотока (I_{mnutr} , пф. ед.), показатель шунтирования ($BI(I_m)$, отн. ед.), скорость потребления кислорода (ОС, отн. ед.), показатель окислительного метаболизма (ОМІ, отн. ед.). Диагностика состояния МТС у пациентов с РИК проводилась дважды: до начала лечения и после окончания курсового применения сочетанной физиотерапии. Обследование пациентов проводили при комнатной температуре 22°C в положении сидя после 30-ти минутного отдыха. Зонд устанавливали перпендикулярно к ладонной поверхности дистальной фаланги II-ого пальца кисти.

Для формирования референтных значений показателей МТС была использована группа из 18 соматически здоровых людей, которые оставались интактными на протяжении всего исследования.

Исследование проводили дважды: в исходном состоянии и окончании курсового сочетанного применения физиофакторов.

Статистическую обработку полученных результатов проводили с помощью параметрических и непараметрических методов оценки достоверности статистических различий, а также корреляционного анализа, используя пакет прикладных программ «Statistica 12.6».

Результаты и их обсуждение. Результаты сравнительного исследования показателей стресс-реализующих и стресс-лимитирующих систем и параметров МТС у пациентов с МС и группы соматически здоровых людей, представлены в таблице 1. Оценка ВСР позволила выявить ряд достоверных отличий от группы здоровых, характерных для лиц с МС [18]. В частности, среди статистических показателей выявлено уменьшение $RMSSD$ и $MxDMn$, что указывает на ригидность сердечного ритма при МС, обусловленную снижением тонуса парасимпатического отдела ВНС. При оценке частот частотных характеристик ВСР у лиц с МС обращает внимание снижение общей мощности спектра, что, по-видимому, обусловлено избыточной массой тела – характерным признаком инсулинорезистентности. Сравнительный анализ соотношения мощности спектра высокочастотного и низкочастотного компонентов ВСР между группами также свидетельствует о нарушении вагосимпатического баланса в сторону повышения симпатических влияний в структуре автономной регуляции, проявившегося повышением индекса LF/HF у лиц с МС на 23 % ($p < 0,05$).

Сравнение биохимических маркеров стресс-реакции указывает на преобладание стресс-реализующих проявлений у пациентов с МС, что отчетливо проявилось более высокими параметрами кортизола и продуктов ПОЛ на фоне угнетения активности антиоксидантных ферментов. Заслуживает внимания уровень инсулина в крови у лиц с МС. Состояние хронической гиперинсулинемии, весьма характерное для инсулинорезистентности – основного звена патогенеза МС, активирует центральную симпатическую нервную систему [19], поскольку известно, что симпато-возбуждающий ответ на инсулин опосредуется нейронами дугообразного ядра и паравентрикулярными ядрами гипоталамуса [20].

Таблица 1 – Состояние стресс-реализующих и стресс-лимитирующих систем и МТС у пациентов с метаболическим синдром и группы здоровых

Показатель, ед. изм.	Здоровые (18 человек)	Пациенты с МС (78 человек)
ИН, ед.	$52 \pm 1,01$	$87 \pm 0,66^*$
RMSSD, ед.	$48,0 \pm 0,72$	$29,1 \pm 0,24^*$
MxDMn, ед.	$272 \pm 5,1$	$206 \pm 1,7^*$
LF, мс ²	$1208 \pm 16,4$	$283 \pm 2,2^*$
HF, мс ²	$768 \pm 10,7$	$145 \pm 1,2^*$
LF/ HF, ед.	$1,57 \pm 0,03$	$1,93 \pm 0,02^*$
IC, ед.	$1,81 \pm 0,04$	$2,08 \pm 0,02^*$
Кортизол, нмоль/л	$354 \pm 8,7$	$491 \pm 5,1^*$
Инсулин, мкЕд/мл	$10,6 \pm 0,2$	$23,9 \pm 0,2^*$
МДА, нмоль/мл	$4,4 \pm 0,08$	$8,1 \pm 0,07^*$
ОШ, отн.ед./мл	$3,8 \pm 0,08$	$6,2 \pm 0,05^*$
СОД, ед.акт./г Hb	$1115 \pm 16,4$	$769 \pm 7,1^*$
Каталаза, ед.акт./г Hb	$122 \pm 2,4$	$85 \pm 0,8^*$
I _m , пф. ед.	$16,4 \pm 0,27$	$11,3 \pm 0,12^*$
I _{nutr} , пф. ед.	$6,3 \pm 0,10$	$3,2 \pm 0,04^*$
BI(I _m), отн. ед.	$2,5 \pm 0,04$	$3,6 \pm 0,04^*$
OC, отн. ед.	$479,3 \pm 13,5$	$224,3 \pm 5,4^*$
OMI, отн. ед.	$3,7 \pm 0,04$	$1,8 \pm 0,02^*$

Примечание: * – достоверное отличие от группы здоровых при $p < 0,05$.

Изучение параметров МТС позволило установить, что развитие МС сопровождается более низкими значениями уровня общей перфузии (-31% , $p < 0,05$), что свидетельствует об угнетающем влиянии инсулинорезистентности на процессы микроциркуляции. Наблюдаемый у пациентов МС рост показателя шунтирования ($BI(I_m) + 44\%$, $p < 0,05$), связанный, на наш взгляд, с повышением миогенного тонуса, приводит к падению нутритивного кровотока на 50% ($p < 0,05$), скорости потребления кислорода (-53% , $p < 0,05$) и показателя окислительного метаболизма (-51% , $p < 0,05$). Основной причиной снижения показателей МТС у лиц с МС выступает недостаточность регуляторных воздействий, обеспечивающих вазодилатацию. Дефицит механизмов вазорелаксации при МС формируется под влиянием гипергликемии, хронического воспаления и стресс-реализующих механизмов, сопровождающихся повышением тонуса СНС [5, 21].

Курсовое применение моно- и сочетанного режимов физиотерапевтического воздействия сопровождалось выраженной динамикой оцениваемых параметров у лиц с МС (табл. 2, 3). Динамика показателей ВСР (статистических и частотных) отчетливо указывала на усиление влияния стресс-лимитирующих механизмов к окончанию курсового лечения. В пользу данного утверждения свидетельствуют достоверное повышение RMSSD, MxDMn, HF и снижение индексов напряжения (ИН) и централизации в управлении сердечным ритмом (IC), мощности спектра низкочастотного компонента ВСР (LF), что повлекло за собой уменьшение коэффициента вагосимпатического баланса (LF/ HF). Направленность выявленных сдвигов во всех основных группах была одинаковой, однако выраженность изменений нарастала в ряду: НЭСП < ТМТ < (ТМТ+НЭСП).

Таблица 2 – Влияние курсового воздействия низкочастотного электростатического поля и транскраниальной магнитотерапии на параметры стресс-реализующих и стресс-лимитирующих систем у лиц с МС

Показатели		Контроль (19 человек)	НЭСП (19 человек)	ТМТ (20 человек)	ТМТ+НЭСП (20 человек)
ИН, ед.	до	85±1,36	88±1,38	90±1,41	84±1,34
	после	84±1,39	74±1,34*#	71±1,33*#	59±1,32*#
RMSSD, ед.	до	28,4±0,49	29,8±0,53	27,9±0,47	30,3±0,55
	после	29,5±0,50	35,2±0,55*#	32,9±0,53*#	42,8±0,59*#
MxDMn, ед.	до	203±3,6	201±3,5	207±3,7	212±3,9
	после	202±3,5	221±3,6*#	229±4,0*#	255±4,1*#
LF, мс ²	до	291±4,5	281±4,6	284±2,4	279±2,4
	после	283±4,4	235±4,1*#	233±4,2*#	226±3,9*#
HF, мс ²	до	149±2,4	143±2,5	145±2,3	142±2,2
	после	151±2,7	174±3,1*#	172±3,3*#	183±3,5*#
LF/ HF, ед.	до	1,94±0,04	1,95±0,05	1,93±0,03	1,91±0,03
	после	1,89±0,05	1,37±0,03*#	1,39±0,02*#	1,24±0,02*#
IC, ед.	до	2,11±0,06	2,05±0,05	2,07±0,04	2,09±0,04
	после	2,06±0,05	1,88±0,04*#	1,92±0,03*	1,89±0,03*#
Кортизол, нмоль/л	до	487±11,2	485±10,5	494±11,4	499±11,6
	после	455±10,1	388±8,5*#	405±9,3*#	323±7,5*#
Инсулин, мкЕд/мл	до	23,5±0,41	23,8±0,40	24,2±0,45	24,0±0,43
	после	23,1±0,39	21,2±0,38	20,3±0,37*#	17,4±0,33*#
МДА, нмоль/мл	до	8,0±0,14	8,1±0,15	8,2±0,16	8,3±0,16
	после	8,1±0,15	7,1±0,14*#	7,5±0,14*#	6,6±0,13*#
ОШ, отн.ед./мл	до	6,3±0,11	5,9±0,10	6,4±0,12	6,1±0,10
	после	6,0±0,10	5,4±0,09*#	5,6±0,10*#	4,9±0,08*#
СОД, у.е./г Hb	до	778±14,5	772±15,1	761±15,8	763±16,0
	после	781±15,6	866±17,1*#	892±17,5*#	989±19,3*#
Каталаза, у.е./г Hb	до	83±1,7	84±1,6	87±1,8	86±1,9
	после	85±1,8	104±2,0*#	101±1,9*#	108±2,1*#

Примечание: знак «*» соответствует уровню статистической значимости различий с соответствующим показателем «до» лечения $p<0,05$; знак «#» соответствует уровню статистической значимости различий с соответствующим показателем контрольной группы $p<0,05$.

Анализируя результаты биохимических показателей, необходимо отметить, что под влиянием курсового воздействия физиотерапевтических факторов совокупность ответных реакций характеризует собой активацию стресс-лимитирующих механизмов, которые, подавляя стресс-реализующие эффекты, доминировавшие в исходном состоянии у лиц с МС, проявляют свой потенциал на центральном и периферическом уровнях организации [4]. Это проявилось в достоверном снижении содержания кортизола в крови на 18-35% ($p<0,05$), а также выраженности процессов перекисного метаболизма, оцениваемых по снижению накопления продуктов ПОЛ. О восстановлении баланса про- и антиоксидантных систем указывает положительная динамика активности ключевых ферментов антиоксидантной защиты – СОД и каталазы. Необходимо также заметить, что в количественном отношении используемые физиотерапевтические факторы проявляли неодинаковую корректирующую активность. Так, максимальный эффект был выявлен в основной группе 3, где курсовое применение ТМТ БМП дополнялось одновременным применением НЭСП.

Оценивая динамику параметров МТС в основных группах, следует отметить, что оба рассматриваемых фактора оказывали корректирующее влияние на систему микроциркуляции, что проявилось увеличением показателя перфузии, снижением доли шунтирующего звена кровотока, ростом нутритивного кровотока, скорости потребления O_2 и уровня окислительного метаболизма (табл. 3). При этом результаты проведенного сравнения между основными группами позволяют сделать вывод о большей эффективности сочетанного применения ТМТ и НЭСП. В то же время, эффективность монофакторных воздействий была выше в группе с НЭСП, где прирост показателей перфузии и скорости потребления кислорода превосходил аналогичные значения в

группе с ТМТ в 1,7 и 2,6 раза соответственно, а параметр окислительного метаболизма под влиянием НЭСП был выше, чем в группе с ТМТ, на 17 % ($p < 0,05$).

Таблица 3 – Динамика показателей микроциркуляторно-тканевых систем у пациентов с МС при курсовом применении переменного низкочастотного электростатического поля и транскраниальной магнитотерапии бегущим магнитным полем

Показатели		Контроль (19 человек)	НЭСП (19 человек)	ТМТ (20 человек)	ТМТ+НЭСП (20 человек)
I_m , пф. ед.	до	$11,1 \pm 0,23$	$11,2 \pm 0,24$	$11,2 \pm 0,24$	$11,5 \pm 0,26$
	после	$12,3 \pm 0,26^*$	$13,2 \pm 0,28^*$	$13,2 \pm 0,28^*$	$15,4 \pm 0,33^*$
I_{mnutr} , пф. ед.	до	$3,5 \pm 0,10$	$3,6 \pm 0,11$	$3,6 \pm 0,11$	$3,1 \pm 0,07$
	после	$4,1 \pm 0,12^*$	$4,3 \pm 0,13^*$	$4,3 \pm 0,13^*$	$4,9 \pm 0,13^*$
$BI(I_m)$, отн. ед.	до	$3,2 \pm 0,05$	$3,3 \pm 0,05$	$3,3 \pm 0,05$	$3,8 \pm 0,09$
	после	$3,0 \pm 0,05^*$	$3,1 \pm 0,05^*$	$3,1 \pm 0,05^*$	$3,1 \pm 0,07^*$
ОС, отн. ед.	до	$228,5 \pm 11,0$	$234,6 \pm 11,7$	$234,6 \pm 11,7$	$220,2 \pm 10,4$
	после	$253,7 \pm 12,8$	$302,1 \pm 14,8^*$	$302,1 \pm 14,8^*$	$346,3 \pm 18,1^*$
ОМІ, отн. ед.	до	$1,9 \pm 0,05$	$2,1 \pm 0,06$	$2,1 \pm 0,06$	$2,1 \pm 0,06$
	после	$2,4 \pm 0,06^*$	$2,8 \pm 0,08^*$	$2,8 \pm 0,08^*$	$3,5 \pm 0,10^*$

Примечание: знак «*» соответствует уровню статистической значимости различий с соответствующим показателем «до» лечения $p < 0,05$; знак «#» соответствует уровню статистической значимости различий с соответствующим показателем контрольной группы $p < 0,05$.

Выявленная разница в эффективности коррекции показателей МТС определяется различными точками приложения реализации терапевтической активности рассматриваемых физиофакторов. Применительно к НЭСП непосредственный механизм биологического действия фактора связан с ритмически возникающими колебаниями тканей, контактирующих с аппликатором, в результате чего осуществляется влияние на нервно-рецепторный аппарат, кровеносные и лимфатические сосуды, тонус мышц и функциональное состояние глубокорасположенных органов [22]. При этом уменьшение активности стресс-реализующих механизмов под влиянием НЭСП проявляется в виде снижения тонуса адренергических структур, что, в итоге, обуславливает гипотензивное действие физиофактора при гипертонической болезни [23]. В исследовании, проведенной О. А. Тимофеевой (2008), установлено, что применение НЭСП восстанавливает сбалансированность регуляторных механизмов симпатического и парасимпатического отделов ВНС при проведении профилактики и лечения первичного хронического гастродуоденита [24]. Действие электростатического поля обладает способностью потенцировать активность антиоксидантных ферментов [25, 26]. В частности, К. И. Ашуровым (2014) рассматривается возможность активации СОД посредством цГМФ-зависимого пути через протеинкиназу G [25]. Согласно данным ряда авторов, метод НЭСП оказывает обезболивающее и спазмолитическое действие, способствует существенному уменьшению отека тканей, вызывает противовоспалительный и антифибротический эффекты, усиливает гемодинамику и микроциркуляцию, позволяет улучшить лимфоотток и трофику тканей, ускоряет репаративно-регенераторные процессы, повышает эластичность тканей. Применительно к МС важным эффектом НЭСП выступает вазорелаксирующее действие, обусловленное повышением функциональной активности микроваскулярного эндотелия, в результате чего происходит выделение эндотелий-релаксирующих факторов [27]. Система эндотелия представляет собой мощный гистометаболический конгломерат, регуляторное действие которого осуществляется благодаря паракринным интравасальным влияниям. Высказывается предположение, что биофизические факторы, включая электростатическое поле, оказывают стимулирующее влияние на эндотелиальные рецепторы на поверхности клеток [28]. Основными вазодилататорами, выделяемыми эндотелиоцитами, выступают оксид азота (NO), эндотелиальный гиперполяризующий фактор (EDHF) и простаглицлин, при этом только NO и EDHF играют важную роль в поддержании сосудистого тонуса [28].

Антистрессорные действие ТМТ реализуется за счет воздействия на глубинные структуры мозга без проявления тепловых эффектов, что возможно благодаря высокой проникающей способности фактора [7]. К настоящему времени считаются установленными следующие эффекты, раскрывающие механизмы стресс-корректирующего действия фактора: усиление взаимодействия коркового представительства ЦНС и подкорковых лимбических и гипоталамо-гипофизарных структур, включая расположенные в них регуляторные центры поддержания деятельности функциональных систем, обеспечивающих адаптивные возможности и функциональные резервы организма [29]; неспецифическое раздражающее действие ЦНС, направленное на реализацию психокорректирующего эффекта, усиление адаптогенеза и стресс-лимитирующих систем [30, 31]; корректирующее действие на иммунную, эндокринную и автономную нервную системы [2, 32]; антиоксидантное и антиапоптозное действие [33].

В целом, различные механизмы реализации корректирующей активности физиофакторов, обусловленные разномодальной природой воздействующих факторов, гетерогенностью воспринимающих структур-мишеней, а также точками приложения их действия, формируют совокупный позитивный эффект на основе супрааддитивного синергизма (функционального потенцирования). Результатом курсового симультанного применения факторов является значительное усиление клинического эффекта одного фактора под влиянием другого, что, в итоге, формирует состояние организма, характеризующееся превышением суммы эффектов каждого из физиофакторов [2]. Наиболее вероятным объяснением механизма потенцирования действия физиотерапевтических факторов при их симультанном применении, на наш взгляд, выступает концептуальная модель синергического взаимодействия, согласно которой основу синергизма составляет дополнительная эффективность, возникающая в результате взаимодействия субэффективных сдвигов оцениваемых параметров, индуцированных каждым из факторов.

Заключение. В целом, полученные результаты позволяют заключить, что преобладание в исходном состоянии хронического патологического состояния неинфекционной природы, которым является МС, стресс-реализующих проявлений, сочетающихся, как правило, с перегрузкой витальных функций, делает маловероятной реализацию долгосрочной адаптационной стратегии, повышающей общий уровень резистентности организма. Применение в этих условиях физиотерапевтических факторов сопровождается активацией саногенетических процессов, биологический смысл которых состоит в поддержании функциональных резервов и адаптивных возможностей организма за счет механизмов стресс-лимитирующей системы. Разномодальная природа воздействующих факторов, точки приложения их действия и гетерогенность воспринимающих структур-мишеней обуславливают формирование положительного эффекта по типу функционального потенцирования, что представляет собой повышенные возможности для достижения стойкого клинического эффекта при проведении комплексного лечения МС.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Conflict interest. The authors declare no conflicts of interest.

ЛИТЕРАТУРА

1. Орехова Э. М., Кульчицкая Д. Б., Кончугова Т. В., Лукьянова Т. В. и др. Роль сочетанной физиотерапии в оздоровительных и профилактических программах. - Физиотерапевт. - 2015. - № 6. - С. 63-71.
2. Улащик В. С. Сочетанная физиотерапия: общие сведения, взаимодействие физических факторов // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. - 2016. - № 6. - С. 4-11.
3. Нагорнев С. Н., Бобровницкий И. П., Юдин С. М., Худов В. В., Яковлев М. Ю. Влияние климатогеографических факторов Арктики на здоровье человека: метаболические и патофизиологические аспекты // Russian Journal of Rehabilitation Medicine. - 2019. - № 2. - С. 4-30.
4. Бяловский Ю. Ю., Булатецкий С. В., Глушкова Е. П. Системная организация неспецифических механизмов адаптации в восстановительной медицине. Воронеж: РИТМ, 2017. - 406 с.
5. Подзолков В. И., Королева Т. В., Писарев М. В., Кудрявцева М. Г., Затейщикова Д. А. Нарушения микроциркуляции и функционального состояния эритроцитов как фактор сердечно-сосудистого риска при метаболическом синдроме // Рациональная фармакотерапия в кардиологии. - 2018. - Т. 14 (4). - С. 591-597.

6. Brun J. F., Varlet-Marie E., Fedou C., Raynaud de mauverger E. Are metabolically healthy obese patients also hemorheologically healthy? // Clin Hemorheol Microcirc. - 2015. - V. 61 (1). - P. 39-46.
7. Нагорнев С. Н., Фролков В. К., Кулиш А. В., Пузырева Г. А., Самсонова О. С. Системный подход и алгоритмизация применения транскраниальных магнитных воздействий при проведении медицинской реабилитации больных с гемоциркуляторными и дисметаболическими нарушениями // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. - 2016. - Т. 15, № 4. - С. 651-657.
8. Куликов А. Г., Ярустовская О. В., Кузовлева Е. В., Зайцева Т. Н., Кульчицкая Д. Б., Кончугова Т. В. Применение низкочастотного электростатического поля в клинической практике. Учебное пособие. М.: ГБОУ ДПО РМАПО; 2015. - 44 с.
9. Панкова Н. Б. Механизмы срочной и долговременной адаптации // Патогенез. - 2020. - № 3. - С. 77-86.
10. Пономаренко Г. Н. Основные принципы лечебного применения физических факторов. Актуальные вопросы физиотерапии: Избранные лекции. С.-Пб., 2010. - С. 112-135.
11. Рекомендации по ведению больных с метаболическим синдромом: Клинические рекомендации. М., 2013. - 43 с.
12. Вариабельность сердечного ритма. Стандарты измерения, физиологической интерпретации и клинического использования. [Электрон. дан.] Режим доступа <https://www.incart.ru/publish/learning-aids/variabelnost-serdechnogo-ritma> (дата обращения 20.02.2021).
13. Новиков Е. М., Стеблецов С. В., Ардашев В. Н., Кириллова Т. Б., Тарабарина Н. Б. Методы исследования сердечного ритма по данным ЭКГ: вариабельность сердечного ритма и дисперсионное картирование (обзорная статья) // Кремлевская медицина. Клинический вестник. - 2019. - № 4. - С. 81-89.
14. Fouradoulas M., von Känel R., Schmid J.P. Heart Rate Variability - State of Research and Clinical Applicability. Praxis. 2019; 108(7): 461-468.
15. Гаврилов В.Б., Гаврилова А.Р., Мажуль Л.М. Анализ методов определения продуктов ПОЛ в сыворотке по тесту с ТБК. Вопросы медицинской химии. 1987; 1: 118-122.
16. Карпищенко А. И. Медицинские лабораторные технологии. Справочник. С.-Пб.: Интермедика, 2002. - 600 с.
17. Костюк В. А., Потапович А. И., Ковалева Ж. И. Простой и чувствительный метод определения супероксиддисмутазы, основанный на реакции окисления кверцетина // Вопросы медицинской химии. - 1990. - № 2. - С. 88-91.
18. Трусев В. В., Руденко И. Б., Широбокова М. М., Данилова М. Л. Оценка степени напряжения регуляторных систем у больных с метаболическим синдромом // Здоровье. Медицинская экология. Наука. - 2011. - № 1(44). - С. 84-86.
19. Hotta N., Katanosaka K., Mizumura K. et al. Insulin potentiates the response to mechanical stimuli in small dorsal root ganglion neurons and thin fibre muscle afferents in vitro // J. Physiol. - 2019. - V. 597 (20). - P. 5049-5062.
20. Stocker S. D., Gordon K. W. Glutamate receptors in the hypothalamic paraventricular nucleus contribute to insulin-induced sympathoexcitation // J. Neurophysiol. - 2015. - V. 113 (5). - P. 1302-1309.
21. Серебренникова С. Н., Гузовская Е. В., Семинский И. Ж. Наномолекулярные механизмы формирования метаболического синдрома // Забайкальский медицинский вестник. - 2019. - № 2. - С. 169-187.
22. Куликов А. Г., Кузовлева Е. В. Применение низкочастотного электростатического поля в клинической практике // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. - 2013. - № 4. - С. 44-53.
23. Абрамов С. Г., Баращ Л. И., Мелешко Т. И. Гемодинамические эффекты лечения гипертонической болезни электростатическим вибромассажем // Сибирский медицинский журнал (Иркутск). - 2004. - Т. 46 (5). - С. 44-48.
24. Тимофеева О. А. Применение импульсного низкочастотного электростатического поля у военнослужащих срочной службы для профилактики и лечения первичного хронического гастродуоденита. Автореф. дис. канд. мед. наук. - М., 2008. - 24 с.
25. Ашуров К. И. Импульсное низкочастотное электростатическое поле в комплексном лечении синовита височно-нижнечелюстного сустава при ревматоидном артрите: Автореф. дис. канд. мед. наук. - М.; 2015. - 24 с.
26. Галактионова Л. П. Особенности оксидантно-антиоксидантного статуса больных бронхиальной астмой при медикаментозной и немедикаментозной коррекции: Дис. д-ра биол. наук. - Барнаул, 2004. - 328 с.
27. Старосветская О. А., Кульчицкая Д. Б., Нагорнев С. Н., Пузырева Г. А. Влияние курсового применения импульсного электростатического поля на показатели микроциркуляции у больных нейроциркуляторной дистонией по гипертоническому типу // Вестник восстановительной медицины. - 2013. - № 1. - С. 10-13.
28. Крупаткин А. И., Сидоров В. В. Функциональная диагностика состояния микроциркуляторно-тканевых систем: Колебания, информация, нелинейность (Руководство для врачей). М.; 2016. - 496 с.
29. Шоломов И. И., Черевашенко Л. А., Болотова Н. В., Манукян В. Ю. Транскраниальная магнитотерапия при синдроме хронической усталости. Транскраниальная физиотерапия (Магнитотерапия и её сочетание с электростимуляцией). - Саратов; 2013. - С. 341-345.
30. Мареев О. В., Райгородский Ю. М., Шкабров В. В. Транскраниальная магнитотерапия в лечении острой нейросенсорной тугоухости сосудистого генеза. Транскраниальная физиотерапия (Магнитотерапия и её сочетание с электростимуляцией). - Саратов; 2013. - С. 426-431.
31. Горяев А. Г. Динамика качества жизни, симптомов тревоги и депрессии у пациентов с хронической инсомнией в комплексном санаторно-курортном лечении с включением транскраниальной магнитотерапии // Пермский медицинский журнал. - 2018. - Т. 35 (1). - С. 82-87.
32. Болотова Н. В., Аверьянов А. П., Манукян В. Ю. Транскраниальная магнитотерапия как метод коррекции вегетативных нарушений у детей с сахарным диабетом 1-го типа // Педиатрия. Журнал им. Г.Н. Сперанского. - 2007. - Т. 86 (3). - С. 65-69.
33. Кулиш А. В. Системный подход в применении транскраниальных магнитных воздействий при реабилитации больных хроническими неинфекционными заболеваниями: Автореф. дисс. д-ра мед. наук. - М.; 2017. - 48 с.

REFERENCES

1. Orekhova E M, Kulchitskaya D B, Konchugova T V, Lukyanova TV. et al. The role of combined physiotherapy in health-improving and preventive programs. *Physiotherapevt*. 2015; 6: 63-71. [in Russian]
2. Ulashchik V S. Combined physiotherapy: general information, interaction of physical factors. *Voprosy kurortologii, fizioterapii i lechebnoj fizicheskoy kul'tury*. 2016; 6: 4-11. [in Russian]
3. Nagornev S N, Bobrovnikskiy I P, Yudin S M, Khudov V V, Yakovlev M Yu. Influence of climatic and geographical factors of the Arctic on human health: metabolic and pathophysiological aspects. *Russian Journal of Rehabilitation Medicine*. 2019; 2: 4-30. [in Russian]
4. Byalovsky Yu Yu, Bulatetsky S V, Glushkova E P. Sistemnaya organizatsiya nespecificheskikh mekhanizmov adaptatsii v vosstanovitel'noy medicine. Voronezh: RITM, 2017. [in Russian]
5. Podzolkov V I, Koroleva, T V, Pisarev M V, Kudryavtseva M G, Zateishchikova D A. Disturbances of microcirculation and functional state of erythrocytes as a factor of cardiovascular risk in metabolic syndrome. *Ratsional'naya farmakoterapiya v kardiologii*. 2018; 14 (4): 591-597. [in Russian]
6. Brun J F, Varlet-Marie E, Fedou C, Raynaud de mauverger E. Are metabolically healthy obese patients also hemorheologically healthy? *Clin Hemorheol Microcirc*. 2015; 61 (1): 39-46.
7. Nagornev S N, Frolkov V K, Kulish A V, Puzyreva G A, Samsonova O S. Systematic approach and algorithmization of the use of transcranial magnetic influences during medical rehabilitation of patients with hemocirculatory and dysmetabolic disorders. *Sistemnyy analiz i upravlenie v biomeditsinskikh sistemah*. 2016; 15(4): 651-657. [in Russian]
8. Kulikov A G, Yarustovskaya O V, Kuzovleva E V, Zaitseva T N, Kulchitskaya D B, Konchugova T V. *Primenenie nizkochastotnogo elektrostaticheskogo polya v klinicheskoy praktike*. Uchebnoe posobie. M.: GBOU DPO RMAPO; 2015. [in Russian]
9. Pankova N B. Mechanisms for urgent and long-term adaptation. *Pathogenes*. 2020; 3: 77-86. [in Russian]
10. Ponomarenko G N. Osnovnye principy lechebnogo primeneniya fizicheskikh faktorov. Aktual'nye voprosy fizioterapii: Izbrannye lektsii. S.-Pb., 2010: 112-135. [in Russian]
11. Rekomendatsii po vedeniyu bol'nykh s metabolicheskim sindromom: Klinicheskie rekomendatsii. M., 2013: 43. [in Russian]
12. Variabel'nost' serdechnogo ritma. Standarty izmereniya, fiziologicheskoy interpretatsii i klinicheskogo ispol'zovaniya [Internet]. Available from: <https://www.incart.ru/publish/learning-aids/variabelnost-serdechnogo-ritma> (date of access 20.02.2021). [in Russian]
13. Novikov E M, Stebletsov S V, Ardashev V N, Kirillova T B, Tarabarina N B. *Kremlevskaya medicina*. Klinicheskij vestnik. 2019; 4: 81-89. [in Russian]
14. Fouradoulas M., von Känel R., Schmid J.P. Heart Rate Variability - State of Research and Clinical Applicability. *Praxis*. 2019; 108 (7): 461-468.
15. Gavrilov V B, Gavrilova A R, Mazhul L M. Analysis of methods for the determination of LPO products in serum using the TBA test *Voprosy medicinskoj himii*. 1987; 1: 118-122. [in Russian]
16. Karpishchenko A I. *Medicinskie laboratornye tekhnologii*. Spravochnik. St. Petersburg: Intermedica, 2002: 600. [in Russian]
17. Kostyuk V A, Potapovich A I, Kovaleva Zh I. A simple and sensitive method for the determination of superoxide dismutase, based on the oxidation reaction of quercetin. *Voprosy medicinskoj himii*. 1990; 2: 88-91. [in Russian]
18. Trusov V V, Rudenko I B, Shirobokova M M, Danilova M L. Assessment of the degree of tension of regulatory systems in patients with metabolic syndrome. *Zdorov'e. Medicinskaya ekologiya*. Nauka. 2011; 1 (44): 84-86. [in Russian]
19. Hotta N, Katanosaka K, Mizumura K. et al. Insulin potentiates the response to mechanical stimuli in small dorsal root ganglion neurons and thin fiber muscle afferents in vitro. *J. Physiol*. 2019; 597 (20): 5049-5062.
20. Stocker S D, Gordon K W. Glutamate receptors in the hypothalamic paraventricular nucleus contribute to insulin-induced sympathoexcitation. *J. Neurophysiol*. 2015; 113 (5): 1302-1309.
21. Serebrennikova S N, Guzovskaya E V, Seminsky I Zh. Nanomolecular mechanisms of metabolic syndrome formation. *Zabajkal'skij medicinskij vestnik*. 2019; 2: 169-187. [in Russian]
22. Kulikov G., Kuzovleva E V. Application of a low-frequency electrostatic field in clinical practice. *Fizioterapiya, bal'neologiya i reabilitatsiya*. 2013; 4: 44-53. [in Russian]
23. Abramovich S G, Barash L I, Mepeshko T I. Hemodynamic effects of treatment of hypertension with electrostatic vibration massage. *Sibirskij medicinskij zhurnal (Irkutsk)*. 2004; 46 (5): 44-48. [in Russian]
24. Timofeeva O A. *Primenenie impul'snogo nizkochastotnogo elektrostaticheskogo polya u voennosluzhashchih strochnoj sluzhby dlya profilaktiki i lecheniya pervichnogo hronicheskogo gastroduodenita*. [Dissertation]. M., 2008. [in Russian]
25. Ashurov K I. *Impul'snoe nizkochastotnoe elektrostaticheskoe pole v kompleksnom lechenii sinovita visochno-nizhnecelyustnogo sustava pri revmatoidnom artrite*. [Dissertation]. M.; 2015. [in Russian]
26. Galaktionova L P. *Osobennosti oksidantno-antioksidantnogo statusa bol'nykh bronhial'noj astmoj pri medikamentoznoj i nemedikamentoznoj korrektsii*. [Dissertation]. Barnaul; 2004: 328. [in Russian]
27. Starosvetskaya O A, Kulchitskaya D B, Nagornev S N, Puzyreva G A. Influence of course application of a pulsed electrostatic field on microcirculation indices in patients with hypertensive type of neurocirculatory dystonia. *Vestnik vosstanovitel'noy mediciny*. 2013; 1: 10-13. [in Russian]
28. Krupatkin A I, Sidorov V V. *Funktsional'naya diagnostika sostoyaniya mikrocirkulyatorno-tkaneyv sistem: Kolebaniya, informatsiya, nelinejnost' (Rukovodstvo dlya vrachej)*. M.; 2016. [in Russian]
29. Sholomov I I, Cherevashchenko L A, Bolotova N V, Manukyan V Yu. *Transkraniyal'naya magnitoterapiya pri sindrome hronicheskoy ustalosti*. Transkraniyal'naya fizioterapiya (Magnitoterapiya i eyo sochetanie s elektrostimulyatsiej). Saratov; 2013. [in Russian]
30. Mareev O V, Raigorodsky Yu M, Shkabrov V V. *Transkraniyal'naya magnitoterapiya v lechenii ostroj nejrosensornoj tugouhosti sosudistogo geneza*. Transkraniyal'naya fizioterapiya (Magnitoterapiya i eyo sochetanie s elektrostimulyatsiej). Saratov; 2013. [in Russian]

31. Goryaev A G. Dynamics of the quality of life, symptoms of anxiety and depression in patients with chronic insomnia in complex spa treatment with the inclusion of transcranial magnetotherapy. Permskij medicinskij zhurnal.. 2018; 35 (1): 82-87. [in Russian]
32. Bolotova N V, Averyanov A P, Manukyan V Yu. Transcranial magnetotherapy as a method for correcting autonomic disorders in children with type 1 diabetes mellitus. Pediatriya. Zhurnal im. G.N. Speranskogo.. 2007; 86 (3): 65-69. [in Russian]
33. Kulish A V. Sistemnyj podhod v primenenii transkraniial'nyh magnitnyh vozdeystvij pri reabilitacii bol'nyh hronicheskimi neinfekcionnymi zabolevaniyami [Dissertation]. M .; 2017. [in Russian]

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Беньков Андрей Александрович, руководитель научно-организационного отдела ООО «Мед ТеКо», г. Москва; E-mail: a.benkov@medteco.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4074-7208>

Нагорнев Сергей Николаевич, д-р мед. наук, профессор, ведущий научный сотрудник ФГБУ «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью» ФМБА России, г. Москва; E-mail: drnag@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1190-1440>

Фролков Валерий Константинович, д-р биол. наук, профессор, старший научный сотрудник ФГБУ «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью» ФМБА России, г. Москва; E-mail: fvk49@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1277-5183>

Гусакова Елена Викторовна, д-р мед. наук, заведующая кафедрой восстановительной медицины и медицинской реабилитации с курсами педиатрии, сестринского дела, клинической психологии и педагогики ФГБУ ДПО «ЦГМА», г. Москва; E-mail: gusakova07@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-3254-0354>

Нагорнева Мария Сергеевна, ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), г. Москва; E-mail: nagornevams@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0940-7179>