

Министерство образования и науки Российской Федерации  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧЕРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра биохимии и биофизики

**ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭРИТРОЦИТОВ КРОВИ КРЫС  
ПРИ РАЗВИТИИ РАНЕВОЙ ИНФЕКЦИИ И КУПИРОВАНИИ ЕЕ  
БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студентки 4-го курса 421 группы  
Направления 06.03.01. - Биология  
Биологического факультета  
Ждановой Екатерины Юрьевны

Научный руководитель:

доцент кафедры биохимии  
и биофизики, к.б. н., доцент

\_\_\_\_\_

И. К. Миронова

Заведующий кафедрой биохимии  
и биофизики, д.б.н., профессор

\_\_\_\_\_

С. А. Коннова

Саратов 2016

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Введение.** Измерение электрических свойств тканей и клеток нашло широкое применение при изучении нормального функционирования организма, а так же при патологических состояниях. Электрические показатели (сопротивление и электропроводность) клеток и тканей в норме величины постоянные и любые нарушения в них неразрывно связаны с изменением электрических параметров, указывая на их жизнеспособность [1]. Жизнеспособность клеток организма напрямую зависит от состояния их мембран, а если быть точнее – от проницаемости их билипидного слоя [2]. Одним из наиболее распространенных механизмов деструкции мембранных структур является активация перекисного окисления липидов, регистрируемая при стрессах, инфекциях, действии ядов, радиации. Регистрация изменения электропроводности позволяет определить начало и конец патологического процесса [3]. Способность живых тканей находиться в состоянии неравновесной электрической поляризации, так называемый биоэлектрический эффект, является одной из причин длительного существования электрического поля в органической ткани. Метод импедансометрии нашел свое применение в решении задач современности.

Целью исследования явилось определение динамики изменения электросопротивления эритроцитов крови на разных стадиях развития раневой инфекции и при купировании ее биологически активными веществами.

Для реализации поставленных целей были сформулированы следующие задачи:

- 1) Провести анализ литературы, посвященной данной направленности. Изучить отечественные и зарубежные источники по темам: раневые инфекции, БАВ, электропроводность биологических объектов.
- 2) Определить динамику изменения электросопротивления эритроцитов при моделировании раневого процесса.

- 3) Выявить общие закономерности реакции организма крыс на травму, изучить морфологические, микробиологические и общебиологические особенности раневого процесса.
- 4) Обосновать (прогнозировать) эффективность применения биологически активных препаратов.

Для решения задач практического характера был использован метод импедансометрии, позволяющий выявить наличие патологического процесса на ранних этапах ее развития. Установка состоит из генератора сигналов Г6-27, цифрового вольтметра В7-27 А/1, блока питания К762 и измерительной кюветы. Эритроциты помещали в измерительную кювету, через которую пропусклся переменный ток. Измерение  $U_{in}$  и  $U_{out}$ , измеряемое в мВ, производилось на частотах 5,10,20,50,100,200 кГц. Значение величины импеданса в Ом вычислялось по формуле: [4]

$$Z = \frac{R_0}{\sqrt{\frac{U_{in}}{U_{out}} - 1}}$$

где  $U_{in}$  - входное напряжение мВ;

$U_{out}$  - выходное напряжение мВ;

$R_0$  - образцовое сопротивление, равное 4,99 Ом.

Эксперимент проводился на беспородных самках белых крыс массой  $250 \pm 100$  г. Всем животным под наркозом (набутал 35мг/кг) моделировали гнойную рану. Для этого на спине на выбритом от шерсти и обработанном антисептиком участке иссекали кожу с подкожной сетчаткой размером 1\*1 см, затем в рану вводили марлевый тампон, содержащий 1 млрд. микробных клеток суточной культуры *Staphylococcus aureus* 592 и рану ушивали. Заражение осуществлялось в течение 48 часов.

Для проведения эксперимента все крысы были разделены на 9 групп (по 4 особи в каждой) по характеру воздействия (контроль, 3 группы без лечения –

выводили на 3, 10, 18 сутки, купировали хлоргексидином (контроль во второй части эксперимента), водными растворами наночастиц серебра и меди, пантоленом, флавоноидами).

Крыс содержали в стандартных условиях вивария со свободным доступом к воде и пище. На третий, десятый, четырнадцатый и восемнадцатый дни раны обрабатывали перекисью, снимали кровяную корочку, делали посевы гнойного содержимого, вели визуальные наблюдения процессов заживления. После забоя, который осуществлялся путем декапитации, у каждого животного производился забор крови в пробирки, обмытые гепарином.

В качестве материала для исследования использовали отмытые эритроциты.

Бакалаврская работа состоит из введения, 3 глав (обзор литературы, материал и методы, результаты исследования), заключения, выводов, списка использованных источников, включающего 54 источников.

**Основное содержание работы.** Нами рассмотрены ранозаживляющие свойства биологических активных веществ и охарактеризована эффективность применения метода импедансометрии при изучении состояния биологических мембран.

Эксперимент был условно разделен на 2 части: было интересно отметить первое - динамику изменения электрических показателей на разных этапах развития инфекционного процесса (рисунок 1) и второе - в условиях купирования раневого процесса биологически активными веществами (рисунок 2).

На рисунке 1 представлена гистограмма, которая показывает, что величины сопротивления в эритроцитах на всех стадиях инфекционного процесса располагаются достоверно ниже от значений интактных крыс. Можно предположить, что к 18 дню эксперимента электропроводность эритроцитов крыс, оставленных без лечения, остается высокой за счет того, что мембраны эритроцитов не стабилизируются за такой короткий срок. Это может свидетельствовать о том, что развитие инфекционного процесса

сопровождается выбросом большого количества заряженных ионов. Падение сопротивления в этих образцах и, соответственно, увеличение электропроводности связано с активацией процесса пероксидации, вызванного с развитием инфекционного процесса, что приводит к нарушению целостности мембран.

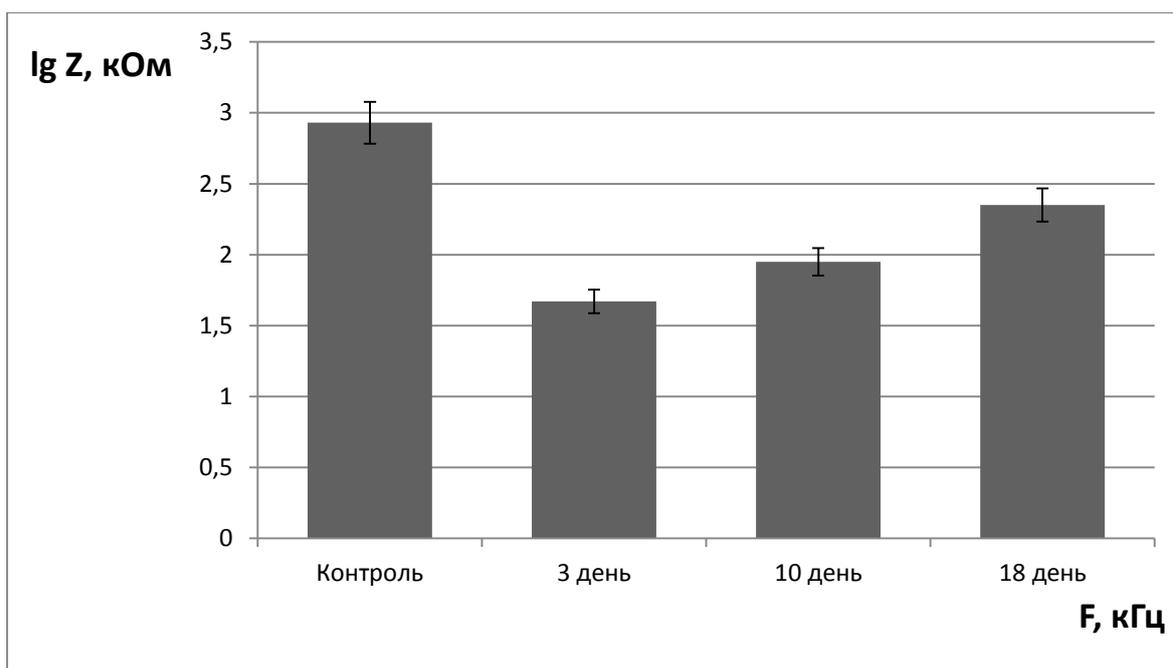


Рисунок 1 – Динамика изменения импеданса эритроцитов при частоте 200 кГц в зависимости от количества прошедших суток.

Из диаграммы, представленной на рисунке 2 видно, что купирование поверхности раневой инфекции приводит к более быстрому ее заживлению по сравнению с группой, оставленной без лечения (18 день). В группах крыс, обрабатываемых водным раствором серебра, пантоленом и флавоноидами, достоверных различий с контрольной группой и группой, которую купировали широко распространенным антисептиком хлоргексидином, не выявлено. Это может свидетельствовать о том, что при использовании этих растворов происходит не только быстрое заживление поверхностной раны, но и идут глубокие процессы восстановления целостности мембран, что в свою очередь

приводит к изменению электрических показателей (электропроводность падает, т.к. повышается сопротивление) эритроцитов. Величина сопротивления подтверждает, что инфекционный процесс медленно заканчивается и наступает выздоровление. При купировании крыс водным раствором меди величины импеданса эритроцитарной массы к 18 дню увеличились незначительно. Высокую электропроводность можно объяснить тем, что в водных растворах медь находится в виде катионов, обладающих своей высокой электропроводностью, и их присутствие может сказываться на величинах сопротивления эритроцитов.

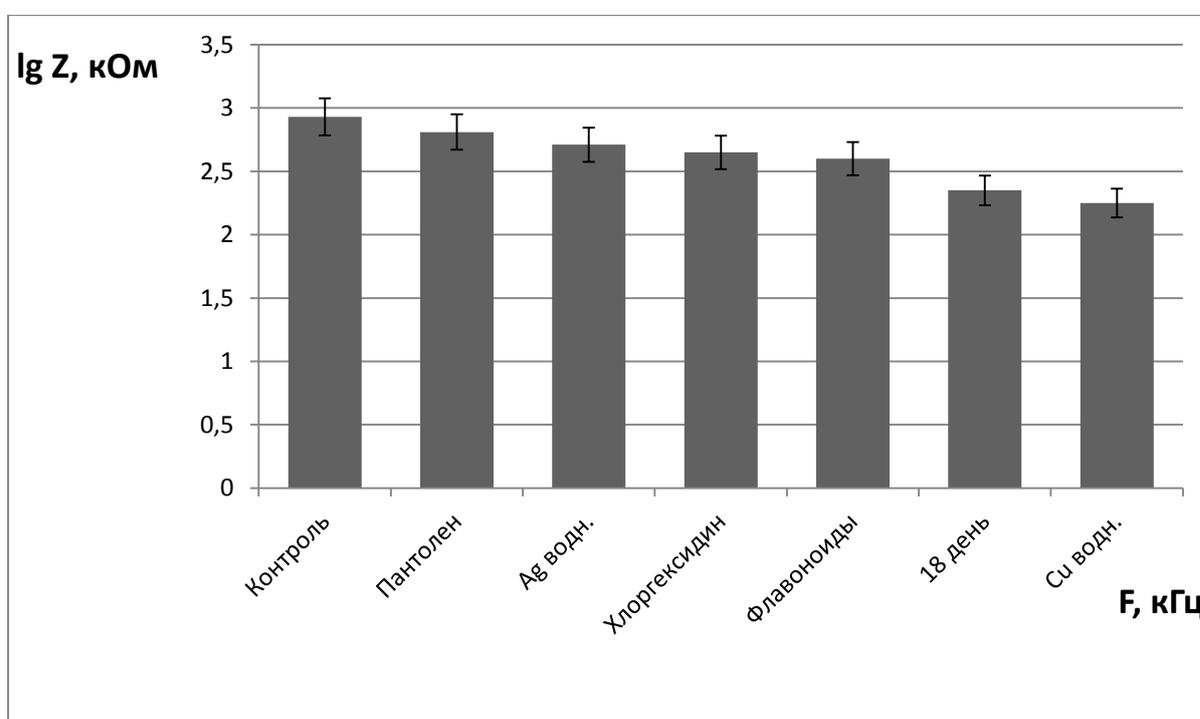


Рисунок 2 – Динамика изменения импеданса эритроцитов при частоте 200 кГц при купировании раневой инфекции биологически активными веществами

**Заключение.** Подводя итог проведенным экспериментам можно заключить, что впервые получены достоверные результаты доказывающие, что развитию раневой инфекции сопровождается изменениями электрические

показателей эритроцитов. Купирование раневой инфекции растворами, содержащими пантолен и наночастицы серебра приводит как к быстрому заживлению ран, так и к восстановлению до нормы значений сопротивления эритроцитарной массы наравне с хлоргексидином..

Впервые показано применение раствора пантолена для более быстрого заживления раны. Вероятно, в основе этого эффекта лежит несколько механизмов: во-первых, под влиянием пантолена происходит активация особых клеток фагоцитов, которые очищают рану, освобождают место для формирования молодой регенерирующей ткани и выделяют вещества, ускоряющие процесс заживления; во-вторых, происходит активация размножения различных клеток, участвующих в заполнении раневого дефекта; в-третьих, некоторые вещества, содержащиеся в пантолене, усиливают миграцию (движение) молодых клеток в зону повреждения, что ускоряет закрытие дефекта; в-четвертых, происходит усиление миграции из крови в зону повреждения стволовых клеток, которые созревая, превращаются в новые клетки поврежденной ткани. После пантолена хорошо ранозаживляющее действие оказывает раствор с наночастицами Серебра. Благодаря их малому размеру и вследствие этого сильно развитой поверхности массообмена, способствует значительному усилению эффекта подавления патогенной микрофлоры.

#### **Выводы:**

- 1) Впервые определено, что развитие раневой инфекции приводит к резким падениям величин сопротивления эритроцитарной массы.
- 2) Определено, что препараты, содержащие пантолен и наночастицы серебра, обладают ранозаживляющим эффектом, как и хлоргексидин.
- 3) Установлено, что электросопротивление эритроцитов крови достигают величин сопротивления интактных животных только в тех группах, которые обрабатывались растворами пантолена и наночастиц серебра.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ремизов, А. Н. Медицинская и биологическая физика / А. Н. Ремизов. М.: Изд-во «Дрофа», 2003. 560 с.
2. Терехова, Л. Г. Определение величин электрических характеристик крови человека и животных. Основы электроплетизмографии / Л. Г. Терехова. М.: Изд-во «Медицина», 1975. С. 198–200.
3. Тарусов, Б. Н. Биофизика / Б. Н. Тарусов. М.: Изд-во «Высшая школа», 1989. 310 с.
4. Берестовский, Г. Н. Новые физические методы в биологических исследованиях / Г. Н. Берестовский. М.: Изд-во «Наука», 1997. – 546 с.