

УДК 579.61

## ВЛИЯНИЕ ШИРОКОПОЛОСНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ВЫЖИВАЕМОСТЬ STAPHYLOCOCCUS AUREUS

*Алпеев А.А., Ворсина Е.С., Медведева О.А.*

Курский государственный медицинский университет (КГМУ)

Россия, 305041, Курская область, г. Курск, ул. К. Маркса, д. 3

Актуальность. Медицина, несмотря на значительный прогресс в области современных технологий, продолжает испытывать потребность в новых методах лечения заболеваний. Значительный интерес представляют исследования влияния магнитных полей на микроорганизмы.

Цель – изучить влияние широкополосного магнитного поля (ШМП) на выживаемость грамположительных микроорганизмов.

Материалы и методы. В эксперименте использовался широкополосный генератор. В целях изучения биоцидной активности ШМП были приготовлены четыре пробирки с мясо-пептонным бульоном и взвесью штамма *STAPHYLOCOCCUS AUREUS* 592 (нагрузка составила 10000 микробных клеток в 1 мл). Первую опытную пробирку однократно подвергли воздействию ШМП в течение 10 минут. Вторую опытную пробирку подвергали излучению ШМП в течение 10 дней, каждый день по 10 минут в одно и то же время. Оставшиеся две пробирки не подвергали воздействию ШМП (контроли). По истечении времени эксперимента осуществляли посев содержимого всех пробирок на стерильные чашки Петри с мясо-пептонным агаром, инкубировали в термостате 12, 24, 48 часов и считали количество колониеобразующих единиц (КОЕ) в каждой чашке.

Результаты. При однократном воздействии ШМП в контрольных чашках КОЕ составило 17, в исследуемых – 19. Через 24 и 48 часов инкубации на всех чашках Петри был обнаружен сплошной рост, количество КОЕ подсчитать не представлялось возможным. При многократном воздействии ШМП спустя 24 часа инкубации на чашках Петри был обнаружен сплошной рост.

Заключение. Результаты, полученные в ходе проведенного эксперимента, свидетельствуют о том, что однократное и многократное воздействие ШМП не ингибирует рост и развитие музейного штамма грамположительного микроорганизма *STAPHYLOCOCCUS AUREUS* 592.

Ключевые слова: широкополосное магнитное поле, биоцидная активность, грамположительные микроорганизмы, *STAPHYLOCOCCUS AUREUS* 592.

Алпеев Артемий Андреевич – студент 3 курса лечебного факультета, КГМУ, г. Курск. ORCID ID: 0009-0007-0422-4529. E-MAIL: ALPEEFF1917@YANDEX.RU.

Ворсина Екатерина Сергеевна – аспирант кафедры микробиологии, вирусологии, иммунологии, КГМУ, г. Курск. ORCID ID: 0009-0000-6694-3552. E-MAIL: VORSINAES@KURSKSMU.NET (автор, ответственный за переписку).

Медведева Ольга Анатольевна – д.б.н., профессор, заведующий кафедры микробиологии, вирусологии, иммунологии, КГМУ, г. Курск. ORCID ID: 0000-0002-2889-155X. E-MAIL: MEDVEDEVAOA@KURSKSMU.NET.

УДК 579.61

## BROADBAND MAGNETIC FIELD INFLUENCE ON SURVIVAL OF STAPHYLOCOCCUS AUREUS

*ALPEEV A.A., VORSINA E.S., MEDVEDEVA O.A*

KURSK STATE MEDICAL UNIVERSITY (KSMU)  
305041, 3, K. MARX STREET, KURSK, RUSSIAN FEDERATION

---

RELEVANCE. MEDICINE, DESPITE SIGNIFICANT PROGRESS IN MODERN TECHNOLOGY, CONTINUES TO EXPERIENCE THE NEED FOR NEW METHODS OF TREATING DISEASES. OF CONSIDERABLE INTEREST ARE STUDIES OF THE INFLUENCE OF MAGNETIC FIELDS ON MICROORGANISMS.

OBJECTIVE: TO STUDY THE EFFECT OF A BROADBAND MAGNETIC FIELD (BMF) ON THE SURVIVAL OF GRAM-POSITIVE MICROORGANISMS.

MATERIALS AND METHODS. THE EXPERIMENT USED A BROADBAND GENERATOR. IN ORDER TO STUDY THE BIOCIDAL ACTIVITY OF BMF, FOUR TEST TUBES WERE PREPARED WITH MEAT-PEPTONE BROTH AND A SUSPENSION OF THE STAPHYLOCOCCUS AUREUS 592 STRAIN (THE LOAD WAS 10,000 MICROBIAL CELLS IN 1 ML). THE FIRST TEST TUBE WAS EXPOSED TO BMF ONCE FOR 10 MINUTES. THE SECOND TEST TUBE WAS EXPOSED TO BMF RADIATION FOR 10 DAYS, EVERY DAY FOR 10 MINUTES AT THE SAME TIME. THE REMAINING TWO TUBES WERE NOT EXPOSED TO BMF (CONTROLS). AT THE END OF THE EXPERIMENT, THE CONTENTS OF ALL TUBES WERE INOCULATED ONTO STERILE PETRI DISHES WITH MEAT-PEPTONE AGAR, INCUBATED IN A THERMOSTAT FOR 12, 24, 48 HOURS AND THE NUMBER OF COLONY-FORMING UNITS (CFU) IN EACH DISH WAS COUNTED.

RESULTS. WITH A SINGLE EXPOSURE TO BMF, THERE WERE 17 CFU IN THE CONTROL DISHES AND 19 IN THE TEST DISHES. AFTER 24 AND 48 HOURS OF INCUBATION, CONTINUOUS GROWTH WAS DETECTED ON ALL PETRI DISHES; THE NUMBER OF CFUS COULD NOT BE COUNTED. WITH REPEATED EXPOSURE TO BMF, CONTINUOUS GROWTH WAS DETECTED ON PETRI DISHES AFTER 24 HOURS OF INCUBATION.

CONCLUSION. THE RESULTS OBTAINED DURING THE EXPERIMENT INDICATE THAT SINGLE AND REPEATED EXPOSURE TO BMF DOES NOT INHIBIT THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF THE MUSEUM STRAIN OF THE GRAM-POSITIVE MICROORGANISM STAPHYLOCOCCUS AUREUS 592.

KEYWORDS: BROADBAND MAGNETIC FIELD, BIOCIDAL ACTIVITY, GRAM-POSITIVE MICROORGANISMS, STAPHYLOCOCCUS AUREUS 592.

---

ALPEEV ARTEMY A. – 3 YEAR STUDENT OF THE FACULTY OF MEDICINE, KSMU, KURSK, RUSSIAN FEDERATION. ORCID ID: 0009-0007-0422-4529. E-MAIL: ALPEEFF1917@YANDEX.RU.

VORSINA EKATERINA S. – GRADUATE STUDENT OF THE DEPARTMENT OF MICROBIOLOGY, VIROLOGY, IMMUNOLOGY, KSMU, KURSK, RUSSIAN FEDERATION. ORCID ID: 0009-0000-6694-3552. E-MAIL: VORSINAES@KURSKSMU.NET (THE AUTHOR RESPONSIBLE FOR THE CORRESPONDENCE).

MEDVEDEVA OLGA A. – DOCTOR OF BIOLOGICAL SCIENCES, PROFESSOR, HEAD OF THE DEPARTMENT OF MICROBIOLOGY, VIROLOGY, IMMUNOLOGY, KSMU, KURSK, RUSSIAN FEDERATION. ORCID ID: 0000-0002-2889-155X. E-MAIL: MEDVEDEVAOA@KURSKSMU.NET.

---

## АКТУАЛЬНОСТЬ

Медицина, несмотря на значительный прогресс в области современных технологий, продолжает испытывать потребность в новых методах лечения заболеваний [1, 2, 3]. В связи с этим, ученые находятся в постоянном поиске инновационных подходов к решению данной проблемы. Поэтому применение магнитного поля в целях неинвазивного лечения уже не является необычно новой научной разработкой [4, 5, 6].

Магнитотерапия (МТ) прошла долгий путь развития от древних времен до наших дней. Она начиналась как часть народной медицины, но с течением времени стала научно обоснованным методом лечения множества патологий. В настоящее время МТ, будучи эффективным методом терапии ревматологических, ортопедических, офтальмологических дефектов, помогает улучшить физическое и социальное функционирование пациентов и предотвратить осложнения при хронических заболеваниях [7, 8, 9].

Значительный интерес для медицины представляют исследования влияния магнитных полей на изменчивость микроорганизмов. Эта изменчивость может проявляться в виде изменения морфологии, культуральных свойств, вирулентности, устойчивости к лекарственным препаратам [10, 11, 12]. Эти и другие биологические характеристики определяют течение инфекционного процесса, влияют на диагностику и выбор методов лечения инфекционных заболеваний.

Культивирование бактерий в условиях ослабленного магнитного поля приводит к появлению у них необычных морфолого-культуральных признаков. Это проявляется в образовании колоний различной формы, величины, цвета и структуры. Клетки бактерий, выращенных в таких условиях, отличаются выраженным полиморфизмом, то есть имеют разную форму и размеры [4, 6, 11]. Также было отмечено, что постоянное магнитное поле может изменять морфологические свойства некоторых микроорганизмов, в частности стафилококков [11, 12, 13].

Кроме изменений в морфологии, куль-

тивирование в магнитных полях может влиять на активность ферментов бактерий. У значительного числа исследованных видов микроорганизмов воздействие постоянных и переменных магнитных полей приводило к ингибированию каталазы и дегидрогеназы [2, 6, 13]. Согласно ряду исследований, выращивание бактерий в условиях отсутствия магнитного поля так же приводит к изменениям их биохимической активности.

Магнитные поля оказывают влияние и на генетический аппарат бактерии. Описано снижение передачи хромосомных и эпизомных маркеров в условиях экранирования геомагнитного поля, влияние на функцию плазмид, которые могут быть задействованы в распространении лекарственной устойчивости бактерий и колициногенности (выработке бактериоцинов) [11, 12, 13].

Цель исследования – изучение влияния широкополосного магнитного поля (ШМП) на выживаемость грамположительных микроорганизмов.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для изучения влияния экзофактора широкополосного магнитного поля (ШМП) на выживаемость грамположительных микроорганизмов в эксперименте использовался широкополосный генератор, который включает высоковольтный широкополосный генератор (модель НVMPG-400-4-50, производитель ООО «ПАРАМЕРУС») с двумя антеннами, образованными концентрическими незамкнутыми кольцами, и двумя высоковольтными четвертьволновыми резонансными трансформаторами (рис. 1).

Микробиологические исследования проводили в посевной в условиях, максимально предотвращающих внешнее загрязнение исследуемого объекта.

В целях изучения биоцидной активности ШМП нами была приготовлена взвесь штамма *Staphylococcus aureus* 592 с нагрузкой 1 000 000 000 микробных клеток в 1 мл. Для этого в пробирку с однодневной культурой изучаемого микроорганизма добавляли стерильный изо-

тонический раствор хлорида натрия, перемешивали до получения однородной мутной взвеси. Полученную взвесь переливали в стерильную пробирку и проводили сравнение со стандартом мутности на 10 ЕД.



Рис. 1. Фотография экспериментальной установки

Выполняли серию последовательных разведений. Для этого 0,1 мл миллиардной взвеси добавляли в пробирку с 10 мл стерильного раствора 0,9% хлорида натрия (разведение в 100 раз, микробная нагрузка 10000000 микробов в 1 мл). Для дальнейшего снижения концентрации микроорганизмов 0,1 мл полученной взвеси добавляли в 10 мл стерильного мясо-пептонного бульона (микробная нагрузка в этой пробирке составила 10000 микробных клеток в 1 мл). Разведение повторяли дважды, пробирки маркировали (опытная №1 и контрольная №2).

Взвесь микроорганизмов опытной пробирки однократно подвергли воздействию ШМП в течение 10 минут. Режим воздействия широкополосного поля имеет следующие параметры: частота была равна 400 Гц, амплитуда – 3, фаза – 0. Пробирка №2 была контрольной и не подвергалась воздействию поля.

По истечении воздействия ШМП определяли количество жизнеспособных микроорганизмов путем подсчета колониеобразующих единиц (КОЕ). Для этого брали по 0,5 мл взвеси из исследуемой и контрольной пробирок, вносили в 2 флакона с 50 мл расплавленного и охлажденного до 45°C мясо-пептонного агара. Полученную взвесь тщательно перемешивали, затем разливали в 3 стерильные чашки Петри и оставляли в термостате при  $t = 37^{\circ}\text{C}$  на 12, 24, 48 часов.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Через 12 часов на чашках Петри наблюдали рост микроорганизмов (рис. 2).

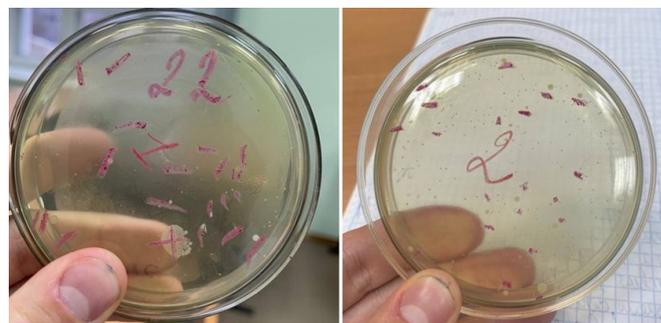


Рис. 2. Количество колоний на чашках Петри после однократного воздействия ШМП

При однократном воздействии ШМП в контрольных чашках КОЕ составило 17, в исследуемых – 19. Через 24 и 48 часов инкубации на всех чашках Петри был обнаружен сплошной рост, количество КОЕ подсчитать не представлялось возможным (рис. 3).

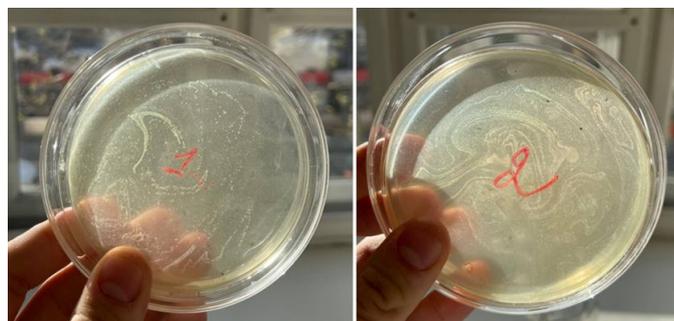


Рис. 3. Количество колоний на чашках Петри после однократного воздействия ШМП через 48 часов

Далее нами было решено произвести эксперимент по изучению выживаемости штамма *Staphylococcus aureus* 592 при многократном воздействии ШМП.

Для проведения исследования было подготовлено две стерильных пробирки со стерильным мясо-пептонным бульоном и микробной нагрузкой штамма *Staphylococcus aureus* 592 равной 10 000 микробных клеток в 1 мл. Пробирки были маркированы как «Т» (тестовая) и «К» (контрольная).

Пробирка «Т» была подвергнута излучению ШМП в течение 10 дней, каждый день по 10 минут в одно и то же время. Пробирка «К» транспортировалась вместе с тестовой пробиркой в лабораторию, но не подвергалась воздействию ШМП. Спустя 10 дней эксперимента содержимое опытной и контрольной пробирок пересевали на стерильные чашки Петри со стерильным мясо-пептонным агаром и оставляли в термостате при  $t = 37^{\circ}\text{C}$  на 24 часа.

Спустя 24 часа инкубации в термостате на чашках Петри был обнаружен сплошной рост (рис. 4).



Рис. 4. Сплошной рост на чашках Петри после многократного воздействия ШМП

## ВЫВОДЫ

Результаты, полученные в ходе проведенного эксперимента, свидетельствуют о том, что однократное и многократное воздействие ШМП не ингибирует рост и развитие музейного штамма грамположительного микроорганизма *Staphylococcus aureus* 592.

## КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## ЛИЧНЫЙ ВКЛАД АВТОРОВ

Алпеев А.А. – выполнение исследования, подготовка текста статьи;

Ворсина Е.С. – выполнение исследования, обработка и анализ результатов;

Медведева О.А. – разработка дизайна исследования, руководство сбором данных, редактирование и утверждение полного текста статьи.

## ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ

Авторы заявляют об отсутствии источников финансирования.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бердинский В.Л., Летута У.Г., Летута С.Н. Влияние слабых магнитных полей и изотопов магния на бактерии *E. Coli*. *Биофизика*. 2017;62(6):1134-1141.
2. Булатецкий С., Бяловский Ю., Глушкова Е., Кузьманин С. Термографические показатели эффективности магнитотерапии аппаратом АЛМАГ+ у больных с остеоартрозом коленных суставов. *Врач*. 2018;29(10):78-83.
3. Буявых А.Г., Малофеев А.С. Магнитотерапия остеоартроза в сочетании с ДДТ-форезом 2 % лидокаина. *Вестник физиотерапии и курортологии*. 2018;24(1):119-120.
4. Бяловский Ю.Ю., Герасименко М.Ю., Зайцева Т.Н., Ракитина И.С. Применение импульсной магнитотерапии в комплексном лечении больных гонартрозом. *Физическая и реабилитационная медицина, медицинская реабилитация*. 2020;2(3):217-224.
5. Герасименко М.Ю., Глушкова Е.П., Горбунова Д.Ю., Бяловский Ю.Ю., Булатецкий С.В., Иванов А.В. Магнитотерапия у больных остеоартрозом коленных суставов: термографические показатели эффективности. *Физиотерапия, бальнеология и реабилитация*. 2018;17(4):185-191.
6. Земсков А.М., Земсков В.М., Коновалов И.М., Мамчик Н.П. *Иммуно-агрессивное действие эколого-гигиенических факторов*. Москва: Издательство «Медицина», 2011. 312 с.

7. Иванов А.В., Кончугова Т.В., Кульчицкая Д.Б. Эффективность методов магнитотерапии в лечении и реабилитации пациентов с заболеваниями суставов с позиции доказательной медицины. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2019;96(4):63-68.
8. Иванов А.В., Микитченко Н.А., Прикул В.Ф., Рассулова М.А., Хан М.А. Актуальные вопросы применения магнитотерапии в педиатрии. *Вестник восстановительной медицины*. 2015;6(70):42-47.
9. Куротченко Л.В., Куротченко С.П., Луценко Ю.А. Субботина Т.И., Яшин А.А. Магнитотерапевтический аппарат для лечения импульсным бегущим магнитным полем. *Вестник новых медицинских технологий*. 2006;13(1):160-161.
10. Чекрыгин В.Э. Теоретические основы метода магнитотерапии. *Известия ЮФУ. Технические науки*. 2009;10(99):87-93.
11. Ali F.M.A. CONTROL OF STAPHYLOCOCCUS AUREUS GROWTH BY ELECTROMAGNETIC THERAPY. *Вестник Оренбургского государственного университета*. 2013;6(155):169-178.
12. LETUTA, U.G., SHAILINA, D.M. SENSITIVITY OF E. COLI CELLS TO LOW STATIC MAGNETIC FIELDS. *Актуальные вопросы биологической физики и химии*. 2018;3(1):98-104.
13. SIECHOLEWSKA-JUŚKO D., ŻYWIĆKA A., JUNKA A., Джанка А., WOROSZYŁO M., WARDACH M., CHODACZEK G., SZYMczyk-ZIÓŁKOWSKA P., MIGDAŁ P., FIJAŁKOWSKI K. THE EFFECTS OF ROTATING MAGNETIC FIELD AND ANTISEPTIC ON IN VITRO PATHOGENIC BIOFILM AND ITS MILIEU. *SCIENTIFIC REPORTS*. 2022;12(1):1-19.