

ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О МЕХАНИЗМАХ ДЕЙСТВИЯ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА ЖИВЫЕ СИСТЕМЫ

IDEAS ABOUT THE MECHANISMS OF ACTION OF MAGNETIC FIELDS ON LIVING SYSTEMS

V. Gassieva

Summary. The article reveals the mechanisms of action of magnetic fields on living systems. The scientific experiments on magnetobiology, which allowed to reveal the mechanisms of action of magnetic fields on living organisms belonging to various systematic groups, are presented. Hypotheses about the mechanisms of action of magnetic fields on living systems are described.

Keywords: geomagnetic field, geomagnetic field, living systems.

Гассиева Валентина Васильевна

Соискатель, Северо-Осетинский государственный университет имени К. Л. Хетагурова
valya.gassieva@yandex.ru

Аннотация. В статье раскрыты механизмы действия магнитных полей на живые системы. Представлены научные эксперименты по магнитобиологии, которые позволили раскрыть механизмы действия магнитных полей на живые организмы, относящихся к различным систематическим группам. Описаны гипотезы о механизмах действия магнитных полей на живые системы.

Ключевые слова: геомагнитное поле, гипомагнитное поле, живые системы.

В настоящее время внимание исследователей, изучающих влияние магнитных полей на живые системы, привлекают вопросы механизмов их действия. Ученые по-разному объясняли механизмы действия магнитных полей в зависимости от их характеристик. Учитывая противоречивость результатов исследований, выполненных разными авторами, следует отметить, что до сих пор нет однозначного понимания механизмов воздействия слабых магнитных полей на живые системы. Раскроем некоторые гипотезы механизмов действия магнитных полей на живые организмы.

Известно, что неоднородность магнитного поля ведет к появлению общей реакции. Облегчает реакцию на магнитное поле и делает ее эффективной в случае меньших напряженностей наличие градиента. Например, при обработке яиц морского ежа однородным магнитным полем в 30000 э эффекты не обнаруживаются, в то время как поле в 8800 э, но с градиентом, приводит к определенному угнетающему эффекту [5].

Механизм действия слабого магнитного поля невозможно объяснить механическим эффектом на движущуюся протоплазму аналогично тому, как это осуществляется в условиях действия сильного поля. Объясняя механизм действия слабых магнитных полей на растения, Ю.И. Новицкий указывал на особую чувствительность к магнитному полю коллоидных структур протоплазмы [3]. Я.Г. Дорфман выдвинул гипотезу, согласно которой анизотропные макромолекулы в условиях действия сильных магнитных полей могут менять свою ориентацию, влияя на биологические процессы. Исходя из этого, можно предположить, что решающими в дей-

ствии магнитного поля на биологические объекты являются молекулярный вес реагента и субстрата, напряженность магнитного поля и его неоднородность [1].

Т.Х. Хандохов, ссылаясь на результаты исследований, заявляет, что высокочастотные электромагнитные поля действуют непосредственно на макромолекулы клеток, в которых происходит диэлектрическое насыщение. Боковые цепи макромолекул ориентируются в направлении электрических силовых линий, происходит разрыв водородных связей и межмолекулярных связей, денатурация молекул. Белковые молекулы способны к резонансному поглощению электромагнитных волн, оказывая влияние на распределение протонов в молекулах. Влияние электромагнитных полей может привести к вращению внутримолекулярных структур с переходом гидроксильных групп из одного положения в другое [5].

А.С. Пресманом механизм действия магнитных полей на живые организмы объясняется посредством передачи информации при помощи этих полей в живой природе: из внешней среды в организм, внутри самих организмов и между организмами. Ученым представлены данные о влиянии электромагнитных полей разных частот на живые организмы различных видов — от одноклеточных организмов до человека, а также об эффектах влияния магнитных полей на молекулярном, клеточном, органном и организменном уровнях [4].

В действии электромагнитных полей на живые системы определенную роль играет вода. В водном растворе белковые молекулы способствуют организации молекулы воды в стабильную кристаллическую струк-

туру; кристаллогидраты образуются вокруг неполярных групп белковых молекул, а денатурация белковых молекул связана с их плавлением. Вода играет существенную роль в стабилизации структуры молекул белков. Предположительно влияние магнитного поля на белковые молекулы в значительной степени обусловлено воздействием на молекулы и микрокристаллы воды, а, следовательно, на упорядоченность гидратных оболочек белковых молекул [5, с. 44].

Влияние магнитных полей на внутриклеточные процессы приводят к генетическим эффектам, которые могут быть обусловлены как нарушениями биохимических процессов в цитоплазме, так и непосредственным воздействием электромагнитного поля на ДНК живого организма. К механизмам мутагенного действия магнитного поля можно подойти, по мнению Я. Г. Дорфмана, с теоретических позиций, согласно которым в магнитном поле имеют место изменения ориентации молекул ДНК, что и служит причиной различных нарушений в процессах роста и развития [1].

Ряд теорий объясняют действие магнитных полей с помощью соединений железа. Для большинства животных предполагается механизм восприятия магнитного поля может обеспечиваться совокупностью магнитных моментов, способных ориентироваться в геомагнитном поле. В некоторых животных тканях содержатся соединения железа, обладающие намагниченностью, которые, по мнению ряда ученых, могут выступать в качестве детектора изменений внешнего магнитного поля. В гипотезах наиболее часто встречается описание магниторецепции посредством магнетита ($\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$). Были обнаружены в тканях животных различные по форме и размерам кристаллы магнетита, которые подразделяют на три категории:

1) суперпарамагнитные частицы размером менее 35 нм. Магнитный момент таких частиц может случайным образом менять направление под влиянием температуры;

2) однодоменные кристаллы магнетита размером от 35 до 100 нм. Вектор намагниченности у таких частиц постоянен и имеет преимущественное направление;

3) мультидоменные частицы магнетита размером более 100 нм. Такие частицы обладают относительно слабой намагниченностью, поскольку направления векторов намагниченности отдельных доменов внутри кристалла зачастую не совпадает [7].

Ссылаясь на ряд исследований, В. В. Крылов говорит, что кристаллы магнетита были обнаружены в черепе рыб: в хряще этмоида у чавычи *Oncorhynchus tshawytscha*, супраэтноиде у желтоперого тунца *T. albacares* и в черепе

у европейского угря *A. anguilla*. В этмоиде лососей количество магнетита было связано с возрастом и размером рыб, на основании чего было выдвинуто предположение о том, что магнетит вырабатывается организмом на протяжении онтогенеза, поэтому взрослые рыбы обладают более высокой магниточувствительностью по сравнению с молодыми рыбами [2, с. 63–64].

Резонансные гипотезы о механизмах действия магнитных полей опираются на научные работы А. Р. Liboff, который впервые описал резонансный характер биологических эффектов низкочастотных магнитных полей. Условием проявления биологических эффектов является сонаправленность постоянного и переменного магнитных полей. Постоянным магнитным полем в подавляющем большинстве исследований выступает геомагнитное поле. Значимые биологические эффекты возникали при определенном значении индукции и частоты переменного поля. Наиболее выраженное воздействие оказывали переменные поля с величиной индукции, превышающей индукцию постоянного магнитного поля приблизительно в 1,8 раз, и с частотой, формально соответствующей циклотронной частоте вращения конкретной заряженной частицы в постоянном магнитном поле в вакууме. Согласно этим расчетам, для биологически важных ионов Ca^{2+} , K^+ , Mg^{2+} и др. в условиях геомагнитного поля эффективными оказывались слабые низкочастотные магнитные поля [8].

Согласно циркадной гипотезе геомагнитная активность живых организмов модулирует околосуточные периодические геофизические процессы, которые используются организмами для поддержания биологических циркадных ритмов. Эта идея закономерно возникла на основе многочисленных сообщений о влиянии геомагнитных бурь на продукцию мелатонина, участвующего в передаче сигналов от эндогенного синхронизатора околосуточных ритмов в супрахиазматическом ядре гипоталамуса к периферическим органам [2, с. 77]. В научной литературе имеются данные о нарушениях различных биологических циркадных ритмов в ответ на естественные геомагнитные бури. С. М. Чибисов с соавт. проводил эксперименты с кроликами, которые показали, что геомагнитные бури сопровождаются существенной десинхронизацией показателей сердечной деятельности и потерей циркадианной структуры ритмов функциональных показателей сердца, нарастающих по мере развития бури [6].

Таким образом, анализ научной литературы показывает, что сегодня имеют место разные теории, объясняющие различные механизмы действия магнитных полей на живые системы. Однако следует подчеркнуть, что эти представления пока не позволяют системно и целостно описать механизмы взаимодействия внешних магнитных полей с живыми системами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дорфман Я.Г. О специфике воздействия магнитных полей на диамагнитные макромолекулы в растворе // Биофизика. — № 7. — 1962. — 733 с.
2. Крылов В. В. Действие слабых низкочастотных электромагнитных полей на морфо-биологические показатели гидробионтов: диссертация ... кандидата биологических наук: 03.00.16. — Борок, 2008. — 103 с.
3. Новицкий Ю. И. Действие постоянного магнитного поля на растения // Вестник АН СССР, 1968. — № 9. — 92 с.
4. Пресман А. С. Электромагнитные поля и живая природа. — М.: «Наука», 1968. — 288 с.
5. Хандохов Т. Х. Влияние переменных электромагнитных полей различных частот на растительные тест-системы: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16. — Нальчик, 2004. — 144 с.
6. Чибисов С.М., Бреус Т. К., Левитин А. Е., Дрогова Г. М. Биологические эффекты планетарной магнитной бури // Биофизика. — 1995. Т. 40. № 5. — С. 959–968.
7. Kirschvink J.L., Gould J. L. Biogenic magnetite as a basis for magnetic field detection in animals // Biosystems. — 1981. V. 13. — P. 181–201.
8. Liboff A. R. Cyclotron resonance in membrane transport // Interactions between Electromagnetic Fields and Cells. — New York: Plenum, 1985. — P. 281–296.

© Гассиева Валентина Васильевна (valya.gassieva@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Северо-Осетинский государственный университет имени К.Л. Хетагурова