



DOI: <https://doi.org/10.15688/jvolsu11.2016.3.7>

УДК 61.612

ББК 51.1(2)2

ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА

Ольга Анатольевна Рудыкина

Кандидат медицинских наук, младший научный сотрудник лаборатории клинической психологии, Научно-исследовательский институт клинической и экспериментальной ревматологии
rheuma@vlpost.ru
ул. Землячки, 76, 400138 г. Волгоград, Российская Федерация

Ростислав Александрович Грехов

Доктор медицинских наук, заведующий лабораторией клинической психологии, Научно-исследовательский институт клинической и экспериментальной ревматологии
rheuma@vlpost.ru
ул. Землячки, 76, 400138 г. Волгоград, Российская Федерация

Галина Павловна Сулейманова

Кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник лаборатории клинической психологии, Научно-исследовательский институт клинической и экспериментальной ревматологии
sgppp22@yandex.ru
ул. Землячки, 76, 400138 г. Волгоград, Российская Федерация;
доцент кафедры психологии,
Волгоградский государственный университет
просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация

Екатерина Ивановна Адамович

Ассистент кафедры стоматологии детского возраста,
Волгоградский государственный медицинский университет
rheuma@vlpost.ru, cheremuha07@gambler.ru
пл. Павших Борцов, 1, 400131 г. Волгоград, Российская Федерация

Аннотация. В статье раскрываются физиологические параметры и возможности использования электромагнитных колебаний и их влияние на организм человека. Магнитотерапия занимает одно из ведущих мест среди традиционных физиотерапевтических методов лечения, применяется для электромагнитного терапевтического воздействия на живые организмы в целях стимуляции их жизнедеятельности и защиты от фонового электромагнитного излучения. Объясняется это не только возможностью бесконтактного воздействия со значительной глубиной проникновения в ткани, хорошей переносимостью процедур, минимальным количеством противопоказаний, но и возможностью оптимизировать воздействие в соответствии с последними достижениями в области физиологии, магнитобиологии и физиотерапии. Бегущее магнитное поле, обладающее наибольшим числом биотропных параметров, является наиболее перс-

пективным с точки зрения его биологической активности. Многочисленные публикации в этой области свидетельствуют о том, что электромагнитные поля влияют на биологические системы разного уровня, такие как высшие центры нервной и гуморальной регуляции, на биотоки мозга и сердца, на проницаемость биологических мембран, на свойства водных и коллоидных систем организма. Среди систем организма наибольшей чувствительностью к магнитному полю обладают системы крови, сосудистая, эндокринная и центральная нервная системы, различные звенья иммунной системы человека и животных.

Ключевые слова: физиотерапевтический метод, магнитное поле, электромагнитные колебания, механизм магнитобиологических эффектов, живые организмы, биологические системы организма, электромагнитобиология, биотропные параметры.

В последние годы магнитотерапия занимает одно из ведущих мест среди традиционных физиотерапевтических методов, успешно дополняя или заменяя в ряде случаев ультравысокочастотную терапию, электротерапию, ультразвук. Объясняется это не только возможностью бесконтактного воздействия со значительной глубиной проникновения в ткани, хорошей переносимостью процедур, минимальным количеством противопоказаний, но и возможностью оптимизировать воздействие в соответствии с последними достижениями в области физиологии, магнитобиологии и физиотерапии. В современной медицине прослеживается четкая зависимость: чем выше уровень знаний о биофизических свойствах полей, тем шире они применяются в здравоохранении.

Развитие и совершенствование физических методов диагностики и лечения, нашедших применение в теоретических медико-биологических исследованиях и практической медицине, способствуют возникновению новых взглядов как на функционирование связей живых организмов с внешней средой, так и на внутриорганизменные взаимоотношения, осуществляемые с помощью электромагнитных полей [13; 25; 27]. В современной физиотерапии используется в основном четыре вида физических полей: электрическое (как правило, для электрофореза), электромагнитное (включая лазерное, ультравысокочастотное, световое), магнитное и акустическое (чаще всего ультразвук). Очевидно, что заманчиво использовать их сочетание. Например, электрического и магнитного полей для увеличения концентрации препарата в патологической зоне при местном его применении. Но не толь-

ко этим привлекает магнитное поле – доказано его выраженное противоотечное и спазмолитическое действие, улучшающее микроциркуляцию и рассасывающее, улучшающее метаболизм и проводимость аксонов ганглиозных клеток (см.: [4; 8; 10; 12; 19; 23; 25]).

Электромагнитобиология интенсивно развивается со второй половины XX столетия. Многочисленные публикации в этой области свидетельствуют о том, что электромагнитные поля влияют на биологические системы разного уровня организации, от вируса до биосферы (см.: [1; 12–16; 21; 23; 26; 27]).

Большое значение для развития магнитобиологии и магнитотерапии имеет прогресс в современной диагностической технике, благодаря которой доказано наличие у магнитных полей выраженной биологической активности, лечебного и профилактического действия (см.: [3; 19; 23–25]). В настоящее время опубликовано более нескольких тысяч работ по магнитотерапии. Хотя до настоящего времени остается некоторая неопределенность наших знаний о взаимодействии магнитных полей с органами и клеточными структурами, а также о том, как происходит трансформация физической энергии магнитного поля в реакцию организма – целостной высокоорганизованной системы. Общность существующих теорий электромагнитного воздействия заключается в признании адаптивно-приспособительных реакций на функциональном и структурном уровнях организации человека в ответ на адекватное применение магнитного поля [4; 13–15].

Хотя в организме не найдено специальных рецепторных зон, воспринимающих электромагнитные колебания, есть достоверные сведения о влиянии естественных магнитных

полей на высшие центры нервной и гуморальной регуляции, биотоки мозга и сердца, проницаемость биологических мембран, свойства водных и коллоидных систем организма. Полагают, что основной «точкой приложения» совокупности физико-химических реакций, возникающих в ответ на магнитное поле и процессы трансформации энергии, являются биологические мембраны [3; 4; 8].

В настоящее время можно считать установленным фактом, что воздействие магнитного поля на живой организм, его биологическая активность определяется набором биотропных параметров этого поля. Основными из них являются:

- 1) интенсивность (напряженность);
- 2) градиент (скорость нарастания);
- 3) вектор (направление);
- 4) экспозиция;
- 5) частота;
- 6) форма импульса;
- 7) локализация.

Понятие оптимальной физиотерапии впервые введено В.С. Улащиком, когда он сформулировал принцип оптимальности для воздействия физических факторов на биологический объект [13]. Оптимальной является та физиотерапия, при которой выполняются два и более условий оптимальности.

Основными являются следующие условия оптимальности:

1. Динамичность воздействия. Процессы, протекающие в органах и тканях, имеют динамический характер, поэтому динамические (движущиеся, бегущие) воздействия наиболее приближены к естественным условиям и легче усваиваются теми или иными системами организма.

2. Резонансность воздействия. Любое физическое воздействие лучше усваивается организмом, если его частотные параметры совпадают или близки к частотам функционирования той или иной системы организма. Универсальные частоты, обладающие наибольшей биологической активностью: 1–1,5 Гц – частота нормального ритма сердечно-сосудистой системы и 8–10 Гц – частота альфа-ритма электроэнцефалограммы мозга.

3. Многоканальность воздействия. Физическое воздействие будет более эффективно, если на один и тот же орган воздействовать

с разных сторон или через разные системы организма.

4. Сочетанность воздействия. Доказано, что различные физические факторы могут потенцировать друг друга и давать результирующий эффект выше суммарного.

Хорошо сочетается с магнитотерапией и лазерное излучение. Следует сразу оговориться, что для такого сочетания подходит не любое, а только биотропно насыщенное поле, лучше всего бегущее. Использование лазерного излучения в сочетании с постоянным полем лишено смысла, поскольку постоянное поле требует экспозиции не менее 30 мин, в то время как экспозиция лазерного излучения составляет, как правило, 2–3 минуты.

Основу современных представлений о влиянии магнитного поля на живой организм составляет концепция действия поля как раздражителя. На это раздражение организм отвечает адаптационной реакцией тренировки, активации или стресса [11; 23; 24]. Формирование той или иной реакции определяется набором биотропных параметров магнитного поля и индивидуальной восприимчивостью к нему. Тип адаптационной реакции в ответ на раздражение определяли по анализу крови.

Опыты на животных хорошо иллюстрируют важность формирования реакции активации при воздействии на них переменным магнитным полем. Так после воздействия в течение 2–3 месяцев этого поля на голову пожилых крыс животные становились подвижными и бодрыми. Омоложения удалось добиться в результате преодоления хронического стресса, характеризующего старость, и развития реакции активации, характерной для молодого организма. Развитие реакции активации в данном эксперименте сопровождалось изменением соотношения нейтрофилов и лимфоцитов в крови, увеличением тимуса, повышением активности щитовидной железы и половых желез [13].

Среди адаптационных реакций организма различают реакции местного характера (участка тела) и общего (всего организма). Так, слабые магнитные поля при малой экспозиции способны не менее активно влиять на формирование реакции организма, чем поля средней силы, если их воздействие носит не местный, а общий характер, включая гипота-

лабус как наиболее чувствительный к воздействию поля отдел мозга.

Наряду с теорией, основанной на адаптационных реакциях в ответ на раздражение, существуют и другие представления о механизме действия магнитных полей, не противоречащие основной принятой концепции. Несомненно, что магнитное поле, особенно низкочастотное, влияет на движение заряженных частиц (ионы, электроны) в потоке биологических жидкостей (кровь, лимфа, межклеточная и внутриклеточная жидкость). Дополнительная сила, действующая на заряженные частицы, вызывает их дополнительное перемещение и реализуется как силовое воздействие поля. Дополнительное перемещение заряженных частиц стимулирует процессы переноса, метаболизма, активизируя процессы диффузии. Так, разность потенциалов на границе клеточной мембраны зависит от соотношения положительно и отрицательно заряженных частиц вблизи этой границы. Изменение соотношения частиц и разности потенциалов неизбежно приведет к изменению $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ насоса и метаболизма клетки. Существующие результаты исследований свидетельствуют о нормализующем влиянии низкочастотного поля на проницаемость клеточной мембраны [2; 12]. Имеются гипотезы, объясняющие изменение ферментативной активности вследствие изменения угла связи парамагнитных молекул в переменном магнитном поле, такого как тетраэдрический угол связи углерода [13].

Наибольшее влияние переменного магнитного поля оказывается на диполь-дипольное, ион-дипольное взаимодействие, что особенно существенно для биохимических процессов, протекающих преимущественно в водной среде, имеющей дипольную структуру [13]. В водной структуре могут образовываться гексааквакомплексы кальция. В литературе встречается гипотеза наличия так называемого резонанса Джэкобсона, суть которой заключается в том, что ионы в биологических объектах описывают сильно закрученные спиральные перемещения, перпендикулярные внешнему переменному магнитному полю. Кроме того, в переменном магнитном поле ионы кальция и водорода ускоряются, как в циклотроне. Автор

этой гипотезы считает данное явление универсальным.

Эти данные соответствуют гипотезе С.А. Павловича и Ю.А. Якубчика о связи величины магнитной восприимчивости тканей и органо-тканевого диамагнетизма с уровнем противоионной резистентности (см.: [7]). Таким образом, очевидно, что магнитное поле воздействует на биомолекулы и биохимические процессы, что, несомненно, сказывается на структуре и функции клеток.

Ответ живых клеток на воздействие сверхнизкочастотных экзогенных полей, интенсивность которых на несколько порядков ниже локальных эндогенных полей, связанных с термической флюктуацией, пытаются объяснить гипотезой, согласно которой живая клетка реагирует на магнитное поле, пространственно когерентное с ее поверхностью. В результате значительное число рецепторов должно активироваться, чтобы вызвать биохимический ответ [6; 13].

В целом о действии магнитного поля на клетки можно говорить как о неспецифическом, зависящем от биотропных параметров, если речь идет о магнитном поле средней и большой интенсивности. Если на клетку действуют переменные магнитного поля с частотой и интенсивностью, близкой к таковым, магнитного поля самой клетки, основное значение имеют резонансные явления, то есть сильный биологический ответ на магнитное поле с определенными биотропными параметрами. Максимальной чувствительностью к магнитному полю обладают клетки с высоким уровнем энергетического обмена, то есть быстро размножающиеся клетки (отсюда и противоопухолевый эффект, действие его на эмбрионы в ранних стадиях, приводящее к их гибели или развитию уродств и т. д.), а также клетки нервной системы, которые наиболее чувствительны к нарушениям энергетического обмена (см.: [4; 6; 8; 13; 15]).

Предлагаются три основных вида физиологического эффекта под действием магнитного поля [11; 13]:

– магнитогидродинамический, торможение циркуляции крови и других жидкостей, возникновение электродвижущей силы при действии магнитного поля на движущуюся в соуде кровь;

– упругие вибрации нервных, мышечных элементов при распространении в них биоэлектрических импульсов, вызывающие искажение и задержку самих импульсов;

– ориентационные и концентрационные явления биологически активных веществ в растворах.

Биологические эффекты магнитных полей изучаются на всех уровнях организма начиная от субмолекулярного и до системных проявлений. Среди систем организма наибольшей чувствительностью к магнитному полю обладают системы крови, сосудистая, эндокринная, костно-мышечная и центральная нервная системы (см.: [2; 4; 8–10; 12; 14; 15; 18; 19; 21]). В последние годы получены интересные данные по чувствительности к магнитному полю различных звеньев иммунной системы человека и животных.

Оценивая результаты многочисленных работ, можно заключить, что наиболее характерными реакциями крови в ответ на воздействие магнитных полей являются изменения в эритроидной системе [2; 12]. Независимо от напряженности поля и длительности воздействия наблюдались явления ретикулоцитоза. Изменение числа ретикулоцитов служит показателем интенсивности регенераторных процессов в системе красной крови. Под влиянием магнитного поля происходят изменения в системе свертывания крови, характер которых определяется исходным состоянием этой системы и чаще всего ведет к нормализации процесса свертывания [12]. Изменения микроциркуляции объясняют тем, что магнитное поле действует на гладкомышечные элементы, вызывая спазм резистивных сосудов, в сочетании с действием на нервные волокна, нарушая проведение импульса, что тоже способствует спазму. Расширение мелких капилляров является пассивной компенсаторной реакцией на повышение давления в более крупных сосудах. Снижение артериального давления во многом объясняется активацией вегетативной нервной системы и регуляторных центров центральной нервной системы [4]. Благоприятное действие магнитного поля на микроциркуляцию и реактивность сосудов выражается также в их нормализующем влиянии на тонус и параметры микроциркуляции. Так в магнитном поле отмечено изменение

скорости кровотока в артериолах, прекапиллярах и капиллярах, увеличение емкости сосудистой системы, увеличение диаметров капилляров и густоты капиллярных петель, ускорение образования коллатерального русла [9; 12].

Реакция эндокринной системы выражается в повышении активности гормонального и медиаторного звеньев симпато-адреналовой системы (САС), при этом ведущая роль в формировании реакции эндокринной системы принадлежит гипоталамическим центрам. Также, как и в реакции систем крови и сосудов, выявлено нормализующее влияние магнитного поля на САС организма [4].

Течение инфекционных процессов оказывается более благоприятным в магнитном поле, особенно в присутствии бактериостатиков и биогенных стимуляторов. Такой результат объясняется стимуляцией иммунологической реактивности или ее нормализацией под влиянием поля [12; 13; 15]. Объяснить более легкое течение инфекционных процессов в магнитном поле его влиянием на микроорганизмы не удастся, так как сведения о магниторостовых характеристиках бактерий очень отрывочны и противоречивы. Пока можно утверждать лишь то, что поле оказывает влияние на метаболизм и рост клеток микроорганизмов. Действие магнитного поля на конкретный организм зависит от конституциональных особенностей организма, что находит свое подтверждение в экспериментальных работах [4; 11].

Организм является саморегулирующейся структурой и способен нивелировать различные внешние воздействия. Магнитное поле не является необычным раздражителем, так как организм постоянно находится в магнитном поле Земли и имеет собственные магнитные поля, поэтому использование поля в лечебных целях может быть весьма перспективным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агаджанян, Н. А. Магнитное поле земли и организм человека / Н. А. Агаджанян, И. И. Макарова // Экология человека. – 2005. – № 9. – С. 3–9.
2. Влияние электромагнитного излучения с частотой 900 МГц на некоторые показатели крови

/ С. А. Баджиян, М. Г. Малакян, Д. Э. Егиазарян [и др.] // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2013. – Т. 53, № 1. – С. 63–70.

3. Готовский, М. К. Биорезонансная терапия / М. К. Готовский, Ю. Ф. Перов, Л. В. Чернецова. – М. : ИМЕДИС, 2008. – 176 с.

4. Денисенко, Ю. П. Влияние электромагнитных полей на функциональное состояние центральной нервной системы спортсменов / Ю. П. Денисенко, Ю. В. Высочин // Теория и практика физической культуры. – 2005. – № 12. – С. 31–32.

5. Использование магнитодоменных пленок феррит гранатов для лабораторной диагностики грибковых заболеваний кожи и ногтей / Е. Е. Брагина, О. П. Кузовлев, В. Т. Мозжечков, Н. П. Пономарева // Вестник дерматологии и венерологии. – 2003. – № 4. – С. 13–15.

6. Киричук, В. Ф. Закономерности и механизмы биологического действия электромагнитных волн терагерцевого диапазона / В. Ф. Киричук, А. А. Цымбал. – Саратов : Саратов. гос. мед. ун-т, 2015. – 292 с.

7. Кочиева, Э. Р. Оценка действия на биологические объекты электромагнитных излучений промышленной частоты : дис. ... канд. биол. наук / Кочиева Элина Романовна. – Владикавказ, 2006. – 139 с.

8. Лукьянова, С. Н. К вопросу о степени участия различных отделов головного мозга в реакциях на магнитное и электромагнитное поля малых уровней / С. Н. Лукьянова, А. В. Меркулов // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2012. – Т. 52, № 6. – С. 608–615.

9. Оценка лечебного воздействия структурно-резонансной электромагнитной терапии на микроциркуляторные нарушения у больных системной склеродермией / Р. А. Грехов, С. А. Харченко, Г. П. Сулейманова, И. А. Зборовская // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 7 (ч. 1). – С. 38–41.

10. Перов, С. Ю. Исследование функционального состояния отдельных систем организма при воздействии низкоинтенсивного радиочастотного электромагнитного поля / С. Ю. Перов, О. В. Белая, Е. В. Богачева // Вестник новых медицинских технологий. – 2015. – Т. 9, № 3.

11. Пономаренко, Г. Н. Биофизические основы физиотерапии / Г. Н. Пономаренко, И. И. Турковский. – М. : Медицина, 2006. – 176 с.

12. Симаков, Ю. Г. Действие импульсных электромагнитных полей с частотой 15 гц на «монетные столбики» эритроцитов и на активность клеточного иммунитета в крови человека / Ю. Г. Симаков, К. Г. Бунин // Физиотерапевт. – 2014. – № 5. – С. 3–7.

13. Улащик, В. С. Магнитотерапия: современные представления о механизмах действия магнит-

ных полей на организм / В. С. Улащик // Здоровоохранение. – 2015. – № 11. – С. 21–29.

14. Чучалин, А. Г. Глобальная стратегия лечения и профилактики бронхиальной астмы / А. Г. Чучалин. – М. : Атмосфера, 2007. – 104 с.

15. Шилкова, Т. В. Влияние электромагнитного поля радиочастотного диапазона на уровень гемоглобина крови экспериментальных животных / Т. В. Шилкова, А. В. Овчинникова, Д. З. Шибкова // В мире научных открытий. – 2014. – № 2 (50). – С. 387–393.

16. Adey, W. R. Potential therapeutic applications of non thermal electromagnetic fields: ensemble organization of cells in tissue as a factor in biological field sensing / W. R. Adey, P. S. Rosch, M. S. Markov // Bioelectromagnetic Medicine. – N. Y. : Marcel Dekker, 2004. – P. 1–14.

17. Belyaev, I. Biophysical mechanisms for nonthermal microwave effects / I. Belyaev, M. S. Markov // Electromagnetic Fields in Biology and Medicine. – N. Y., 2015. – 476 p.

18. Chronotoxicity of 1800 MHz microwave radiation on sex hormones and spermatogenesis in male mice / L. Chen, F. Qin, Y. Chen [et al.] // Wei. Sheng. Yan. Jiu. – 2014. – Vol. 43, № 1. – P. 110–115.

19. Clinical and psychological evaluation of the efficiency of structural-resonant electromagnetic therapy in complex treatment of patients suffering from idiopathic ankylosing spondyloarthritis / O. A. Rudykina, E. G. Cherkesova, J. V. Yashina [et al.] // Annals of the Rheumatic Diseases. – 2009. – Vol. 68, suppl. III. – P. 722.

20. Effect of pulsed electromagnetic fields on proteoglycan biosynthesis of articular cartilage is age dependent / K. Bobacz, W. B. Graninger, L. Amoyo, J. S. Smolen // Ann. Rheum. – 2006. – № 65. – P. 949–951.

21. Electromagnetic interventions in musculoskeletal disorders / N. Bachl, G. Ruoff, B. Wessner, H. Tschann // Clin. Sports Med. – 2008. – № 27. – P. 87–105.

22. Furse, C. Basic introduction to bioelectromagnetics / C. Furse, D. A. Christensen, C. H. Durney. – 2nd ed. – Boca Raton : CRC Press, 2009. – 273 p.

23. Habash, R. Bioeffects and therapeutic applications of electromagnetic energy / R. Habash. – Boca Raton : CRC Press, 2007. – 288 p.

24. Markov, M. S. Electromagnetic fields in biology and medicine / M. S. Markov. – N. Y., 2015. – 476 p.

25. Neuronal cellular responses to extremely low frequency electromagnetic field exposure: Implications regarding oxidative stress and neurodegeneration / M. Reale, M. A. Kamal, A. Patruno [et al.] // PLoS ONE. – 2014. – № 9 (8). – DOI: 10.1371/journal.pone.0104973.

26. The effect of pulsed electromagnetic radiation from mobile phone on the levels of monoamine neurotransmitters in four different areas of rat brain

/H. S. Aboul Ezz, Y. A. Khadrawy, N. A. Ahmed [et al.] // Eur Rev Med Pharmacol Sci. – 2013. – Vol. 17, № 13. – P. 1782–1788.

27. Zastosowanie Pol Magnetycznych w Medycynie / ed. A. Sieron. – Bielsko-Bialo, 2000. – 123 p.

REFERENCES

1. Agadzhanian N.A., Makarova I.I. Magnitnoe pole zemli i organizm cheloveka [The Magnetic Field of the Earth and the Human Body]. *Ekologiya cheloveka*, 2005, no. 9, pp. 3-9.

2. Badzhinyan S.A., Malakyan M.G., Egiazaryan D.E. Vliyanie elektromagnitnogo izlucheniya s chastotoy 900 MGts na nekotorye pokazateli krovi [The Influence of Electromagnetic Radiation with a Frequency of 900 MHz on Some Blood Parameters]. *Radiatsionnaya biologiya. Radioekologiya*, 2013, vol. 53, no. 1, pp. 63-70.

3. Gotovskiy M.K., Perov Yu.F., Chernetsova L.V. *Biorezonansnaya terapiya* [Bioresonance Therapy]. Moscow, IMEDIS Publ., 2008. 176 p.

4. Denisenko Yu.P., Vysochin Yu.V. Vliyanie elektromagnitnykh poley na funktsionalnoe sostoyanie tsentralnoy nervnoy sistemy sportsmenov [The Impact of Electromagnetic Fields on the Functional State of the Central Nervous System of Sportsmen]. *Teoriya i praktika fizicheskoy kultury*, 2005, no. 12, pp. 31-32.

5. Bragina E.E., Kuzovlev O.P., Mozzhechkov V.T., Ponomoreva N.P. Ispolzovanie magnitodomennykh plenok ferrit granatov dlya laboratornoy diagnostiki gribkovykh zabolevaniy kozhi i nogtey [Using Magnet-Field Garnet Ferrite Films for Laboratory Diagnosis of Fungal Diseases of Skin and Nails]. *Vestnik dermatologii i venerologii*, 2003, no. 4, pp. 13-15.

6. Kirichuk V.F., Tsymbal A.A. *Zakonomernosti i mekhanizmy biologicheskogo deystviya elektromagnitnykh voln teragertsevoogo diapazona* [Patterns and Mechanisms of Biological Action of Electromagnetic Waves of Terahertz Range]. Saratov, Sarat. gos. med. un-t, 2015. 292 p.

7. Kochieva E.R. *Otsenka deystviya na biologicheskie obyekty elektromagnitnykh izlucheniya promyshlennoy chastoty: dis. ... kand. biol. nauk* [Assessment of Impact of Industrial-Frequency Electromagnetic Radiation on Biological Objects. Cand. biol. sci. diss.]. Vladikavkaz, 2006. 139 p.

8. Lukyanova S.N., Merkulov A.V. K voprosu o stepeni uchastiya razlichnykh otdelov golovnoy mozga v reaktsiyakh na magnitnoe i elektromagnitnoe polya malykh urovney [On the Degree of Participation of the Different Parts of Brain in Reaction to Magnetic and Electromagnetic Fields of Low Levels]. *Radiatsionnaya biologiya. Radioekologiya*, 2012, vol. 52, no. 6, pp. 608-615.

9. Grekhov R.A., Kharchenko S.A., Suleymanova G.P., Zborovskaya I.A. Otsenka lechebnogo vozdeystviya strukturno-rezonansnoy elektromagnitnoy terapii na mikrotsirkulyatornye narusheniya u bolnykh sistemnoy sklerodermiey [Evaluation of Therapeutic Effects of Structural Resonance Electromagnetic Therapy on Microcirculation Disorders in Patients With Systemic Sclerosis]. *Fundamentalnye issledovaniya*, 2014, no. 7 (part 1), pp. 38-41.

10. Perov S.Yu., Belaya O.V., Bogacheva E.V. Issledovanie funktsionalnogo sostoyaniya otdelnykh sistem organizma pri vozdeystvii nizkointensivnogo radiochastotnogo elektromagnitnogo polya [The Study of the Functional State of Individual Systems of the Body When Exposed to Low-Intensity Radio-Frequency Electromagnetic Field]. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy*, 2015, vol. 9, no. 3.

11. Ponomarenko G.N., Turkovskiy I.I. *Biofizicheskie osnovy fizioterapii* [Biophysical Basics of Physiotherapy]. Moscow, Meditsina Publ., 2006. 176 p.

12. Simakov Yu.G., Bunin K.G. Deystvie impulsnykh elektromagnitnykh poley s chastotoy 15 gts na «monetnye stolbiki» eritrotsitov i na aktivnost kletochnoy immuniteta v krovi cheloveka [Impact of Impulse Electromagnetic Fields at 15 Hz to “Coin Columns” of Erythrocytes and Cellular Immune Activity in Human Blood]. *Fizioterapevt*, 2014, no. 5, pp. 3-7.

13. Ulashchik V.S. Magnitoterapiya: sovremennye predstavleniya o mekhanizмах deystviya magnitnykh poley na organizm [Magnetic Therapy: Current Understanding of the Mechanisms of Magnetic Fields' Influence on the Body]. *Zdravookhranenie*, 2015, no. 11, pp. 21-29.

14. Chuchalin A.G. *Globalnaya strategiya lecheniya i profilaktiki bronkhialnoy astmy* [Global Strategy for the Treatment and Prevention of Asthma]. Moscow, Atmosfera Publ., 2007. 104 p.

15. Shilkova T.V., Ovchinnikova A.V., Shibkova D.Z. Vliyanie elektromagnitnogo polya radiochastotnogo diapazona na uroven gemoglobina krovi eksperimentalnykh zivotnykh [Influence of Electromagnetic Field of Radio Frequency Band to the Level of Hemoglobin in the Blood of Experimental Animals]. *V mire nauchnykh otkrytiy*, 2014, no. 2 (50), pp. 387-393.

16. Adey W.R., Rosch P.S., Markov M.S. Potential therapeutic applications of nonthermal electromagnetic fields: Ensemble organization of cells in tissue as a factor in biological field sensing. *Bioelectromagnetic Medicine*. New York, Marcel Dekker, 2004, pp. 1-14.

17. Belyaev I., Markov M.S. Biophysical mechanisms for nonthermal microwave effects. *Electromagnetic fields in Biology and Medicine*. New York, 2015. 476 p.

18. Chen L., Qin F., Chen Y., Sun J., Tong J. Chronotoxicity of 1800 MHz microwave radiation on sex hormones and spermatogenesis in male mice. *Wei. Sheng. Yan. Jiu.*, 2014, vol. 43, no. 1, pp. 110-115.
19. Rudykina O.A., Cherkesova E.G., Yashina J.V., et al. Clinical and psychological evaluation of the efficiency of structural-resonant electromagnetic therapy in complex treatment of patients suffering from idiopathic ankylosing spondyloarthritis. *Annals of the Rheumatic Diseases*, 2009, vol. 68, Supplement III, p. 722.
20. Bobacz K., Graninger W.B., Amoyo L., Smolen J.S. Effect of pulsed electromagnetic fields on proteoglycan biosynthesis of articular cartilage is age dependent. *Ann. Rheum.*, 2006, no. 65, pp. 949-951.
21. Bachl N., Ruoff G., Wessner B., Tschan H. Electromagnetic interventions in musculoskeletal disorders. *Clin. Sports. Med.*, 2008, no. 27, pp. 87-105.
22. Furse C., Christensen D.A., Durney C.H. *Basic Introduction to Bioelectromagnetics*. Boca Raton, CRC Press, 2009. 273 p.
23. Habash R. *Bioeffects and Therapeutic Applications of Electromagnetic Energy*. Boca Raton, CRC Press, 2007. 288 p.
24. Markov M.S. *Electromagnetic Fields in Biology and Medicine*. New York, 2015. 476 p.
25. Reale M., Kamal M.A., Patruno A., et al. Neuronal Cellular Responses to Extremely Low Frequency Electromagnetic Field Exposure: Implications Regarding Oxidative Stress and Neurodegeneration. *PLoS ONE*, 2014, no. 9 (8). DOI: 10.1371/journal.pone.0104973.
26. Aboul Ezz H.S., Khadrawy Y.A., Ahmed N.A., et al. The effect of pulsed electromagnetic radiation from mobile phone on the levels of monoamine neurotransmitters in four different areas of rat brain. *Eur Rev Med Pharmacol Sci.*, 2013, vol. 17, no. 13, pp. 1782-1788.
27. Sieron A., ed. *Zastosowanie Pol Magnetycznych w Medycynie*. Bielsko-Bialo, 2000. 123 p.

ELECTROMAGNETIC FIELD AND ITS INFLUENCE ON PHYSIOLOGY OF HUMAN BODY

Olga Anatolyevna Rudykina

Candidate of Medical Sciences, Junior Researcher, Laboratory of Clinical Psychology,
Research Institute for Clinical and Experimental Rheumatology
rheuma@vlpost.ru
Zemlyachki St., 76, 400138 Volgograd, Russian Federation

Rostislav Aleksandrovich Grekhov

Doctor of Medical Sciences, Head of Laboratory of Clinical Psychology,
Research Institute for Clinical and Experimental Rheumatology
rheuma@vlpost.ru
Zemlyachki St., 76, 400138 Volgograd, Russian Federation

Galina Pavlovna Suleymanova

Candidate of Medical Sciences, Leading Researcher, Laboratory of Clinical Psychology,
Research Institute for Clinical and Experimental Rheumatology
sgppp22@yandex.ru
Zemlyachki St., 76, 400138 Volgograd, Russian Federation;
Associate Professor, Department of Psychology,
Volgograd State University
Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation

Ekaterina Ivanovna Adamovich

Assistant, Department of Pediatric Dentistry,
Volgograd State Medical University
rheuma@vlpost.ru, cheremuha07@rambler.ru
Pavshikh Bortsov Sq., 1, 400131 Volgograd, Russian Federation

Abstract. The article reveals the physiological parameters and the possibility of the use of electromagnetic waves and their impact on the human body. Magnetotherapy is one of the leading traditional physiotherapy treatments, which is used for electromagnetic therapeutic effects on living organisms in order to stimulate their vital functions and to protect from the background electromagnetic radiation. The reason is not only the possibility of non-contact exposure with significant depth of penetration into the tissue, well tolerated treatments, the minimum number of contraindications, but also an opportunity to optimize the impact according to the latest developments in the field of physiology, magnetobiology and physiotherapy. Running magnetic field, having the largest number of biotropic parameters, is the most promising in terms of its biological activity. Numerous publications in this area suggest that electromagnetic fields affect biological systems of different levels, such as the higher centers of the nervous and humoral regulation, biological electricity of brain and heart, the permeability of biological membranes, and on the properties of aqueous and colloidal systems of the body. The most sensitive body systems to the magnetic field are a blood system, cardiovascular, endocrine and central nervous system, the various parts of the immune system of humans and animals.

Key words: physiotherapeutic method, magnetic field, electromagnetic waves, mechanism of biomagnetic effects, living organisms, biological systems of the body, electromagnetic biology, biotropic parameters.