

Ревматолог – терапевту

Применение магнитотерапии в комплексном лечении и реабилитации больных остеоартритом (по материалам консенсуса специалистов для терапевтов и врачей общей практики поликлиник)

Л. И. Алексеева¹, А. М. Лила^{1,2}, А. Л. Вёрткин³¹ФГБНУ «Научно-исследовательский институт ревматологии имени В. А. Насоновой», Москва²ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного последипломного образования» Минздрава России, Москва³ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А. И. Евдокимова» Минздрава России, Москва

РЕЗЮМЕ

Трудности лечения больных с ревматологическими заболеваниями обусловлены сложностью и многогранностью патогенеза, частой коморбидностью и пожилым возрастом основной части таких пациентов. Использование нефармакологических методов лечения, включая физические методы, усиливает обезболивающее и противовоспалительное действие, улучшает трофику тканей и способствует активации репаративных процессов, замедляет прогрессирование заболевания и в целом повышает качество жизни больных. В комплексном лечении и реабилитации ревматологических больных применение магнитотерапии представляется методом, хорошо обоснованным данными многочисленных фундаментальных и современных клинических исследований.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: остеоартрит, магнитотерапия, физиотерапия, амбулаторный прием.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Rheumatologist to therapist

Use of magnetotherapy in complex treatment and rehabilitation of patients with osteoarthritis (based on consensus of specialists for therapists and general practitioners of polyclinics)

L. I. Alekseeva¹, A. M. Lila^{1,2}, A. L. Vertkin³¹Scientific and Research Institute for Rheumatology n.a. V. A. Nasonova, Moscow, Russia²Russian Medical Academy for Postgraduate Continuous Education, Moscow, Russia³Moscow State University of Medicine and Dentistry n.a. A. I. Evdokimov, Moscow, Russia

SUMMARY

Difficulties in treating patients with rheumatological diseases are due to the complexity and versatility of pathogenesis, frequent comorbidity and advanced age of the majority of such patients. The use of non-pharmacological methods of treatment, including physical methods, enhances the analgesic and anti-inflammatory effect, improves tissue trophism and promotes the activation of reparative processes, slows down the progression of the disease and generally improves the quality of life of patients. In the complex treatment and rehabilitation of rheumatological patients, the use of magnetotherapy seems to be a method that is well substantiated by the data of numerous fundamental and modern clinical studies.

KEY WORDS: osteoarthritis, magnetotherapy, physiotherapy, outpatient appointment.

CONFLICT OF INTEREST. The authors declare that they have no conflicts of interest.

Актуальность

Проблема обращаемости за амбулаторной помощью с болевым синдромом в суставах остается актуальной. Так, по данным Научно-исследовательского института организации здравоохранения и медицинского менеджмента Департамента здравоохранения Москвы за 2017–2018 годы, в структуре общей заболеваемости взрослого населения (18 лет и старше) заболевания костно-мышечной системы составляли 10,0% и стояли на третьем месте в общей структуре заболеваемости в Москве; в структуре общей заболеваемости взрослого населения старше трудоспособного возраста (женщины в возрасте старше 55 и мужчины старше 60 лет) данная группа болезней стоит на втором месте (11,1%) после болезней системы кровообращения (34,3%) [1]. Применяемые

методики лечения заболеваний суставов включают широкий спектр медикаментозной терапии и методов нелекарственного воздействия. В их ряду – магнитотерапия, интерес к которой связан с высоким уровнем доказательности эффективности их использования в клинической практике врача в комплексе с другими лечебными физическими факторами. На сегодняшний день различные виды магнитотерапии входят в российские и зарубежные стандарты, протоколы и клинические рекомендации по лечению и реабилитации многих заболеваний, а на международном рынке физиотерапевтических изделий растет количество аппаратов, эффективность и безопасность которых подтверждена одобрением агентства министерства здравоохранения и социальных служб США, FDA и уполномоченными сертифицирующими органами

Европейского союза. При этом следует отметить, что магнитотерапия ни в коем случае не вступает в конкуренцию с медикаментозными или хирургическими видами лечения, а напротив – увеличивает их результативность по принципу синергизма действия.

Магнитотерапия (далее МТ) – метод физиотерапии, в основе которого лежит использование в лечебно-профилактических и реабилитационных целях магнитных полей различных параметров. В общей магнитотерапии используются слабые и средние магнитные поля, для локальных воздействий – средние и сильные, а в методиках магнестимуляции – сверхсильные магнитные поля [2, 3].

Для усиления магнитобиологической активности переменных магнитных полей в медицине используют различные комбинации переменного и постоянного поля (постоянный фон), модуляцию низкочастотных переменных магнитных полей более высокочастотными составляющими и синхронизацию с биоритмами человека, что позволяет усилить динамику изменения магнитного потока и активизирует его взаимодействие со структурными элементами клеток и тканей организма.

С позиции клинической эффективности наиболее обоснованным является применение импульсных магнитных полей, поскольку чувствительность к ним биологических тканей самая высокая. Так, пороговая чувствительность организма к импульсным магнитным полям равна 0,1 мТл, в то время как для постоянных магнитных полей она составляет 8 мТл. Что касается оптимальной частоты воздействия МП, то в клинической практике наиболее часто применяют магнитные поля с частотой до 100–200 Гц, причем наиболее эффективными являются магнитные поля низкой частоты (до 100 Гц), которая соответствует резонансной частоте большинства структур организма [4–6].

Различные органы и системы организма по-разному реагируют на действие магнитного излучения. Основные эффекты этого воздействия рассмотрены ниже. По степени чувствительности к магнитному полю в убывающем порядке следуют: нервная, эндокринная системы; органы чувств; сердечно-сосудистая система; кровь; мышечная, пищеварительная, выделительная, дыхательная и костная системы [6, 7].

Применение МТ для лечения больных ОА основано на благоприятных эффектах электромагнитного воздействия на биологические системы [2–7]. Человеческий организм восприимчив к магнитным полям вследствие ферромагнитных свойств крови, наличия трансмембранного электрического потенциала клеток, связанного с градиентом концентрации ионов K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} во вне- и внутриклеточном пространстве и появления электрических токов, сопровождающих передачу афферентных и эфферентных сигналов по нервной системе, а также при сокращении мышечных волокон [7, 8]. Переменное магнитное поле вызывает слабый нагрев тканей человеческого организма, что приводит к ускорению обменных процессов и способствует активации ряда медиаторных систем, в частности связанных с белками теплового шока и пуринэргическими рецепторами [9–10]. По данным экспериментальных исследований, МТ снижает активность макрофагов и моноцитов, подавляет продукцию провоспалительных цитокинов и медиаторов (в т.ч. путем стимуляции рецепторов A_2A и A_3) [11, 12], уменьшает активацию периферических ноцицепторов и афферентных нейронов

болевого системы (в т.ч. за счет влияния на потенциал-зависимые ионные каналы VGSCs, VGKCs, VGCCs, TRPV, TRPA и др.) [12–14]. Таким образом, МТ может оказывать противовоспалительное и анальгетическое действие.

Работы, выполненные с использованием биологических моделей, демонстрируют способность МТ ускорять пролиферацию мезенхимальных клеток и дифференцировку хондроцитов и остеоцитов за счет повышения синтеза факторов роста (таких как TGF- β и BMPs), стимулируя тем самым ремоделирование и репарацию ткани сустава, в частности при экспериментальном ОА [15, 16].

Применение кратковременного пульсирующего высокоинтенсивного (0,5–4,0 Тл) низкочастотного переменного магнитного поля на область головы и шеи приводит к торможению работы нейронов коры головного мозга (ГМ), особенно в областях с патологически повышенной нейрональной активностью. Этот механизм ингибирующего влияния на центральную нервную систему лежит в основе методики транскраниальной магнитной стимуляции (ТМС), которая широко используется для лечения неврологических заболеваний и психических расстройств [17, 18].

Методология МТ

В медицинской практике используются различные модальности магнитного поля, которые определяются его постоянством или динамикой во времени, частотой изменения направления вектора магнитной индукции, формы индуцирующего электрического тока и интенсивностью магнитного потока [2, 19]. Так, при использовании источников постоянного магнитного поля магнитная индукция стабильна во времени, ее вектор остается постоянным по значению и направлению в каждой точке биологического объекта. Переменное магнитное поле (ПеМП) индуцируется источниками переменного электрического тока, при этом значение и направление магнитной индукции постепенно изменяются в каждой области воздействия. Именно ПеМП в разных модификациях наиболее часто применяется в качестве метода МТ, поскольку оно обладает более выраженным биологическим эффектом. К ПеМП относится *пульсирующее магнитное поле*, у которого вектор магнитной индукции изменяется по величине, но не по направлению; *импульсное магнитное поле*, которое возникает от индуктора с различной формой импульсов тока (синусоидальная, прямоугольная, треугольная); *импульсное бегущее магнитное поле*, перемещающееся в пространстве относительно пациента и *быстро изменяющееся во времени и вращающееся магнитное поле*, вектор магнитной индукции которого перемещается в пространстве. По интенсивности потока магнитные поля подразделяют на слабые (до 0,5 мТл), средние (0,5–50,0 мТл), сильные (50–500 мТл) и сверхсильные (более 500 мТл), по частоте – на низкочастотные (до 1000 Гц), среднечастотные (от 1 кГц до 1 МГц) и высокочастотные (более 1 МГц). Различные модальности МТ позволяют дифференцировать воздействие в зависимости от области тела, локализации патологического процесса в той или иной ткани, характера заболевания и др. МТ может носить характер локального (на ограниченную часть тела) или общего воздействия (на площадь более 400 см² или на все тело). При этом для общей МТ используются слабые и средние, для локальных воздействий – средние и сильные, а в методике ТМС – сверхсильные магнитные поля [19].

Многие аппараты, используемые для МТ, способны создавать несколько модальностей магнитного поля, что позволяет подбирать индивидуальный режим воздействия в зависимости от клинической ситуации, пораженной области и телосложения пациента. Так, медицинское изделие «АЛМАГ+» способно работать в двух режимах импульсного бегущего магнитного поля с частотой 6,25 Гц, длительностью импульса 1,2–2,0 мс и интенсивностью воздействия 8–20 мТл, а также в режиме статического магнитного поля. «Полимаг-02М» может создавать импульсное бегущее магнитное поле с интенсивностью 2–25 мТл, статичное магнитное поле 2–6 мТл, локальное магнитное излучение для офтальмологической практики интенсивностью до 45 мТл.

Безопасность МТ

МТ считается весьма безопасным методом: магнитные поля слабой или умеренной интенсивности не оказывают каких-либо негативных биологических эффектов [20, 21]. Во многих работах, включая метаанализы серии РКИ, отмечается низкий риск нежелательных реакций (НР), соответствующий уровню плацебо [22–26]. Даже при многократном проведении ТМС у пациентов с неврологическими заболеваниями (обычно на курс назначают 20–30 процедур) при интенсивности магнитного потока выше 0,5 Тл частота НР практически не отличается от частоты осложнений, наблюдаемых на фоне применения л-ТМС (плацебо) [27, 28].

Важно отметить, что при использовании МТ у пациентов не отмечается негативной динамики гемодинамических показателей. Напротив, применение этого физиотерапевтического метода у лиц с артериальной гипертензией приводит к нормализации артериального давления, что лежит в основе использования системной МТ для лечения гипертонической болезни [29, 30].

Хорошая переносимость и низкий риск серьезных нежелательных реакций, в т. ч. у лиц с серьезной коморбидной патологией, представляется одним из наиболее важных достоинств МТ. Более того, рациональное использование МТ у пациентов с ОА может снизить потребность в обезболивающих препаратах (прежде всего НПВП), и тем самым значительно уменьшить опасность развития лекарственных осложнений.

Магнитотерапия в ревматологии

Мы рассмотрим использование МТ на модели остеоартрита как одного из самых распространенных заболеваний, имеющих наибольшую медико-социальную значимость. Остеоартрит – наиболее распространенное прогрессирующее заболевание суставов, с которым связаны тяжелые страдания, инвалидизация и потеря социальной активности миллионов людей [1, 31, 32]. По официальной статистике Минздрава РФ, в 2015 году в стране было зарегистрировано около 4,35 млн больных ОА [33], однако данные популяционных исследований свидетельствуют о существенно большей распространенности этого заболевания, достигающей 13% популяции [34]. ОА не только ухудшает качество жизни, но и приводит к снижению ее продолжительности. Хроническая боль, метаболические нарушения, значительное снижение физической активности и депрессия, возникающие при этом заболевании, способствуют прогрес-

сированию коморбидной патологии сердечно-сосудистой системы (ССС), что существенно повышает риск развития кардиоваскулярных катастроф [31, 32, 35–37]. По данным обзора серии популяционных исследований, проведенного R. Cleveland и соавт. [38], вероятность летального исхода среди больных ОА коленного (КС) и тазобедренного суставов (ТБС) в 1,6 раза выше, чем в популяции.

Одну из основных позиций при лечении ОА занимают нефармакологические методы, которые оказывают обезболивающее и противовоспалительное действие, улучшают трофику тканей и способствуют активации репаративных процессов [39, 40]. Нефармакологические методы снижают потребность в анальгетических средствах – нестероидных противовоспалительных препаратах (НПВП) и внутрисуставном введении глюкокортикоидов, которые могут вызывать опасные нежелательные реакции (НР) и представлять серьезную угрозу для больных. Это представляется особенно важным, поскольку подавляющее большинство пациентов с ОА относятся к старшим возрастным группам и часто имеют сочетание нескольких коморбидных заболеваний [1, 36, 38, 39].

Магнитотерапия выделяется среди нефармакологических методов лечения ОА и широко используется в российской и мировой медицинской практике и обладает серьезной доказательной базой [41]. Так, в недавно опубликованном обзоре экспертов Европейской антиревматической лиги (EULAR), посвященном немедикаментозным методам лечения боли при ОА и воспалительных артритах, доказательность применения электромагнитного воздействия определена по системе GRADE как 2–3 («умеренная») [40].

Доказательная база эффективности МТ охватывает серию рандомизированных плацебо-контролируемых клинических исследований (РКИ), подтвердивших анальгетическое действие МТ при ОА. Метаанализ девяти РКИ ($n = 63$ [22], метаанализ 12 РКИ МТ (из них 10 – при ОА КС; $n = 799$) [23], обзор 16 РКИ [24] показали, что МТ, в сравнении с плацебо, обеспечивала более значимое снижение интенсивности болевых ощущений, скованности и функциональных нарушений, отчетливое влияние на качество жизни. Отдельные исследования также подтверждают эти результаты [25, 26, 42, 43].

В нашей стране проведены ряд клинических исследований, демонстрирующих хороший терапевтический потенциал МТ при ОА [44–47]. Согласно полученным данным, применение и-МТ (аппарат «АЛМАГ-01») как в виде монотерапии, так и в комбинации с методами немедикаментозного лечения (в частности, ЛФК) и фармакологическими средствами, такими как НПВП и медленнодействующие симптоматические средства (МДСС), обеспечивало существенное уменьшение боли, улучшение функции пораженных суставов и снижение потребности в использовании НПВП. При этом эффективность и-МТ достоверно превосходила действие л-МТ. Следует также отметить успешное применение метода магнитофореза локальных форм НПВП и МДСС (хондроитин, глюкозамин).

Недавно проведено многоцентровое слепое РКИ КОСМО, в ходе которого сравнивался результат использования и-МТ (аппарат «АЛМАГ+») и л-МТ (модифицированный аппарат «АЛМАГ+», внешне не отличающийся от обычного, но не индуцирующий магнитное поле) у 231 пациента с ОА КС, испы-

Таблица
Современные подходы к терапии остеоартрита

Методы	Рекомендации (уровень доказательности)
Нефармакологические методы лечения ОА	
Обучение больных	Обучение должно быть обязательным компонентом всех терапевтических программ при ОА, проводиться с учетом индивидуальных особенностей больного и включать рекомендации по изменению образа жизни, снижению веса и необходимости выполнения физических упражнений (А, В)
Снижение веса тела	Больным ОА с избыточным весом (ИМТ более 25 кг/м ²) рекомендуется уменьшение веса (В, С)
Лечебная физкультура	При ОА коленных суставов необходимы регулярные физические упражнения для укрепления силы четырехглавой мышцы бедра и увеличения объема движений, аэробные нагрузки (А). ОА тазобедренных суставов тоже требует выполнения лечебной физкультуры, особенно силовых упражнений (С)
Ортопедические приспособления	При поражении медиального отдела коленного сустава, варусной деформации или нестабильности коленного сустава могут использоваться коленные ортезы (В) и клиновидные ортопедические стельки (С). Рекомендуется хождение с тростью в руке, противоположной пораженной нижней конечности (С). При ОА 1-го запястно-пястного сустава применяются шинирование и ортезы (В)
Физиотерапевтические методы	При ОА коленных суставов с признаками воспаления можно рекомендовать применение холодных аппликаций (пакеты со льдом, массаж льдом) (В). Для уменьшения боли при ОА коленных и суставов кистей рекомендуются тепловые процедуры (В), чрезкожная электронейростимуляция (А, В). У некоторых больных может использоваться акупунктура (В)
Медикаментозные методы лечения ОА	
Симптоматические лекарственные средства быстрого действия	
Анальгетики	При слабых или умеренных болях в суставах применяется парацетамол в минимальной эффективной дозе, но не выше 3,0 г/сут (максимальная разовая доза должна не превышать 350 мг) (А). Парацетамол можно применять длительно (А)
НПВП	НПВП применяют в случае неэффективности парацетамола, а также при наличии признаков воспаления (А). При сильной боли в суставах лечение следует начинать сразу с НПВП (А). НПВП применяются в минимальной эффективной дозе, назначаются на максимально короткие сроки (А)
Трансдермальные (локальные) формы НПВП	Для уменьшения боли при ОА коленных и суставов кистей, не купирующейся приемом парацетамола, или при нежелании больного принимать НПВП внутрь рекомендуются трансдермальные (локальные) формы НПВП (А)
Трамадол	Применяют в течение короткого периода для купирования сильной боли при условии неэффективности парацетамола или НПВП, а также невозможности назначения оптимальных доз этих ЛС
Внутрисуставные глюкокортикостероиды	Внутрисуставное введение глюкокортикостероидов (ГЛК) показано при ОА коленных суставов с симптомами воспаления (А)
Симптоматические лекарственные средства медленного действия	
Хондроитин сульфат и глюкозамин	Препараты, содержащие хондроитин сульфат и глюкозамина сульфат, рекомендуются при ОА для уменьшения боли, улучшения функции суставов; эффект сохраняется в течение нескольких месяцев после их отмены, хорошо переносятся больными (А)
Диасцереин	Ингибитор интерлейкина-1 диасцереин применяют для уменьшения боли, улучшения функции суставов и, вероятно, замедления прогрессирования ОА (А)
Пиаскледин	Неомыляемые соединения авокадо и сои (НСАС) – пиаскледин применяют для уменьшения боли, улучшения функции суставов и, вероятно, замедления прогрессирования ОА (А)
Препараты гиалуроновой кислоты	Производные гиалуроната применяют для внутрисуставного введения при ОА для уменьшения боли (А)
Хирургическое лечение	
Эндопротезирование суставов	Показано при ОА с выраженным болевым синдромом, не поддающимся консервативному лечению, при наличии серьезного нарушения функций сустава (до развития значительных деформаций, нестабильности сустава, контрактур и мышечной атрофии) (А)

тывающего умеренную или выраженную боль (≥ 40 мм ВАШ) и нуждающихся в регулярном приеме НПВП. Через 2 недели уменьшение выраженности боли оказалось достоверно выше в группе и-МТ, чем в группе плацебо: снижение (Ме, 25%; 75% перцентили) ее средней интенсивности с 47 [27,8; 60,0] до 20 [10; 30] и с 40 [20,0; 57,5] до 20 [7,5; 40,0] соответственно ($p < 0,001$). Также отмечалось достоверное снижение потребности в приеме НПВП: в группе 1 препарат был отменен или снижена его доза у 33,1 % больных, в группе 2 – у 16,8 % ($p = 0,006$). Преимущество и-МТ, отмеченное в РКИ КОСМО, отчетливо проявилось в динамике индекса WOMAC [48].

Заключение

Применение МТ в комплексном лечении и реабилитации ревматологических больных представляется хорошо обоснованным данными многочисленных фундаментальных исследований, показавших способность магнитного поля оказывать анальгетическое и противовоспалительное действие, стимулировать процессы клеточной пролиферации, а также метаболическую активность хондроцитов и остеобластов. Имеются серьезные доказательства

эффективности и безопасности МТ при ОА, полученные в ходе серии контролируемых клинических исследований, выполненных российскими и зарубежными учеными. Имеющиеся данные позволяют рекомендовать широкое использование МТ (различных модификаций этого метода) для лечения заболеваний суставов и включение МТ в национальные рекомендации по диагностике и лечению ОА.

Список литературы / References

1. Показатели заболеваемости населения города Москвы по округам за 2013–2018 гг. Москва: НИИ ОЗММ ДЗМ, 2019. 97 с.
Morbidity indicators of the population of the city of Moscow by districts for 2013–2018 Moscow: NII OZMM DZM, 2019. 97 p.
2. Ушаков А. А. Практическая физиотерапия: руководство для врачей; Москва, ООО «Медицинское информационное агентство», 2013. 688 с. ISBN: 978–5–9986–0123–1.
Ushakov A. A. Practical Physiotherapy: A Guide for Physicians; Moscow, Medical Information Agency, 2013. 688 p. ISBN: 978–5–9986–0123–1.
3. Murabayashi S. Application of magnetic field for biological response modification. Biomed Mater Eng. 2013;23(1–2):117–28. doi: 10.3233/BME-120737.
4. Золотухина Е. И., Улащик В. С. Здравоохранение. 2008; 10: 30–38.
Zolotukhina E. I., Ulashchik V. S. Healthcare. 2008; 10: 30–38.
5. Максимов А. В. и Шиман А. Г. Лечебное применение магнитных полей. Л.: ГИДУВ, 1991.
Maksimov A. V. and Shiman A. G. Therapeutic use of magnetic fields. L.: GIDUV, 1991.
6. Albuquerque WW, Costa RM, Fernandes Tde S, Porto AL. Evidences of the static magnetic field influence on cellular systems. Prog Biophys Mol Biol. 2016 May; 121 (1): 16–28. DOI: 10.1016/j.pbiomolbio.2016.03.003. Epub 2016 Mar 11.
7. Гуляр С. А., Лиманский Ю. П. Постоянные магнитные поля и их применение в медицине. К.: Ин-т физико-хим. им. А. А. Богомольца НАН Украины. 2006. 50 с.
Gulyar S. A., Limansky Yu. P. Constant magnetic fields and their application in medicine. K.: Inst fiziol. n. a. AA Bogomolets NAS of Ukraine, 2006. 50 p.

8. Waldorff EI, Zhang N, Ryaby JT. Pulsed electromagnetic field applications: A corporate perspective. *J Orthop Translat*. 2017 Mar 31; 9: 60–68. DOI: 10.1016/j.jot.2017.02.006.
9. Zeni O, Simkó M, Scarfi MR, Mattsson MO. Cellular Response to ELF-MF and Heat: Evidence for a Common Involvement of Heat Shock Proteins? *Front Public Health*. 2017 Oct 18; 5: 280. DOI: 10.3389/fpubh.2017.00280.
10. Ross CL, Harrison BS. The use of magnetic field for the reduction of inflammation: a review of the history and therapeutic results. *Altern Ther Health Med*. 2013 Mar-Apr; 19 (2): 47–54.
11. Varani K, Vincenzi F, Ravanani A, et al. Adenosine Receptors as a Biological Pathway for the Anti-Inflammatory and Beneficial Effects of Low Frequency Low Energy Pulsed Electromagnetic Fields. *Mediators Inflamm*. 2017; 2017: 2740963. DOI: 10.1155/2017/2740963.
12. Premi E, Benussi A, La Gatta A, et al. Modulation of long-term potentiation-like cortical plasticity in the healthy brain with low frequency-pulsed electromagnetic fields. *BMC Neurosci*. 2018 Jun 13; 19 (1): 34. DOI: 10.1186/s12868-018-0434-z
13. Li Y, Yan X, Liu J, et al. Pulsed electromagnetic field enhances brain-derived neurotrophic factor expression through L-type voltage-gated calcium channel- and Erk-dependent signaling pathways in neonatal rat dorsal root ganglion neurons. *Neurochem Int*. 2014 Sep; 75: 96–104. DOI: 10.1016/j.neuint.2014.06.004.
14. Gajda GB, Bly SH. Magnetic Field Reference Levels for Arbitrary Periodic Waveforms for Prevention of Peripheral Nerve Stimulation. *Health Phys*. 2017 Jun; 112 (6): 501–511. DOI: 10.1097/HP.0000000000000663.
15. Iwasa K, Reddi AH. Pulsed Electromagnetic Fields and Tissue Engineering of the Joints. *Tissue Eng Part B Rev*. 2018 Apr; 24 (2): 144–154. DOI: 10.1089/ten.TEB.2017.0294.
16. Massari L, Benazzo F, Falez F, et al. Biophysical stimulation of bone and cartilage: state of the art and future perspectives. *Int Orthop*. 2019 Mar; 43 (3): 539–551. DOI: 10.1007/s00264-018-4274-3.
17. Klonjaj W, Katz R, Lackmy-Vallée A. Basic principles of transcranial magnetic stimulation (TMS) and repetitive TMS (rTMS). *Ann Phys Rehabil Med*. 2015 Sep; 58 (4): 208–213. DOI: 10.1016/j.rehab.2015.05.005.
18. van Belkum SM, Bosker FJ, Kortekaas R, Beersma DG, Schoevers RA. Treatment of depression with low-strength transcranial pulsed electromagnetic fields: A mechanistic point of view. *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry*. 2016 Nov 3; 71: 137–43. DOI: 10.1016/j.pnpbp.2016.07.006.
19. Физиотерапия и курортология. Под ред. Боголюбова В. М. Книга 1. Москва, БИНОМ, 2008, 408 с. Физиотерапия и бальнеология. Ed. Bogolyubova V.M. Book 1. Moscow, BINOM, 2008, 408 p.
20. Основина И.П., Алексеева Н.В. Методические подходы к назначению магнитотерапии у лиц пожилого возраста. *Врач*. 2018, 29 (6): 55–59. DOI: 10.29296/25877305-2018-06-12.
21. Fomica D., Silvestri S. Biological Effects of Exposure to Magnetic Resonance Imaging: An Overview. *Biomed Eng Online*. 2004 Apr 22; 3: 11. DOI: 10.1186/1475-925X-3-11.
22. Li S, Yu B, Zhou D, et al. Electromagnetic fields for treating osteoarthritis. *Cochrane Database Syst Rev*. 2013 Dec 14; (12): CD003523. DOI: 10.1002/14651858.CD003523.pub2.
23. Wu Z, Ding X, Lei G, Zeng C, et al. Efficacy and safety of the pulsed electromagnetic field in osteoarthritis: a meta-analysis. *BMJ Open*. 2018 Dec 14; 8 (12): e022879. DOI: 10.1136/bmjopen-2018-022879.
24. Yang X., He H., Ye W., et al. Effects of Pulsed Electromagnetic Field Therapy on Pain, Stiffness, Physical Function, and Quality of Life in Patients with Osteoarthritis: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Placebo-Controlled Trials. *Physical Therapy*. pzaa054. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzaa054>
25. Bagnato GL, Miceli G, Marino N, et al. Pulsed electromagnetic fields in knee osteoarthritis: a double-blind, placebo-controlled, randomized clinical trial. *Rheumatology (Oxford)*. 2016 Apr; 55 (4): 755–62. DOI: 10.1093/rheumatology/kev426. Epub 2015 Dec 24.
26. Wuschek H, von Hehn U, Mikus E, Funk RH. Effects of PEMF on patients with osteoarthritis: Results of a prospective, placebo-controlled, double-blind study. *Bioelectromagnetics*. 2015 Dec; 36 (8): 576–85. DOI: 10.1002/bem.21942. Epub 2015 Nov 12.
27. Li S, Jiao R, Zhou X, Chen S. Motor recovery and antidepressant effects of repetitive transcranial magnetic stimulation on Parkinson disease: A PRISMA-compliant meta-analysis. *Medicine (Baltimore)*. 2020 May; 99 (18): e19642. DOI: 10.1097/MD.00000000000019642.
28. Liu C, Wang M, Liang X, Xue J, Zhang G. Efficacy and Safety of High-Frequency Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation for Poststroke Depression: A Systematic Review and Meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil*. 2019 Oct; 100 (10): 1964–1975. DOI: 10.1016/j.apmr.2019.03.012.
29. Nishimura T, Tada H, Guo X, et al. A 1-μT extremely low-frequency electromagnetic field vs. sham control for mild-to-moderate hypertension: a double-blind, randomized study. *Hypertens Res*. 2011 Mar; 34 (3): 372–7. DOI: 10.1038/hr.2010.246. Epub 2011 Jan 20.
30. Абрамович С.Г., Куликов А.Г., Долбикин А.Ю. Общая магнитотерапия при артериальной гипертензии. *Физиотерапия, бальнеология и реабилитация*. 2014, № 5, 50–55.
31. Abramovich S.G., Kulikov A.G., Dolbikin A.Yu. General magnetotherapy for arterial hypertension. *Physiotherapy, balneology and rehabilitation*. 2014, No. 5, 50–55.
32. Насонов Е.Л., редактор. *Ревматология. Российские клинические рекомендации*. Москва: ГЭОТАР-Медиа; 2017. 456 с.
33. Nasonov E.L. editor. *Rheumatology. Russian clinical guidelines*. Moscow: GEOTAR-Media; 2017. 456 p.
34. Hawker G. A. Osteoarthritis Is a Serious Disease. *Clin Exp Rheumatol*. Sep-Oct 2019; 37 Suppl 120 (S): 3–6.
35. Балабанова Р.М., Дубинина Т.В., Демина А.Б., Кричевская О.А. Заболеваемость болезнями костно-мышечной системы в Российской Федерации за 2015–2016 гг. *Научно-практическая ревматология*. 2018; 56 (1): 15–21. DOI: <http://dx.doi.org/10.14412/1995-4484-2018-15-21>.
36. Balabanova RM, Dubinina TV, Demina AB, Krichevskaya OA. The incidence of diseases of the musculoskeletal system in the Russian Federation in 2015–2016. *Scientific and practical rheumatology*. 2018; 56 (1): 15–21. DOI: <http://dx.doi.org/10.14412/1995-4484-2018-15-21>.
37. Галушко Е.А., Насонов Е.Л. Распространенность ревматических заболеваний в России. *Альманах клинической медицины*. 2018; 46 (1): 32–39. <https://doi.org/10.18786/2072-0505-2018-46-1-32-39>.
38. Galushko E.A., Nasonov E.L. The prevalence of rheumatic diseases in Russia. *Almanac of Clinical Medicine*. 2018; 46 (1): 32–39. <https://doi.org/10.18786/2072-0505-2018-46-1-32-39>.
39. Calders P, Van Ginckel A. Presence of comorbidities and prognosis of clinical symptoms in knee and/or hip osteoarthritis: A systematic review and meta-analysis. *Semin Arthritis Rheum*. 2018 Jun; 47 (6): 805–813. DOI: 10.1016/j.semarthrit.2017.10.016.
40. Вёрткин А.А., Каратеев А.Е., Кукушкин М.Л. и др. Ведение пациентов с болью в спине для терапевтов и врачей общей практики (клинические рекомендации). *Терапия*. 2018. № 2 (20). С. 8–17.
41. Vertkin A.L., Karateev A.E., Kukushkin M.L. et al. Curation of patients with back pain for physicians and general practitioners (clinical recommendations). *Therapy*. 2018; 2 (20): 8–17 (in Russian).
42. Вёрткин А.А., Прохорович Е.А., Горюлева Е.А. и др. Эффективность и безопасность применения Кеторола для купирования болевого синдрома на догоспитальном этапе. *Неотложная терапия*. 2004; 1–2 (16–17): 12–17.
43. Vertkin A.L., Prokhorovich E.A., Goruleva E.A. et al. The efficacy and safety of Ketorol for pain relief in prehospital settings. *Rescue therapy*. 2004; 1–2 (16–17): 12–17 (in Russian).
44. Cleveland R., Nelson A., Callahan L. Knee and Hip Osteoarthritis as Predictors of Premature Death: A Review of the Evidence. *Clin Exp Rheumatol*. Sep-Oct 2019; 37 Suppl 120 (S): 24–30.
45. Bruyère O, Honvo G, Veronese N, et al. An updated algorithm recommendation for the management of knee osteoarthritis from the European Society for Clinical and Economic Aspects of Osteoporosis, Osteoarthritis and Musculoskeletal Diseases (ESCEO). *Semin Arthritis Rheum*. 2019 Apr 30. PII: S0049-0172(19)30043-5. DOI: 10.1016/j.semarthrit.2019.04.008.
46. Geenen R, Overman CL, Christensen R, et al. EULAR recommendations for the health professional's approach to pain management in inflammatory arthritis and osteoarthritis. *Ann Rheum Dis*. 2018 Jun; 77 (6): 797–807. DOI: 10.1136/annrheumdis-2017-212662.
47. Абушева Г.Р., Ковлен Д.В., Пономаренко Г.Н. и др. Физические методы реабилитации пациентов с остеоартрозом: наукометрический анализ доказательных исследований. *Травматология и ортопедия России*. 2020; 26 (1): 190–200. <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2020-26-1-190-200>.
48. Abuseva GR, Kovlen DV, Ponomarenko GN, et al. Physical methods of rehabilitation of patients with osteoarthritis: scientometric analysis of evidence-based studies. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2020; 26 (1): 190–200. <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2020-26-1-190-200>.
49. Gobbi A., Lad D., Petrera M., Karnatzikos G. Symptomatic Early Osteoarthritis of the Knee Treated with Pulsed Electromagnetic Fields: Two-Year Follow-up. *Cartilage*. 2014 Apr; 5 (2): 78–85. DOI: 10.1177/1947603513515904.
50. Ambriz-Tutuli M, Alvarado-Reynoso B, Drucker-Colín R. Analgesic Effect of Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation (rTMS) in Patients with Chronic Low Back Pain. *Bioelectromagnetics*. 2016 Dec; 37 (8): 527–535. DOI: 10.1002/bem.22001.
51. Основина И.П., Алексеева Н.В., Герасименко М.Ю. Трансдермальный магнитофорез хондропротектора при остеоартрите коленных суставов. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физкультуры*. 2020, 97 (1), 42–50. doi.org/10.17116/kurort20209701142.
52. Основина И.П., Алексеева Н.В., Герасименко М.Ю. Chondroprotective transdermal magnetophoresis in osteoarthritis of the knee joints. *Questions of balneology, physiotherapy and exercise therapy*. 2020, 97 (1), 42–50. doi.org/10.17116/kurort20209701142.
53. Бодрова Р., Блясовский Ю.Ю., Иванов А.В., Ларинский Н.Е. Экономическая целесообразность включения магнитотерапии в комплексное лечение остеоартрита. *Врач*. 2014, № 4, 59–63.
54. Bodrova R, Byalovsky Yu. Yu., Ivanov A. V., Larinsky N.E. Economic feasibility of including magnetotherapy in the complex treatment of osteoarthritis. *Doctor*. 2014, No. 4, 59–63.
55. Блясовский Ю.Ю., Иванов А.В., Ларинский Н.Е., Секирин А.Б. Локальная импульсная магнитотерапия аппаратом «АЛМАГ-н» в комплексном лечении больных остеоартрозом. *Врач*. 2018, 29 (12), 3–5. DOI: 10.29296/25877305-2018-12-19.
56. Byalovsky Yu. Yu., Ivanov A. V., Larinsky N.E., Sekirin A. B. Local impulse magnetotherapy with the ALMAG-n apparatus in the complex treatment of patients with osteoarthritis. *Doctor*. 2018, 29 (12), 3–5. DOI: 10.29296/25877305-2018-12-19.
57. Блясовский Ю.Ю., Секирин А.Б., Смирнова С.Н. Эффективность низкочастотной магнитотерапии («Бегущий») магнитным полем в комплексном лечении коксартроза. *Врач*. 2018, 29 (3), 75–79. DOI: 10.29296/25877305-2018-03-19.
58. Byalovsky Yu. Yu., Sekirin A. B., Smirnova S. N. The effectiveness of low-frequency magnetic therapy with a 'running' magnetic field in the complex treatment of coxarthrosis. *Doctor*. 2018, 29 (3), 75–79. DOI: 10.29296/25877305-2018-03-19.
59. Каратеев А.Е., Порожева Е.Ю., Сухарева М.Л. и др. Оценка эффективности и безопасности магнитотерапии при остеоартрите. *Результаты многоцентрового слепого плацебоконтролируемого исследования КОСМО (Клиническая оценка современной магнитотерапии при остеоартрите)*. *Научно-практическая ревматология*. 2020; 58 (1): 55–61. <https://doi.org/10.14412/1995-4484-2020-55-61>.
60. Karateev A.E., Pogozheva E. Yu., Sukhareva M. L. and other Assessment of the effectiveness and safety of magnetic therapy in osteoarthritis. Results of the multicenter, blind, placebo-controlled study COSMO (Clinical Evaluation of Modern Magnetic Therapy for Osteoarthritis). *Scientific and practical rheumatology*. 2020; 58 (1): 55–61. <https://doi.org/10.14412/1995-4484-2020-55-61>.

Статья поступила / Received 17.02.2021
Получена после рецензирования / Revised 22.02.2021
Принята в печать / Accepted 26.02.2021

Сведения об авторах

Алексеева Людмила Ивановна, д.м.н., проф., зав. лабораторией остеоартрита¹. eLibrary.ru SPIN: 4714–8572. ORCID 0000–0001–7017–0898
Лиля Александр Михайлович, д.м.н., проф., директор¹, зав. кафедрой ревматологии². eLibrary.ru SPIN: 7287–8555. ORCID: 0000–0002–6068–3080
Вёрткин Аркадий Львович, д.м.н., проф., заслуженный деятель науки РФ, зав. кафедрой терапии, клинической фармакологии и скорой медицинской помощи³. E-mail: kafedrdr@mail.ru. eLibrary.ru SPIN: 9605–9117. ORCID: 0000–0001–8975–8608

¹ФГБУ «Научно-исследовательский институт ревматологии имени В.А. Насоновой», Москва

²ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного последипломного образования» Минздрава России, Москва

³ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова» Минздрава России, Москва

Автор для переписки: Вёрткин Аркадий Львович. E-mail: kafedrdr@mail.ru

About authors

Alekseeva Ludmila I.¹ ORCID 0000–0001–7017–0898

Lila Alexander M.² ORCID: 0000–0002–6068–3080

Vertkin Arkady L.³ E-mail: kafedrdr@mail.ru ORCID: 0000–0001–8975–8608

¹Scientific and Research Institute for Rheumatology n.a. V. A. Nasonova, Moscow, Russia

²Russian Medical Academy for Postgraduate Continuous Education, Moscow, Russia

³Moscow State University of Medicine and Dentistry n.a. A. I. Evdokimov, Moscow, Russia

Corresponding author: Vertkin Arkady L. E-mail: kafedrdr@mail.ru

For citation: Alekseeva L.I., Lila A.M., Vertkin A.L. Use of magnetotherapy in complex treatment and rehabilitation of patients with osteoarthritis (based on consensus of specialists for therapists and general practitioners of polyclinics). *Medical alphabet*. 2021; (7): 31–35 <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2021-7-31-35>