

ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ В РЕАБИЛИТОЛОГИИ (краткий обзор публикаций ученых медицинского института ТулГУ за 10 лет)

Д. В. ИВАНОВ¹, Б. Г. ВАЛЕНТИНОВ², Е. А. БЕЛЯЕВА¹, О. Н. БОРИСОВА¹

¹ Тульский государственный университет, медицинский институт, Тула

² АНО НОЦ МИ «Фарма2030»

В кратком обзоре приведена информация о публикациях ученых Тульской научной школы в области развития реабилитационно-восстановительных электромагнитных технологий в интересах клинической медицины. Низкоинтенсивное лазерное излучение, лазерофорез, крайневыхочастотное, сверхвысокочастотное, электролазерное воздействие — электролазерная миостимуляция — обеспечили значимый клинический эффект при различных заболеваниях, в улучшении спортивных показателей у спортсменов различных видов спорта.

Ключевые слова: лазерофорез, низкоэнергетическое лазерное излучение, электромагнитное излучение, электромиостимуляция.

Введение

В обзоре представлена тенденция развития технологий электромагнитного излучения: *низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ)*, лазерофореза, *крайневыхочастотного (КВЧ)*, *сверхвысокочастотного (СВЧ)*, электролазерного воздействия, которые используются в реабилитационно-восстановительной терапии при различных заболеваниях. Целесообразность такого краткого обзора объясняется недостаточным распространением этих технологий в клинической и восстановительно-реабилитационной медицине, несмотря на наличие обширной отечественной информации в различных источниках. Сделана попытка представить практическим врачам возможность ознакомиться с этой разрозненной информацией, но опирающейся на многолетний практический опыт ученых Тульской научной школы.

Материалы и методы исследования

При анализе публикаций были использованы статьи в научных журналах, сборниках трудов, монографиях — преимущественно за последние 10 лет, хотя опыт применения технологий электромагнитного воздействия распространяется ещё на два десятилетия вглубь — до конца 80-х, 90-е годы. Все использованные в обзоре работы зарегистрированы в *Российском индексе национального цитирования (РИНЦ)* публикуемым на *Elibrary*. В них имеются многочисленные ссылки на иностранную литературу.

Результаты краткого анализа публикаций

Аппаратная *миостимуляция* (электро- и лазерная) может сочетаться с введением через кожу методом *лазерофореза* пластических веществ для формирования мышечных волокон, а также *антигипоксантов (сукцината натрия)*, *гликозоаминогликанов (гиалуроната натрия)*. Это является важным способом гармонизации физической активности. Проблема утомляемости и оптимизации физических нагрузок при занятиях массовой физической культурой и спортом — может быть решена широким внедрением предлагаемых в проекте технических устройств после их усовершенствования для проведения *целевой дозированной электролазерной миостимуляции* [12,40].

Новизна принципиально нового научно обоснованного метода оптимизации деятельности опорно-двигательного аппарата человека обусловлена тем, что используется влияние *низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ)*, которое многократно усиливает восстановительную способность мышц. При этом создаются оптимальные условия для осуществления *лазерофореза* ионизированных биологически активных веществ (стимуляторов митохондриальной активности) с их проведением в микроциркуляторное русло, обеспечением интегрального эффекта повышения эффективности тренировочного процесса и восстановления после физических нагрузок различного объема и интенсивности.

В предложенном методе НИЛИ подготавливает мембраны клеток мышечной ткани к активному транспорту ионов через нее, улучшает микроциркуляцию крови и лимфы в сосудах. При этом создается возможность проведения внутрь клеток биологически активных веществ различной природы. Их антигипоксический и пластический эффект обеспечивает гипоксическую устойчивость, повышенную работоспособность и адекватное течение восстановительных процессов после интенсивных физических нагрузок [24,25,27,47].

Непосредственный эффект лазерного воздействия обеспечивает интенсификацию выносливости и скоростно-силовых качеств за счет интенсивной стимуляции кровотока, проницаемости мембран и активирующего влияния на сократительную активность гладкомышечных клеток сосудов. При этом, НИЛИ приводят к конформационным перестройкам в структуре гемоглобина с увеличением pCO_2 и снижением pCO_2 в мышечной ткани. Понятие биорезонанса в медико-биологической науке известно давно и подразумевает изменение функций живых организмов, их органов и тканей в ответ на биофизические воздействия лазерного излучения, но только в определенных временных пределах и воздействующих режимах, в результате чего в физиологических пределах стимулируется сократительная способность мышц и повышается устойчивость коллагеновых структур опорно-двигательного аппарата. При этом улучшается переносимость длительных тренировочных воздействий на локомоторные структуры и их быстрее восстановление после нагрузок [21,33].

Метод *электростимуляции* в сочетании с *лазерофорезом* не только способствует повышению работоспособности в тренировочной и соревновательной деятельности, но также высокоэффективен при реабилитационно-восстановительных мероприятиях. При мышечных переутомлениях, растяжениях и микроповреждениях мышц, соединительной ткани и суставов, сопровождающихся болевым синдромом, предусматривается использование *лазерофореза* препаратов гиалуроновой и янтарной кислот, а также ряда других биологически-активных веществ, используемых в спортивной медицине [37,46,48,49].

Представленные научно обоснованные теоретические положения являются основополагающими при решении проблемы оптимальной активации опорно-двигательного аппарата с помощью *лазерофореза* биологически активных веществ у спортсменов в различных видах спорта в периоды тренировочной и соревновательной деятельности, а также в период восстановления и проведения лечебно-оздоровительных мероприятий [36,37,45].

Лазерофорез — это способ нанесения того или иного вещества на площадь до 80 см^2 с последующим воздействием на эту же зону красным или инфракрасным низкоэнергетическим *лазерным излучением* расфокусированным лучом не более 10 Дж в течение 15 минут. Преимущество *лазерофореза* перед *электрофорезом* заключается в отсутствии продуктов электролиза. Был также апробирован и используется в течение многих лет способ *фитолазерофореза*, под которым понимается способ проведения биологически активных веществ растительного происхождения во внутренние среды организма при помощи НИЛИ, оказывающего также самостоятельное положительное воздействие на энергетический баланс организма через активацию трансмембранного механизма переноса биологически значимых веществ [28,30].

Лазерофорез лекарственных веществ (фитомеланина, сустамола, гиалуроната, матарен, гиасульф) осуществляется при различной патологии — при остеоартритах, бронхиальной астме, кардиоваскулярной патологии, подагрическом артрите, в гериатрической, стоматологической практике, при миофасциальном болевом синдроме, постменопаузальном остеоартрозе [1,4–8,10,11,18,22,26,28,42,43].

Воздействие электрического тока осуществляется, как с лечебной, так и с диагностической целью, поскольку в биологических тканях он вызывает усиление функциональной активности систем, органов и тканей. Наиболее выражен этот эффект в возбудимых тканях: нервной и мышечной. *Электростимуляция* опорно-двигательного аппарата применяется с целью предупреждения мышечной атрофии при ослаблении двигательных функций, для увеличения силы мышечного сокращения при дистрофиях для временного поддержания функционального состояния денервированных мышц. Простейшая методика заключается в подведении электрических стимулов от генераторов возбуждения к паре электродов, расположенных на коже в проекции мотонейронов, мышечных волокон или в двигательных точках. При *подпороговом режиме электромиостимуляции* мышечный тонус поддерживается на более высоком уровне, чем в покое. *Пороговая электромиостимуляция* вызывает незначительные сокращения мышечных групп, при этом увеличивается сила мышц, и улучшаются их функции. При *надпороговом режиме* — сокращение мышц различной выраженности связано с интенсивностью воздействующего стимула. Показания к применению *электромиостимуляции*: дефицит мышечной функции в спорте — последствия спортивной травмы с повреждением костей, суставов, связок, дистрофическая патология суставов конечностей, профилактическое воздействие.

Предполагается на основе имеющегося макетно-образца разработать техническую документацию на портативное устройство, состоящее из генератора электрических импульсов и источника низкоэнергетического импульсного лазерного излучения, реализующих дозированное воздействие на мышечную систему человека. Они будут дополнены ионизатором (для ионизации лекарственных и биологически активных веществ, антигипоксантов, гликозаминогликанов с целью улучшения их проведения во внутренние среды организма при *лазерофорезе*). Предполагается объединение всех компонентов устройства в одном корпусе. В соответствии с разработанной технической документацией будет осуществлено изготовление экспериментальных образцов устройства. После соответствующей доработки технической документации — возможна трансформация ее для малосерийного производства [3,49].

Транскутанное воздействие биологически активных веществ обеспечено соответствующими техническими устройствами [9,34,40].

Электромагнитное излучение (ЭМИ) (лазерное, крайневыхсоочастотное и сверхвысоочастотное излучение, магнитотерапия) — широко используются в реабилитационно-восстановительных мероприятиях при различных заболеваниях, в том числе при постковидном синдроме [13,14,16,17,23,35,47,50,53].

Значимость использования различных видов электромагнитного излучения сопряжена с наноразмерностью биологических структур субстрата клеток человеческого организма (митохондриального аппарата, мембран и пр.), что определяет возможность активного воздействия на их функции [21,38,40,44,51]. Это подтверждается и экспериментально-клиническими исследованиями эффективности микроволнового излучения при пневмониях, болезнях сердечно-сосудистой системы, определено влияние ЭМИ мм диапазона на опухолевый процесс в эксперименте [2,15,20,31–33,41]. ЭМИ, моделированное инфранизкими частотами, способствуют продуцированию стволовых клеток, что дает надежду на возможность получения их в организме человека в необходимых количествах для лечения различных заболеваний [19].

Для объективизации процесса *лазерофореза* и эффектов электрического и лазерного стимулирующего воздействия — осуществляется экспериментальное исследование на различных биологических объектах с целью выявления глубины проникновения излучений при транскутанном воздействии. Предполагается разработка детальных методических рекомендаций по применению предложенной медицинской технологии для врачей, спортивных врачей и тренеров [29,52].

Упростится борьба с гипокинезией. Улучшение микроциркуляции крови обеспечит лучшее проникновение биологически активных веществ, фитопрепаратов к органам-мишеням с повышением профилактического и оздоровительного эффекта. Осуществится оптимизация тренировочного процесса при массовых занятиях физической культурой и спортом, а также в спорте высших достижений.

Заключение

Представляется важным на основе приведенных результатов исследований продолжить усовершенствование реабилитационно-восстановительных технологий электромагнитного воздействия в лечебно-реабилитационных целях — путем разработки методического сопровождения и совершенствования их технического оснащения созданием интегрированных программно-аппаратных комплексов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Агасаров Л.Г., Купеев Р.В., Беляева Е.А. Возможности комплексного лечения миофасциального болевого синдрома (обзор литературы). В сборнике: Не медикаментозные медицинские технологии. к 25-летию вузовского медицинского образования и науки Тульской области (сборник научных статей). Тула, 2017. С. 45–54.
2. Бантыш Б.Б., Крылов А.Ю., Субботина Т.И., Хадарцев А.А., Иванов Д.В., Яшин А.А. Особенности влияния электромагнитного излучения миллиметрового диапазона на формирование опухолевого процесса у мышей линии BALB/C // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 2018. Т. 165. № 5. С. 640–643.
3. Белых Е.В., Троицкий А.С., Хадарцев А.А., Несмеянов А.А. Комплексное воздействие мексидола и лазерного излучения у тяжелоатлетов // Клиническая медицина и фармакология. 2015. Т. 1. № 2. С. 49–50.
4. Беляева Е.А. Актуальность безопасности терапии остеоартрита в гериатрической практике // Врач. 2018. Т. 29. № 6. С. 70–74.
5. Беляева Е.А. Восстановительная терапия осложненного постменопаузального остеопороза при коморбидной патологии. диссертация на соискание ученой степени доктора медицинских наук / ФГУ "Всероссийский научно-исследовательский и испытательный институт медицинской техники". Москва, 2011
6. Беляева Е.А., Авдеева О.С., Купеев Р.В. Лазерофорез фитомеланина и матарена при артралгиях. В сборнике: Диверсификация реабилитационно-восстановительных технологий. к 25-летию вузовского медицинского образования и науки Тульской области (сборник научных статей). Тула, 2017. С. 38–42.
7. Беляева Е.А., Вольнягина А.С. Применение гиалуроната у больных с остеоартритом и сердечно-сосудистой патологией. В сборнике: 57-я Научно-практическая конференция профессорско-преподавательского состава ТулГУ с всероссийским участием. сборник докладов в 2 частях. 2021. С. 16–20.

8. Беляева Е.А., Вольнягина А. С. Сравнение реабилитационных программ у больных после инфаркта миокарда и больных с остеоартритом // Клиническая медицина и фармакология. 2021. Т. 7. № 1. С. 33–36
9. Беляева Е.А., Зилов В. Г., Иванов Д. В. Некоторые технологии восстановительной медицины в исследованиях Тульских ученых (обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2017. № 1. Публикация 8–7. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2017-1/8-7.pdf> (дата обращения 15.03.2017). DOI: 10.12737/25105.
10. Беляева Е.А., Купеев Р. В., Хадарцев А. А. Лазерофорез сустава при подагрическом артрите (краткое сообщение) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2019. № 4. Публикация 3–10. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2019-4/3-10.pdf> (дата обращения 27.08.2019). DOI: 10.24411/2075-4094-2019-16521
11. Беляева Е.А., Федорищев И. А. Лазерофорез гиалуронатсодержащего геля "гиасульф" при осложненном постменопаузальном остеопорозе // Вестник новых медицинских технологий. 2010. Т. 17. № 1. С. 36–38.
12. Беляева Е.А., Хадарцев А. А. Восстановительная терапия осложненного постменопаузального остеопороза: Монография. Тула: Из-во «Гриф и К», 2010. 248 с.
13. Беляева Е.А., Хадарцев А. А. Принципы интегративной медицины применительно к терапии осложненного остеопороза // Клиническая медицина и фармакология. 2016. Т. 2. № 2. С. 32–38.
14. Беляева Е.А., Хадарцева К. А., Москвин С. В. Медицинская реабилитология и физиотерапия. В сборнике: ПЕРСПЕКТИВЫ ВУЗОВСКОЙ НАУКИ. к 25-летию вузовского медицинского образования и науки Тульской области (сборник трудов). Тула, 2016. С. 68–74.
15. Болтаев А.В., Газя Г. В., Хадарцев А. А., Синенко Д. В. Влияние промышленных электромагнитных полей на хаотическую динамику параметров сердечно-сосудистой системы работников нефтегазовой отрасли // Экология человека. 2017. № 8. С. 3–7.
16. Борисова О.А., Беляева Е. А. Транскраниальная электростимуляция в восстановительном лечении ревматоидного артрита (научный обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2015. № 3. Публикация 8–1. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-3/5234.pdf> (дата обращения 28.09.2015). DOI: 10.12737/13367
17. Восстановительные технологии в клинике внутренних болезней / Хадарцев А. А., Авдеева О. С., Атлас Е. Е., Беляева Е. А., Борисова О. Н., Володичева Е. М., Воробьева О. В., Гомова Т. А., Грачев Р. В., Евдокимов А. Ю., Киняшева Н. Б., Киркина Н. Ю., Макишева Р. Т., Нестерова Т. И., Панова И. В., Прилепа С. А., Сальникова Т. С., Сорочкая В. Н., Черятникова Н. Л., Щербаков Д. В. [и др.]. Отчет о НИР № 50–10 (Минобрнауки РФ). Тула: Тульский государственный университет, 2015. 31 с.
18. Гонтарев С.Н., Гонтарева И. С., Хадарцев А. А., Пономарев А. А., Шевченко Л. В. Восстановительные технологии в стоматологии. Белгород, 2018.
19. Зилов В.Г., Субботина Т. И., Яшин А. А., Хадарцев А. А., Иванов Д. В. Влияние электромагнитных полей, модулированных инфранизкими частотами, на продуцирование стволовых клеток // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 2017. Т. 164. № 11. С. 643–645.
20. Зилов В.Г., Хадарцев А. А., Терехов И. В., Бондарь С. С. Взаимосвязь содержания в мононуклеарных лейкоцитах цельной крови в постклиническую фазу внебольничной пневмонии циклинов, циклинзависимых киназ и их ингибиторов под влиянием микроволн частотой 1 ГГц // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 2017. Т. 163. № 5. С. 578–581
21. Иванов Д.В., Хадарцев А. А., Фудин Н. А. Клеточные технологии и транскраниальная электростимуляция в спорте // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2017. № 4. Публикация 2–24. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2017-4/2-24.pdf> (дата обращения 14.12.2017). DOI: 10.12737/article_5a38d3425cbcd3.24947719.
22. Иванов Д.В., Хадарцев А. А., Фудин Н. А. Клеточные технологии и транскраниальная электростимуляция в спорте // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2017. № 4. Публикация 2–24. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2017-4/2-24.pdf> (дата обращения 14.12.2017). DOI: 10.12737/article_5a38d3425cbcd3.24947719.
23. Купеев В.Г., Киркина Н. Ю., Хадарцев А. А. Возможности лазерофореза с экстрактами лекарственных растений при лечении больных с хроническими неспецифическими заболеваниями легких // Вестник новых медицинских технологий. 2000. Т. 7. № 2. С. 92–93.
24. Лазерная терапия в эндокринологии / Москвин С. В., Рыжова Т. В., Агасаров Л. Г., Аристархов В. Г., Асхадудин Е. В., Большунов А. В., Бурдули Н. М., Бурдули Н. Н., Валиев Р. Ш., Гиреева Е. Ю., Кехоева А. Ю., Кочетков А. В., Мазуркевич Е. А., Силюнов К. А., Стражев С. В., Суханова Ю. С., Тадтаева Д. Я., Фёдорова Т. А., Хадарцев А. А., Шаяхметова Т. А. [и др.]. Москва-Тверь, 2020. Сер. Эффективная лазерная терапия Том 5
25. Леонов Б.И., Хадарцев А. А., Гонтарев С. Н., Борисова О. Н., Веневцева Ю.Л., Агасаров Л. Г., Истомина И. С., Каменев Л. И., Варфоломеев М. А., Егиазарова И. П., Лысый В. М., Федоров С. Ю., Хижняк Л. Н., Щербаков Д. В., Коржук Н. Л., Хадарцев В. А. Восстановительная медицина: Монография / Под ред. А. А. Хадарцева, С. Н. Гонтарева, Л. Г. Агасарова. Тула: Изд-во ТулГУ — Белгород: ЗАО «Белгородская областная типография», 2011. Т. IV. 204 с
26. Москвин С.В., Хадарцев А. А. Лазерный свет — можно ли им навредить? (обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. 2016. № 3. С. 265–283. DOI: 10.12737/21772
27. Москвин С.В., Беляева Е. А., Купеев Р. В. Технология безопасной анальгетической терапии при подагрическом артрите. В сборнике: Диверсификация реабилитационно-восстановительных технологий. к 25-летию вузовского медицинского образования и науки Тульской области (сборник научных статей). Тула, 2017. С. 4–10.

28. Москвин С.В., Кончугова Т.В., Хадарцев А.А. Основные терапевтические методики лазерного освечения крови // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2017. Т. 94 (5). С. 10–17.
29. Москвин С.В., Хадарцев А.А. Возможные способы и пути повышения эффективности лазерофореза (обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2016. № 4. Публикация 8–10. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2016-4/8-10.pdf> (дата обращения 13.12.2016). DOI: 10.12737/23519
30. Наумова Э.М., Зилов В.Г., Агасаров Л.Г., Беляева Е.А. Оценка эффективности лазерофореза фитоэкдистероидов в реабилитологии // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2016. № 2. Публикация 2–7. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2016-2/2-7.pdf> (дата обращения 29.04.2016). DOI: 10.12737/19644
31. Сазонов А.С., Хадарцев А.А., Беляева Е.А. Устройства для экспериментальных исследований лазерофореза и электроионофореза // Вестник новых медицинских технологий. 2016. № 2. С. 178–181. DOI: 10.12737/20445
32. Терехов И.В., Бондарь С.С., Хадарцев А.А. Лабораторное определение внутриклеточных факторов противовирусной защиты при внебольничной пневмонии в оценке эффектов низкоинтенсивного СВЧ-излучения // Клиническая лабораторная диагностика. 2016. Т. 61. № 6. С. 380–384.
33. Терехов И.В., Бондарь С.С., Хадарцев А.А. Состояние рецепторзависимых сигнальных путей в агранулоцитах периферической крови реконвалесцентов внебольничной пневмонии под влиянием микроволнового излучения // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2016. Т. 93. № 3. С. 23–28.
34. Токарев А.Р., Фудин Н.А., Хадарцев А.А. К проблеме немедикаментозной коррекции спортивного стресса // Терапевт. 2018. № 11. С. 41–46.
35. Фудин Н.А., Москвин С.В., Беляева Е.А. Техническое обеспечение транскутанного проведения биологически активных веществ в спортивной медицине (обзор литературы). В сборнике: Диверсификация реабилитационно-восстановительных технологий. к 25-летию вузовского медицинского образования и науки Тульской области (сборник научных статей). Тула, 2017. С. 72–86.
36. Фудин Н.А., Хадарцев А.А. Итоги совместной научной работы НИИ Нормальной физиологии и медицинского института ТулГУ за 25 лет (1994–2019) (отчет). В сборнике: «Актуальные клинические исследования в новых условиях пандемии COVID-19». Сборник научных статей. Тула, 2020. С. 129–133.
37. Фудин Н.А., Хадарцев А.А., Москвин С.В. Транскраниальная электростимуляция и лазерофорез серотонина у спортсменов при сочетании утомления и психоэмоционального стресса // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2019. Т. 96. № 1. С. 37–42.
38. Фудин Н.А., Хадарцев А.А., Орлов В.А. Медико-биологические технологии в физической культуре и спорте. Москва: ООО Издательство «Спорт», 2018. 320 с.
39. Хадарцев А.А. Клеточные механизмы реконвалесценции при внебольничной пневмонии после воздействия низкоинтенсивного микроволнового излучения (литературный обзор) // Вестник новых медицинских технологий. 2019. № 1. С. 95–103. DOI: 10.24411/1609-2163-2019-16334.
40. Хадарцев А.А. Не медикаментозные технологии (рефлексотерапия, гирудотерапия, фитотерапия, физиотерапия). Германия: Palmarium Academic Publishing, 2012. 512 с.
41. Хадарцев А.А. Об эмерджентности в живых системах и идеях Уилера (обзор научной литературы) // Вестник новых медицинских технологий. 2019. № 1. С. 129–132. DOI: 10.24411/1609-2163-2019-16374
42. Хадарцев А.А. Слабые информационные воздействия как средства гармонизации функционального состояния организма // Клиническая медицина и фармакология. 2017. Т. 3. № 2. С. 41–46.
43. Хадарцев А.А., Агасаров Л.Г. Немедикаментозное лечение дорсопатий (обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2020. № 1. Публикация 3–5. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2020-1/3-5.pdf> (дата обращения 06.02.2020). DOI: 10.24411/2075-4094-2020-16602.
44. Хадарцев А.А., Борисова О.Н. Лечение эссенциальной артериальной гипертензии методом фитолазерофореза // Клиническая медицина и фармакология. 2017. Т. 3. № 2. С. 34–37.
45. Хадарцев А.А., Воронцова З.А., Есауленко И.Э., Дедов В.И., Гонтарев С.Н., Попов С.С., Свиридова О.А. Морфофункциональные соотношения при воздействии импульсных электромагнитных полей. Монография / Тула-Белгород, 2012.
46. Хадарцев А.А., Карташова Н.М., Кидалов В.Н., Филатова И.В., Митрофанов И.В. Лазерофорез биологически активных веществ и электромиостимуляция в восстановительной медицине при спортивных травмах // Актуальные вопросы восстановительной медицины. 2005. № 1. С. 24–27.
47. Хадарцев А.А., Купеев В.Г., Москвин С.В. Фитолазерофорез. М.-Тверь, 2016. 96 с.
48. Хадарцев А.А., Токарев А.Р. Реабилитация после перенесенного нового инфекционного заболевания COVID-19. Тула, 2021.
49. Хадарцев А.А., Фудин Н.А. Психоэмоциональный стресс в спорте. Физиологические основы и возможности коррекции (обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2015. № 3. Публикация 8–4. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-3/5256.pdf> (дата обращения 30.09.2015). DOI: 10.12737/13378.
50. Хадарцев А.А., Фудин Н.А., Москвин С.В. Электролазерная миостимуляция и лазерофорез биологически активных веществ в сорте // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2016. Т. 93, № 2. С. 59–67.
51. Хадарцев А.А., Грязев М.В., Куротченко Л.В., Куротченко С.П., Луценко Ю.А., Субботина Т.И.,

- Яшин А. А. Экспериментальная магнитобиология: воздействие полей сложной структуры: Монография / Под ред. Т. И. Субботиной и А. А. Яшина. Москва — Тверь — Тула: Изд-во ООО «Триада», 2007. 112 с. (Серия «Экспериментальная электромагнитобиология», вып. 2)
52. Moskvin S.V., Khadartsev A. A. Laser blood illumination. the main therapeutic techniques. Moscow–Tver, 2018.
53. Moskvin S.V., Khadartsev A. A. Lasmik laser biorevitalization: mechanisms and therapeutic experience // Dermatology Reports. 2021. Т. 12. № 3. С. 82–87.

ELECTROMAGNETIC RADIATION IN REHABILITATION (a brief review of the publications of scientists of the TuSU Medical Institute for 10 years)

D. V. IVANOV, B. G. VALENTINOV, E. A. BELYAEVA, O. N. BORISOVA

The brief review provides information about the publications of scientists of the Tula Scientific School in the field of the development of rehabilitation and restorative electro-magnetic technologies in the interests of clinical medicine. Low-intensity laser radiation, laserophoresis, extreme high-frequency, ultrahigh-frequency, electrolaser exposure — electrolaser myostimulation — provided significant clinical effect in various diseases, in improving athletic performance in athletes of various sports.

Keywords: *laserophoresis, low-energy laser radiation, electro-magnetic radiation, electromyostimulation.*