

А. В. Белокрылова – учитель химии

Information about the authors

O.M. Andreeva* – student

A.V Belokrylova – chemistry teacher

*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):

Andreeva.olga677@gmail.com

УДК 615.841

ВОЗДЕЙСТВИЕ ПОСТОЯННЫМ И ПЕРЕМЕННЫМ МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ НА КУЛЬТУРЫ КЛЕТОК

Баранов Федор Михайлович, Хохлов Константин Олегович, Феофилова Наталья Игоревна

Специализированный учебно-научный центр

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.

Ельцина»

Екатеринбург, Россия

Аннотация

Введение. В настоящее время в медицинской практике все более широкое применение находят методы немедикаментозного лечения, в том числе магнитотерапии. Разностороннее действие последней, ее широкое применение при многих заболеваниях, доступность и сравнительная дешевизна метода обусловили интерес к лечебным и профилактическим эффектам магнитных полей. Человеческое тело с магнитной точки зрения представляет собой инертный материал, благодаря его основной составляющей – воде. К сожалению, ни одна из гипотез о вероятных механизмах и особенностях действия магнитных полей на биообъекты не является строго доказанной, исследованием в данной области занимаются научные группы физиков, биологов по всему миру.

Цель исследования – разработка устройства, способного формировать импульсы магнитного поля различной формы и амплитуды. Выявление отклика на воздействие постоянным и переменным магнитным полем на культуры нормальных и опухолевых клеток. **Материал и методы.** Предпосылкой для разработки лабораторного стенда послужило экспериментальное устройство для неадекватного воздействия на биообъекты импульсным инфранизкочастотным магнитным полем (ИИМП) разработанное А.П. Волобуевым и др. Разработанное устройство было опробовано на беспородных собаках, выявлен эффект подавления митотической активности интенсивно делящихся клеток доброкачественных и злокачественных новообразований молочных желёз.

Результаты. Магнитотерапевтическая установка (МТУ) представляет собой два соленоида, в пространство между которыми помещается пациент (биообъект), подвергаемый терапии. Изготовленный макет МТУ способен формировать импульсы произвольной формы, позволяющей как стимулировать, так и подавлять рост клеток.

Выводы. В результате проведенных экспериментов выявлено избирательное воздействие различной формы и амплитуды импульсов на культуры клеток, для нормальных клеток наблюдается стимулирующий эффект, а на опухолевые деструктивный. Импульсное магнитное поле, как у нормальных, так и у опухолевых клеток, приводит к увеличению размеров ядер и длины клеток, а постоянное – к уменьшению размеров ядер. Данная мини модель магнитотерапевтической установки представляет, как научный исследовательский интерес, так и интерес использования в качестве бытового медицинского прибора в будущем.

Ключевые слова: магнитотерапия, магнитотерапевтическая установка, медицинские приборы.

EFFECT OF ALTERNATING HIGH – FREQUENCY MAGNETIC FIELD ON LIVING ORGANISMS

Baranov Fedor Mikhailovich, Khokhlov Konstantin Olegovich, Feofilova Natalia Igorevna

Specialized Educational and Scientific Center

Ural Federal University named after the First President of Russia B.N. Yeltsin

Yekaterinburg, Russia

Abstract

Introduction. Currently, methods of non-drug treatment, including magnetic therapy, are increasingly being used in medical practice. The versatile effect of the latter, its widespread use in many diseases, the accessibility and comparative cheapness of the method have led to interest in the therapeutic and preventive effects of magnetic fields. From a magnetic point of view, the human body is an inert material, due to its main component – water. Unfortunately, none of the hypotheses about the probable mechanisms and features of the action of magnetic fields on biological objects is strictly proven, scientific groups of physicists and biologists around the world are engaged in research in this area. **The aim of the study** is to develop a device capable of generating magnetic field pulses of various shapes and amplitudes. Identification of the response to the effects of a constant and alternating magnetic field on cultures of normal and tumor cells. **Material and methods.** The prerequisite for the development of the laboratory stand was an experimental device for inadequate exposure to biological objects by a pulsed infra-low frequency magnetic field (IMF) developed by A.P.

Volobuev et al. The developed device was tested on mongrel dogs, the effect of suppressing the mitotic activity of intensively dividing cells of benign and malignant neoplasms of the mammary glands was revealed. **Results.** The magnetic therapy unit (MTU) consists of two solenoids, in the space between which the patient (biological object) being treated is placed. The manufactured mock-up of the MTU is capable of forming impulses of arbitrary shape, which allows both stimulating and suppressing cell growth. **Conclusion.** As a result of the experiments carried out, the selective effect of various pulse shapes and amplitudes on cell cultures was revealed, a stimulating effect was observed for normal cells, and a destructive effect on tumor cells. A pulsed magnetic field, both in normal and tumor cells, leads to an increase in the size of the nuclei and the length of the cells, and a constant one leads to a decrease in the size of the nuclei. This mini model of a magnetotherapy unit is of both scientific research interest and interest in being used as a household medical device in the future.

Keywords: magnetic therapy, magnetic therapy unit, medical devices.

ВВЕДЕНИЕ

В медицинской практике все более широкое применение находят методы немедикаментозного лечения, в том числе магнитотерапии. Разностороннее действие последней, ее широкое применение при многих заболеваниях, доступность и сравнительная дешевизна метода обусловили интерес к лечебным и профилактическим эффектам магнитных полей. На рынке существует большое количество приборов для проведения магнитотерапии, использующих постоянное и переменное магнитные поля. Большинство из них предназначены для регенерации клеток, основой метода регенерации является то, что при воздействии высокочастотным магнитным полем на клетки происходит их внутренний прогрев вследствие осцилляторного эффекта, увеличивается скорость обменных процессов, запускаются биологические реакции. Сейчас научный же интерес представляет воздействие на пораженные ткани импульсным высокочастотным магнитным полем, предполагается, что в случае с воздействием на опухолевые клетки, магнитное поле играет роль спускового механизма, то есть запускает биологические процессы в клетках, которые приводят к их гибели. При этом предполагается, что существуют значения магнитного поля, при которых будут разрушаться только пораженные клетки, а на здоровые будет оказываться только стимулирующее воздействие. Данное предположение основано на медицинском факте: чем быстрее происходят обменные процессы в клетках, тем более они подвержены внешнему воздействию.

К сожалению, ни одна из гипотез о вероятных механизмах и особенностях действия магнитных полей на биообъекты не является строго доказанной.

Цель исследования – разработка устройства, способного формировать импульсы магнитного поля различной формы и величины. Выявление отклика на воздействие постоянным и переменным магнитным полем на культуры нормальных и опухолевых клеток при использовании портативного стенда магнитотерапевтической установки.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Под руководством Волобуева П. В. и др. [1] разработано стационарное многофункциональное устройство прямого действия на различающиеся биообъекты регулируемым в широком диапазоне импульсным низкочастотным полем, которое предназначено для обеспечения оптимального терапевтического эффекта. Авторы проведенного эксперимента предположили, что при соответствующих интенсивностях резонансные воздействия могут избирательно вызывать необратимые морфологические изменения тканей.

В данном исследовании в качестве объекта были выбраны собаки со спонтанными новообразованиями одной или нескольких молочных желёз. Объектом исследования служили 44 собаки с новообразованиями в одной или нескольких молочных желёз, на которые проводилось воздействие ЭМП. Из них были сформированы две группы животных в зависимости от характера процесса (доброкачественные и злокачественные). Время развития новообразований (с момента обнаружения до начала лечения) составляло от 8 до 24 месяцев. В качестве контрольной группы выступали 20 животных, которым воздействие не проводилось. Всем животным из обеих групп проводили облучение самого опухолевого процесса и прилегающих здоровых тканей на магнитотерапевтической установке. Сеансы проводили ежедневно, по 30–45 мин. от 20 до 40 дней.

Эффективность воздействия на новообразование определяли сравнением результатов гистологических исследований и гитостереометрией облучённых и не облучённых участков опухолевых тканей, а также результатов воздействия на здоровые ткани. Был обнаружен эффект подавления митотической активности интенсивно делящихся клеток доброкачественных и злокачественных новообразований молочных желёз собак. При увеличении экспозиции или интенсивности воздействия за подавлением митотической активности клеток следует их переход в некротическое состояние. Этот эффект имеет место в зависимости от характера типа тканей новообразований, в которых они локализованы. Также было выявлено, что локальное воздействие импульсного инфранизкочастотного ЭМП на спонтанные доброкачественные и злокачественные новообразования собак приводит к значимым изменениям гематологических показателей [2].

Беря во внимание результаты исследования воздействия магнитного поля на доброкачественные и злокачественные образования собак было принято решение о создании лабораторного стенда на основе существующей стационарной установки, который позволил бы проводить исследования по изучению воздействия магнитного поля на клеточном уровне.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Лабораторный стенд разработан на основе стационарного магнитотерапевтического устройства [3,4]. К нему предъявлялись такие требования как компактность, мобильность, при этом характеристики должны быть приближены к стационарному устройству.

Сравнительная характеристика стенда по отношению к терапевтическому устройству представлена в таблице (Таблица 1).

Таблица 1.

Характеристики стационарной установки и лабораторного стенда

Характеристика	Лабораторный стенд	Стационарная установка
Максимальная индукция МП, мТл	35	150
Максимальный ток через соленоиды, А	10	30
Выпрямленное напряжение, В	80	300
Частота следования импульсов, кГц	22– 23	22– 23

В качестве питания используется промышленное стандартное однофазное напряжение сети 220 В 50 Гц, которое понижается при помощи трансформатора, после чего происходит его выпрямление и сглаживание пульсаций напряжения, подаваемого на систему соленоидов. Напряжение питания соленоидов составляет 80 В, что достаточно для формирования резкого фронта тока и позволяет использовать низковольтные ключевые элементы с приемлемыми характеристиками. Кроме того, трансформатор обеспечивает гальваническую развязку в установке, что делает ее безопасной для работы в лабораторных условиях.

Стенд состоит из двух соленоидов, в пространство между которыми помещается исследуемый объект, блока управления, который выполняет функцию формирования импульсов тока в индукторах, и, соответственно, импульсов магнитного поля в пространстве между ними. С помощью ПК выполняется выбор режима работы. В качестве управляющего устройства для блока управления выступает промышленное изделие на базе микроконтроллера серии AVR, производства компании Atmel, Arduino NANO.

Формируемые в индукторах импульсы тока могут быть различной полярности и, за счет высокочастотного способа формирования импульсов, обладают коротким временем фронта и спада. Для того, чтобы создать фронт импульса тока, необходимо подать запускающий импульс высокого напряжения. Фронт тока формируется до заданного уровня в течение определенного времени. После достижения заданного уровня тока требуется обеспечить его постоянное значение до окончания импульса. Для этого применён принцип широтно–импульсной модуляции. Широтно – импульсный модулятор (ШИМ) создает на соленоидах пачку высоковольтных высокочастотных, так называемых, «поддерживающих» импульсов такой же амплитуды, как запускающий, с длительностью пачки, соответствующей по

длительности импульсу тока. В момент окончания импульса ток через соленоиды замыкается через цепь разряда, формируя резкий задний фронт импульса.

Исследования в данной работе проводилось на дермальных фибробластах человека и клетках линии HeLa в трех режимах воздействия: постоянном, импульсном однополярном и импульсном биполярном, экспозиция составляла 2,5, 5 и 10 минут соответственно, форма импульсов меандр и прямоугольный.

Оценка влияния магнитного поля на культуры клеток проводилась с учетом индекса жизнеспособности и морфологические изменения клеток. Подсчет клеток осуществлялся на 1-е, 3-е и 7-е сутки после облучения при помощи камеры Горяева. Подготовка клеток для оценки морфологических изменений происходила на 2-е сутки после облучения, клетки окрашивались по Романовскому - Гимзе.

Индекс жизнеспособности дермальных фибробластов человека и клеток линии HeLa на 1-е, 3-е и 7-е сутки по результатам экспериментов №1,2 представлен на рисунке (рис. 1).

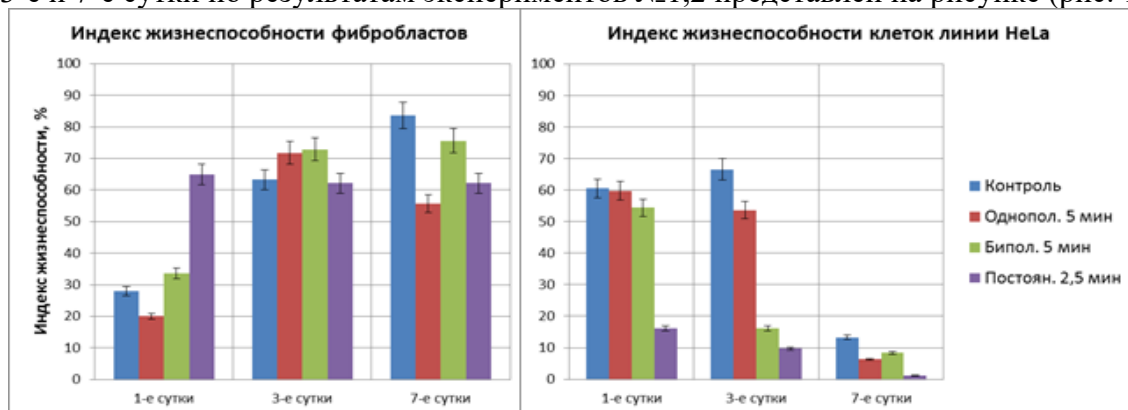


Рис. 1 Индексы жизнеспособности культур клеток

*1 – Индекс жизнеспособности фибробластов, 2 – Индекс жизнеспособности HeLa

Морфология оценивалась путём сравнения средних размеров ядра и длины клеток с контрольными клетками. Средние значения площади ядер и длин клеток представлены на рисунке (рис. 2).

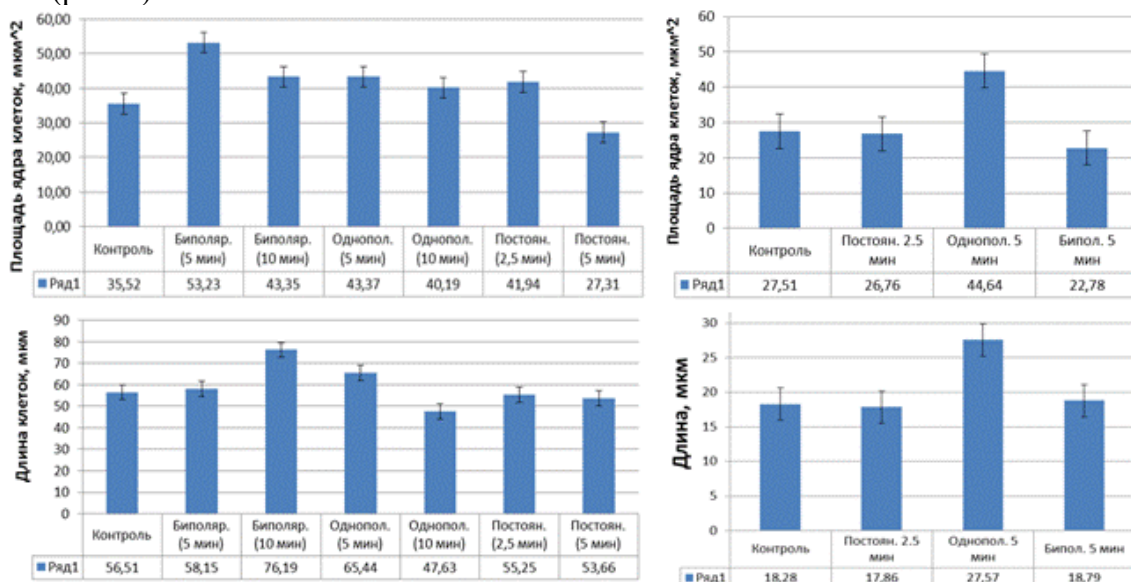


Рис. 2 Морфологические изменения культур клеток

*1 – Дермальные фибробласты человека, 2 – Клетки линии HeLa

ОБСУЖДЕНИЕ

По результатам проведённых экспериментальных исследований с использованием лабораторного стенда по облучению различными видами МП нормальных (дермальные фибробласты человека) и опухолевых (клетки линии HeLa) культур клеток *in vitro* выявлено различие в ответной реакции. Полученные результаты согласуются с исследованием

Волобуева А. П. [3,4] выполненные на стационарном устройстве для неадекватного воздействия на биообъекты ИИМП.

ВЫВОДЫ

1. Для проведения экспериментов на отдельных культурах клеток разработан портативный лабораторный стенд магнитотерапевтической установки, который имеет все блоки, аналогичные стационарной установке, но легок и компактен.

2. Поставленная серия экспериментов, позволяет однозначно утверждать о влиянии магнитного поля клетки. Для нормальных клеток при значениях экспозиции 2.5 и 5 мин наблюдается стимулирующий эффект от воздействия, при значениях экспозиции 5 и 10 мин – деструктивный эффект. На опухолевые клетки воздействие магнитного поля производит к деструктивному эффекту.

3. На морфологию культур клеток влияет как постоянное, так и импульсное магнитное поле. Причем импульсное магнитное поле, как у нормальных, так и у опухолевых клеток, приводит к увеличению размеров ядер и длины клеток, а постоянное – к уменьшению размеров ядер.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Разработка и апробация экспериментального магнитотерапевтического устройства прямого действия/ А.П. Волобуев, Е.В. Монсейкин, К.О. Хохлов и [д.р.] // VII Международная молодежная научная конференция. Физика. Технологии. Инновации (Тезисы докладов). – Екатеринбург: УрФУ, 2020. – С.1140– 1142.
2. Волобуев, А. П. Результаты воздействия инфранизкочастотного импульсного электромагнитного поля на животных с онкопатологиями. – 2006. диссертация кандидата биологических наук: 03.00.16, 03.00.13.– Екатеринбург, 2006.– 124 с.: ил. РГБ ОД, 61 06– 3/783.
3. Magnetotherapy in oncology / P.V. Volobuev, E. D. Uskov, M. V. Ulitko [et al.] //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing LLC, 2020. – Т. 2313. – №. 1. – С. 080032.
4. Волобуев А. П. Биофизические проблемы низкочастотной магнитотерапии/ А.П. Волобуев, Е.Д. Усков, П.В. Волобуев // Физика. Технологии. Инновации. Тезисы докладов (ФТИ-2021). – 2021. – С. 1150-1151.

Сведения об авторах

Ф.М. Баранов* – школьник

Н.И. Феофилова – учитель

К.О. Хохлов – кандидат физико - математических наук, доцент

Information about the authors

F.M. Baranov* – student

N.I. Feofilova – teacher

K.O. Khokhlov – Candidate of Sciences (Physico– mathematical), Associate professor

*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):

baby_aaa@mail.ru

УДК: 637.3.05

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛЮБИСТОКА ЛЕКАРСТВЕННОГО (LEVISTICUM OFFICINALE) ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СЫРА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Береснева Елена Евгеньевна, Лейман Ольга Николаевна

МАОУ СОШ № 19

Екатеринбург, Россия

Аннотация

Введение. Одной из основных государственных задач является обеспечение населения страны отечественными продуктами питания, способствующими активному образу жизни и снижающими уровень заболеваемости людей. Одними из самых распространенных недугов людей различного возраста являются заболевания костей.

Цель исследования – Оценить эффективность применения использования Любистoka лекарственного при производстве сыра функционального назначения **Материал и методы.** Было приготовлено 2 образца сыра: 1 – контроль; 2 – опыт. Для оценки полученных результатов применяли лабораторный и аппаратный методы, метод сравнения. **Результаты.** Оценка органолептических показателей готового продукта показала, что все образцы сыра «Качотта» соответствуют требованиям нормативных документов. Добавление Любистoka лекарственного позволило улучшить основные органолептические характеристики сыра, а также придать ему пикантный вкус. Анализ физико– химических свойств показал соответствие готового продукта по массовой доле влаги (54,2 – 56,5%) и поваренной соли (1,9 – 2,4%) требованиям нормативной документации. Значения показателя активной кислотности оказались немного ниже нормы (в среднем на 0,6), что связано с температурным режимом в период созревания сыров (в домашних условиях). Показатель зольности позволил утверждать, что любисток