

На правах рукописи

**СВИСТУНОВ СЕРГЕЙ ВИТАЛЬЕВИЧ**

**ПОЛОВОЙ ДИМОРФИЗМ В РЕАКЦИИ ГЛИКОПРОТЕИДНЫХ  
РЕЦЕПТОРОВ ЭРИТРОЦИТОВ И ТРОМБОЦИТОВ НА  
ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ОБЛУЧЕНИЕ ТЕРАГЕРЦЕВОГО  
ДИАПАЗОНА НА ЧАСТОТАХ МОЛЕКУЛЯРНОГО СПЕКТРА  
ИЗЛУЧЕНИЯ И ПОГЛОЩЕНИЯ ОКСИДА АЗОТА 150,176-150,664 ГГц  
У БЕЛЫХ КРЫС ПРИ ОСТРОМ СТРЕССЕ**

**03.03.01 – физиология**

**Автореферат диссертации на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук**

**Саратов – 2011**

Работа выполнена в Государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования Саратовский государственный медицинский университет имени В.И. Разумовского Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации.

Научный руководитель:  
доктор медицинских наук, доцент  
Андронов Евгений Викторович.

Официальные оппоненты:

доктор медицинских наук, профессор Свистунов Андрей Алексеевич;

доктор медицинских наук, профессор Коршунов Геннадий Васильевич.

Ведущая организация – Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации.

Защита состоится “ ” 2011 г. в 10 часов  
на заседании диссертационного совета Д 208.094.03 при ГБОУ ВПО  
Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского Минздравсоцразвития России по  
адресу: 410012, Саратов, Б.Казачья, 112.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГБОУ ВПО Саратовский  
ГМУ им. В.И. Разумовского Минздравсоцразвития России.

Автореферат разослан “ ” 2011 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
доктор медицинских наук, профессор

Кодочигова А.И.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

### Актуальность проблемы

Патологический стресс лежит в основе этиологии и патогенеза широкого круга заболеваний, в частности, сердечно-сосудистой системы. В современных условиях проблема стресса и неуклонного роста сердечно-сосудистых заболеваний приобретает особую значимость [Меерсон Ф.З., 1993].

Большое значение в патологии сердечно-сосудистой системы принадлежит нарушениям микроциркуляции, связанным со снижением тромборезистентности сосудистой стенки и увеличением функциональной активности тромбоцитов, нарушением реологических свойств крови и агрегации эритроцитов. Указанные изменения являются ключевым звеном патогенеза наиболее распространенного заболевания сердечно-сосудистой системы – ишемической болезни сердца [Меерсон Ф.З., 1993].

Высокая эффективность в коррекции микроциркуляторных нарушений отмечена при применении электромагнитного излучения терагерцевого диапазона частот, включающего в себя молекулярные спектры излучения и поглощения (МСИП) важнейших клеточных метаболитов, в частности, оксида азота [Киричук В.Ф., Антипова О.Н., Иванов А.Н. и соавт., 2004]. Показано, что ТГЧ – облучение на частотах МСИП NO 150.176 – 150.664 ГГц обладает мощным антистрессорным эффектом и способствует восстановлению нарушенных в ходе стресс-реакции функций эритроцитов и тромбоцитов [Киричук В.Ф., Антипова О.Н., Иванов А.Н. и соавт., 2004, 2005, 2007].

Известно, что ключевую роль в агрегации тромбоцитов и эритроцитов играет их рецепторный аппарат, в частности, гликопротеидные рецепторы [Киричук В.Ф., 2005].

Общеизвестны способы коррекции нарушений функций тромбоцитов, в том числе их гликопротеидных рецепторов, – медикаментозная терапия с использованием специфических блокаторов данных рецепторов [Перепеч Н.Б., 2001; Воскобой И.В., 2002; Кошелева Н.В., 2002; Грыкалова Е.В., 2005]. Специфическая блокада рецепторного аппарата тромбоцитов и эритроцитов, без коррекции состава их углеводного компонента при помощи фармакологических средств приводит к развитию побочных эффектов.

Для стресс-реакции характерен половой диморфизм – неодинаковая по силе, продолжительности и значимости реакция особой мужского и женского пола на одинаковые по силе раздражители. Кроме того, у самок имеются циклические изменения функции яичников, связанные с развитием фолликулов, овуляцией и образованием желтых тел. Изменение гормонального фона в различные фазы эстрального цикла оказывает модулирующее влияние как на протекание стресс-реакции, так и на процессы в системе гемостаза [Барбараш Н.А., Чичиленко М.В., Тарасенко Н.П. и соавт., 2003].

Однако в доступной литературе отсутствуют данные о половом диморфизме изменений рецепторного аппарата клеток крови под влиянием терагерцевых волн.

## Цель исследования

Изучить влияние электромагнитного облучения терагерцевого диапазона на частотах молекулярного спектра излучения и поглощения оксида азота 150,176-150,664 ГГц на состав углеводного компонента и функциональную активность гликопротеидных рецепторов тромбоцитов и эритроцитов при остром иммобилизационном стрессе у белых крыс с учетом пола и фазы эстрального цикла у самок.

## Задачи исследования

1. Установить половые различия в составе углеводного компонента и функциональной активности гликопротеидных рецепторов тромбоцитов у интактных белых крыс с учетом фаз эстрального цикла у самок.

2. Выявить половые различия в составе углеводного компонента и функциональной активности гликопротеидных рецепторов тромбоцитов у белых крыс при остром иммобилизационном стрессе.

3. Изучить половые различия в составе углеводного компонента и функциональной активности гликопротеидных рецепторов тромбоцитов у белых крыс при облучении волнами терагерцевого диапазона на частотах молекулярного спектра излучения и поглощения оксида азота 150,176 – 150,664 ГГц на фоне острого иммобилизационного стресса.

4. Установить половые различия в составе углеводного компонента и функциональной активности гликопротеидных рецепторов эритроцитов у интактных белых крыс с учетом фаз эстрального цикла у самок.

5. Выявить половые различия в составе углеводного компонента и функциональной активности гликопротеидных рецепторов эритроцитов у белых крыс при остром иммобилизационном стрессе.

6. Изучить половые различия в составе углеводного компонента и функциональной активности гликопротеидных рецепторов эритроцитов у белых крыс при облучении волнами терагерцевого диапазона на частотах молекулярного спектра излучения и поглощения оксида азота 150,176 – 150,664 ГГц на фоне острого иммобилизационного стресса.

## Научная новизна

Впервые изучено влияние электромагнитного излучения терагерцевого диапазона на частотах молекулярного спектра излучения и поглощения оксида азота 150,176 – 150,664 ГГц на состав углеводного компонента и функциональную активность гликопротеидных рецепторов эритроцитов и тромбоцитов белых крыс обоего пола.

Установлено, что в составе углеводного компонента гликопротеидных рецепторов тромбоцитов интактных белых крыс содержится  $\beta$ -D-галактоза, а в составе углеводного компонента гликопротеидных рецепторов эритроцитов –  $\beta$ -D-галактоза и манноза. При острой стресс-реакции происходит увеличе-

ние активности гликопротеидных рецепторов эритроцитов и тромбоцитов за счет увеличения в составе их углеводного компонента  $\beta$ -D-галактозы.

Обнаружено, что электромагнитное излучение терагерцевого диапазона на частотах молекулярного спектра излучения и поглощения оксида азота 150,176 – 150,664 ГГц способно уменьшать содержание  $\beta$ -D-галактозы в углеводном компоненте и снижать повышенную функциональную активность гликопротеидных рецепторов тромбоцитов и эритроцитов у белых крыс.

Выявлена зависимость эффективности влияния электромагнитного излучения терагерцевого диапазона на частотах молекулярного спектра оксида азота 150,176 – 150,664 ГГц на изменения состава углеводного компонента и функциональной активности гликопротеидных рецепторов эритроцитов и тромбоцитов у белых крыс, находящихся в состоянии острого иммобилизационного стресса, от пола животного и фазы эстрального цикла у самок. Так, у крыс-самцов и у крыс-самок в фазе диэструс эстрального цикла 30-минутная экспозиция электромагнитных волн указанной частоты вызывает полную нормализацию состава углеводного компонента и активности гликопротеидных рецепторов тромбоцитов и эритроцитов. Воздействие терагерцевых волн на частотах молекулярного спектра излучения и поглощения оксида азота 150,176-150,664 ГГц на крыс-самок в фазе эструс эстрального цикла, находящихся в состоянии острого иммобилизационного стресса, вызывает уменьшение содержания  $\beta$ -D-галактозы в углеводном компоненте гликопротеидных рецепторов тромбоцитов и эритроцитов ниже уровня контроля, что приводит к угнетению их функциональной активности. Чувствительность рецепторного аппарата эритроцитов и тромбоцитов крыс-самок в фазе эструс эстрального цикла к ПЧ-воздействию на указанных частотах выше, чем у крыс-самцов и крыс-самок в фазе диэструс эстрального цикла, находящихся в состоянии острого иммобилизационного стресса.

### **Практическая значимость**

Получены новые данные о характере воздействия электромагнитного облучения терагерцевого диапазона на частотах молекулярного спектра оксида азота 150,176 – 150,664 ГГц на рецепторный аппарат клеток крови белых крыс, находящихся в состоянии острого стресса.

Установлено, что электромагнитное облучение терагерцевого диапазона на частотах молекулярного спектра излучения и поглощения оксида азота 150,176 – 150,664 ГГц вызывает изменение состава углеводного компонента и снижение повышенной функциональной активности гликопротеидных рецепторов эритроцитов и тромбоцитов у белых крыс, в состоянии острого иммобилизационного стресса. Обнаруженный эффект электромагнитного облучения на частотах молекулярного спектра оксида азота 150,176 – 150,664 ГГц является основанием для клинической апробации его применения с целью коррекции изменений рецепторного аппарата клеток крови у больных с расстройствами микроциркуляции.

Обнаруженные половые различия в реакции рецепторного аппарата ферментных элементов крови на облучение электромагнитными волнами частотами молекулярного спектра излучения и поглощения оксида азота 150,176 – 150,664 ГГц обуславливают необходимость дифференцированного подхода к применению и дозированию ТГЧ-воздействия у мужчин и женщин. Высокая восприимчивость рецепторного аппарата тромбоцитов и эритроцитов у крыс-самок к терагерцевым волнам дает основание для клинической апробации применения ТГЧ-терапии при лечении заболеваний и состояний, сопровождающихся микроциркуляторными нарушениями.

Работа является фрагментом отраслевой научно – исследовательской программы № 9 «Этиопатогенез, диагностика и лечение заболеваний крови» на тему: «Исследование влияния на сложные биологические системы электромагнитных колебаний на частотах молекулярных спектров излучения и поглощения веществ, участвующих в метаболических процессах» согласно договору № 005/037/002 от 25 сентября 2001 г. с МЗиСР РФ и программе РАМН «Научные медицинские исследования Поволжского региона» на 2008-2010 гг. «Изучение особенностей поведенческих реакций, характера изменений кровотока в магистральных сосудах, реологии крови, микроциркуляторного и коагуляционного механизмов гемостаза у биообъектов, находящихся в состоянии острого и хронического иммобилизационного стресса под влиянием радиоимпульсного излучения высокой мощности и различных частот (135-250) ГГц (ТГЧ)» и выполнена в соответствии с договором о научно-техническом сотрудничестве с исследовательским центром по биофотонике Института биомедицинской инженерии и технологий здравоохранения и Шеньчженского института передовых технологий Китайской академии наук и ГОУ ВПО Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского Росздрава от 02.03.2010.

### **Основные положения, выносимые на защиту**

1. В составе углеводного компонента гликопротеидных рецепторов тромбоцитов у белых крыс обоего пола присутствует  $\beta$ -D-галактоза и отсутствуют N-ацетил-D-глюкозамин, сиаловая кислота и манноза. Содержание  $\beta$ -D-галактозы в составе углеводного компонента и активность гликопротеидных рецепторов тромбоцитов зависят от пола животного и фазы эстрального цикла у самок. Наибольшее содержание  $\beta$ -D-галактозы в составе углеводного компонента и активность гликопротеидных рецепторов тромбоцитов отмечаются у интактных самок в стадии эструс эстрального цикла.

2. При остром стрессе у белых крыс происходят увеличение количества  $\beta$ -D-галактозы в составе углеводного компонента и повышение функциональной активности гликопротеидных рецепторов тромбоцитов. Выраженность изменений рецепторного аппарата тромбоцитов неодинакова у крыс-самцов и самок: у крыс самок в фазе диэструс эстрального цикла указанные изменения

менее выражены, чем у самцов, а у крыс-самок в фазе эструс эстрального цикла происходят более значительные изменения рецепторного аппарата кровяных пластинок по сравнению с крысами-самцами.

3. У белых крыс, находящихся в состоянии острого стресса, облучение терагерцевыми волнами на частотах молекулярного спектра излучения и поглощения оксида азота 150,176-150,664 ГГц вызывает уменьшение содержания  $\beta$ -D-галактозы в составе углеводного компонента и снижение функциональной активности гликопротеидных рецепторов тромбоцитов. Состав углеводного компонента и функциональная активность гликопротеидных рецепторов тромбоцитов самок белых крыс в фазе эструс эстрального цикла обладают наибольшей чувствительностью к облучению электромагнитными волнами терагерцевого диапазона на частотах молекулярного спектра излучения и поглощения оксида азота 150,176 – 150,664 ГГц по сравнению с самками в фазе диэструс эстрального цикла и самцами.

4. У интактных белых крыс обоего пола в составе углеводного компонента гликопротеидных рецепторов эритроцитов присутствуют  $\beta$ -D-галактоза и манноза. Содержание маннозы в составе углеводного компонента гликопротеидных рецепторов эритроцитов не зависит от пола животного. Содержание  $\beta$ -D-галактозы в составе углеводного компонента и активность гликопротеидных рецепторов эритроцитов у интактных крыс-самок ниже, чем у интактных крыс-самцов.

5. При острой стресс-реакции у белых крыс обоего пола происходят изменение состава углеводного компонента и повышение функциональной активности гликопротеидных рецепторов эритроцитов. При этом содержание маннозы не изменяется, а происходит повышение содержания  $\beta$ -D-галактозы в составе углеводного компонента гликопротеидных рецепторов эритроцитов. Рецепторный аппарат эритроцитов крыс-самцов изменяется в большей степени, чем у крыс-самок.

6. Электромагнитные волны на частотах молекулярного спектра излучения и поглощения оксида азота 150,176 – 150,664 ГГц вызывают снижение содержания  $\beta$ -D-галактозы в составе углеводного компонента и активности гликопротеидных рецепторов эритроцитов у белых крыс, находящихся в состоянии острого иммобилизационного стресса. Чувствительность рецепторного аппарата эритроцитов крыс-самок в фазе эструс эстрального цикла к ТГЧ-воздействию на указанных частотах выше, чем у крыс-самцов и крыс-самок в фазе диэструс эстрального цикла, находящихся в состоянии острого иммобилизационного стресса.

## **Внедрение**

Полученные результаты используются в процессе преподавания на кафедре нормальной физиологии им. И.А. Чувевского и кафедре патологической физиологии ГБОУ ВПО Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского Минздрава России.

## **Апробация диссертации**

Основные положения работы доложены на I Международной конференции «Беккеровские чтения» (Волгоград, 2010); II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Вопросы патогенеза типовых патологических процессов» (Новосибирск, 2010); 2-й Всероссийской научно-практической конференции «Физиология адаптации» (Волгоград, 2010); 13-й Всероссийской медико-биологической конференции молодых исследователей «Человек и его здоровье» (Санкт-Петербург, 2010).

По материалам диссертации опубликовано 11 работ, в том числе 5 в журналах, рекомендованных ВАК Минобразования и науки РФ.

## **Объем и структура диссертации**

Диссертация состоит из введения, обзора литературы, материалов и методов исследования, 2 глав собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка литературы, включающего 171 отечественный и 38 зарубежных источников. Текст диссертации изложен на 194 страницах, содержит 65 таблиц и 24 рисунка.

## **СОБСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**

### **Объекты исследования**

Исследования проведены на 180 белых нелинейных крысах – 60 самцах и 120 самках. Возраст животных составлял 4-5 месяцев, масса тела – 180-220 г.

Эксперименты на животных проводились в соответствии с приказами Минздрава СССР № 742 от 13.11.1984 «Об утверждении правил работ с использованием экспериментальных животных» и № 48 от 23.01.1985 «О контроле за проведением работ с использованием экспериментальных животных»; Федеральным законом «О защите животных от жестокого обращения» от 1 декабря 1999 года; Женевской конвенцией «International Guiding Principles for Biomedical Research Involving Animals» (Geneva, 1990) и Хельсинкской декларацией о гуманном отношении к животным (2006).

При проведении экспериментов на крысах-самках учитывали фазу эстрального цикла. Определение фазы эстрального цикла осуществлялось с помощью микроскопии вагинального мазка [Эленберг В., Шейнерт А., 1930].

В качестве модели нарушения микроциркуляции использовали иммобилизационный стресс. В качестве модели острого стресса использовали жесткую фиксацию животных на спине в течение 3 часов [Киричук В.Ф., Иванов А.Н., Антипова О.Н. и соавт., 2005].

Исследования рецепторного аппарата тромбоцитов проведены на 30 самцах и 60 самках, которые были разделены на 9 групп по 10 особей в каждой: 1,2,3-я группы – 3 контрольные группы, включающие по 10 интактных животных – крыс-самцов, крыс-самок в фазе диэструс эстрального цикла и крыс-



самок в фазе эструс эстрального цикла; 4,5,6-я группы – 3 группы сравнения включали по 10 животных в состоянии острого иммобилизационного стресса – крыс-самцов, крыс-самок в фазе диэструс эстрального цикла и крыс-самок в фазе эструс эстрального цикла; 7,8,9-я группы – 3 опытные группы, которые включали по 10 животных, подвергнутых облучению ЭМИ ТГЧ на частотах МСИП оксида азота 150,176-150,664 ГГц в течение 30 минут на фоне острого иммобилизационного стресса – крыс-самцов, крыс-самок в фазе диэструс эстрального цикла и крыс-самок в фазе эструс эстрального цикла.

Исследования рецепторного аппарата эритроцитов проведены на 30 самцах и 60 самках, которые были разделены на 9 групп по 10 особей в каждой: 10,11, 12-я группы – 3 контрольные группы, включающие по 10 интактных животных: крыс-самцов, крыс-самок в фазе диэструс эстрального цикла и крыс-самок в фазе эструс эстрального цикла; 13,14,15-я группы – 3 группы сравнения включали по 10 животных в состоянии острого иммобилизационного стресса крыс-самцов, крыс-самок в фазе диэструс эстрального цикла и крыс-самок в фазе эструс эстрального цикла; 16,17,18 группы – 3 опытные группы, которые включали по 10 животных, подвергнутых облучению ЭМИ ТГЧ на частотах МСИП оксида азота 150,176-150,664 ГГц в течение 30 минут на фоне острого иммобилизационного стресса: крыс-самцов, крыс-самок в фазе диэструс эстрального цикла и крыс-самок в фазе эструс эстрального цикла.

Облучение животных проводили малогабаритным медицинским аппаратом «КВЧ-НО-Орбита», разработанным в Медикотехнической ассоциации КВЧ (г. Москва) совместно с ФГУП «НПП-Исток» (г. Фрязино) и ОАО ЦНИИИА (г. Саратов) [Бецкий О.В., Креницкий А.П., Майбородин А.В. и соавт., 2006; Креницкий А.П., Майбородин А.В., Киричук В.Ф. и соавт., 2007].

Облучали поверхность кожи площадью 3 см<sup>2</sup> над областью мечевидного отростка грудины. Облучатель располагался на расстоянии 1,5 см над поверхностью тела животного. Мощность излучения генератора составляла 0,7 мВт, а плотность мощности, падающей на участок кожи размером 3 см<sup>2</sup>, составляла 0,2 мВт/см<sup>2</sup>.

## Методы исследования

Состав углеводного компонента гликопротеидных рецепторов тромбоцитов определяли при помощи селективных белков – лектинов. Суспензию отмытых тромбоцитов получали по методу Н.Patcheke [1981] с изменениями [Виноградов Д.В., Власик Т.Н., Агафонова Т.Г. и соавт., 1991]. Тромбоциты дважды отмывали растворами Тироде – цитрат (рН=6,5), затем суспензировали в модифицированном растворе Тироде – Нерес (рН=7,35) с добавлением СаCl<sub>2</sub> 1 мМ, MgCl<sub>2</sub> 1 мМ.

Индукторами агрегации отмытых тромбоцитов были растительные лектины – конканавалин А (Con A), лектин зародышей пшеницы (WGA) и фитогеммагглютинин Р - РНА-Р (фирма «Лектинотест», Украина).

Лектин-индуцированную агрегацию тромбоцитов исследовали с помощью компьютеризированного двухканального лазерного анализатора агрегации тромбоцитов 230LA "Biola" (НФП «Биола», Россия). При исследовании агрегации к 300 мкл отмытых тромбоцитов после минутного термостатирования при 37°C добавляли Con A, WGA и PNA-P. Конечная концентрация лектинов составляла 100 мкг/мл [Ляхтин В.М., 1995; Самаль А.Б., Тимошенко А.В., Лойко Е.Н., 1998].

Для определения агрегации эритроцитов проводили определение вязкости крови. Исследования проводились с использованием ротационного вискозиметра со свободноплавающим цилиндром АКР-2. Выраженность эритроцитарной агрегации характеризует индекс агрегации эритроцитов, который определяется как частное от деления величины вязкости крови, измеренной при 20 с<sup>-1</sup>, на величину вязкости крови, измеренной при 100 с<sup>-1</sup> [Парфёнов А.С., 1992].

При исследовании лектин-индуцированной агрегации эритроцитов к 850 мкл крови после минутного термостатирования при 37 °С добавляли лектины по 25 мкл раствора концентрацией 32 мкг/мл. При исследовании лектин-индуцированной агрегации эритроцитов рассчитывали как абсолютное изменение индекса агрегации эритроцитов, так и относительную величину его изменения, выраженную в процентах; при этом за 100% принимали индекс агрегации эритроцитов у животных данной группы без добавления лектинов. Расчет относительной величины агрегации эритроцитов позволяет нивелировать возможные влияния изменений состава плазмы на процесс агрегации красных клеток крови.

Статистическую обработку полученных данных осуществляли при помощи программ Statistica 6.0.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

**1. Половые различия в изменении состава углеводного компонента и функциональной активности гликопротеидных рецепторов тромбоцитов под влиянием электромагнитного облучения терагерцевого диапазона на частотах МСИП оксида азота 150,176 – 150,664 ГГц при остром стрессе**

В результате проведенных исследований обнаружено, что у белых крыс обоего пола происходит агрегация тромбоцитов при индукции фитогемагглютинином-Р, что свидетельствует о наличии в составе гликопротеидных рецепторов тромбоцитов β-D-галактозы. При этом не отмечается агрегации тромбоцитов при индукции конканавалином А и лектином зародышей пшеницы (WGA), что указывает на отсутствие в составе углеводного компонента гликопротеидных рецепторов тромбоцитов N-ацетил-D-глюкозамина, сиаловой кислоты и маннозы. Показатели фитогемагглютинин-индуцированной агрегации тромбоцитов у интактных крыс-самок в фазе диэструс эстрального цикла статистически достоверно не отличаются от группы контроля интактных самцов (табл. 1). Однако у интактных самок в стадии эструс по сравнению с самками в фазе диэструс эстрального цикла и самцами

функциональная активность гликопротеидных рецепторов выше в связи с увеличенным количеством  $\beta$ -D-галактозы в составе их углеводного компонента (табл. 1).

Таблица 1

**Показатели агрегатограмм интактных крыс-самок в различные фазы эстрального цикла и крыс-самцов при индукции фитогемагглютинином – Р**

Показатели Группы животных	Максимальный размер образующихся тромбоцитарных агрегатов, усл. ед.	Максимальная скорость образования наибольших тромбоцитарных агрегатов, усл. ед.	Максимальная степень агрегации, %	Максимальная скорость агрегации, % мин.
Крысы-самцы	1.63 (1.32; 1.68)	0.36 (0.14; 0.44)	12.8 (4.1; 20.7)	3.0 (01.1; 3.1)
Крысы-самки в фазе диэструс эстрального цикла	1.84 (1.56; 1.87) $Z_1=0.61$ ; $p_1=0.540292$	0.34 (0.25; 0.36) $Z_1=0.36$ ; $p_1=0.713303$	8.0 (5.2; 8.2) $Z_1=0.12$ ; $p_1=0.902523$	3.3 (2.2; 5.1) $Z_1=1.34$ ; $p_1=0.177911$
Крысы-самки в фазе эструс эстрального цикла	2.77 (2.26; 3.55) $Z_1=3.33$ $p_1=0.000881$ ; $Z_2=2.45$ ; $p_2=0.014306$	0.74 (0.55; 1.34) $Z_1=2.83$ ; $p_1=0.004587$ ; $Z_2=2.57$ ; $p_2=0.010113$	25.5 (23.1; 30.3) $Z_1=2.08$ ; $p_1=0.037243$ ; $Z_2=2.34$ ; $p_2=0.019111$	7.58 (5.35; 34.9) $Z_1=2.95$ ; $p_1=0.003197$ ; $Z_2=2.08$ ; $p_2=0.037243$

**Примечание:** в каждом случае приведены средняя величина, нижний и верхний квартили (25%; 75%) из 10 измерений;

$Z_1$ ,  $p_1$  – по сравнению с группой интактных крыс-самцов;

$Z_2$ ,  $p_2$  – по сравнению с группой интактных крыс-самок в фазе диэструс эстрального цикла.

У крыс-самцов в ходе острой стресс-реакции происходят изменения состава и функциональной активности гликопротеидных рецепторов тромбоцитов. Это выражается в статистически достоверном увеличении таких показателей фитогемагглютинин-индуцированной агрегации, как максимальный размер образующихся тромбоцитарных агрегатов, максимальная скорость образования тромбоцитарных агрегатов, максимальная степень и скорость агрегации.

Направленность изменений функциональной активности гликопротеидных рецепторов тромбоцитов у крыс-самок в фазах эструс и диэструс эстрального цикла аналогична изменениям, происходящим у крыс-самцов при действии стрессора (табл. 2). Однако у крыс самок в фазе диэструс эстрального цикла отмечаются менее выраженные изменения фитогемагглютинин-индуцированной агрегации тромбоцитов при остром стрессе (табл. 2). Кроме того, у них не происходит изменения кинетических параметров фитогемагглютинин-индуцированной агрегации тромбоцитов. Следовательно, рецепторный аппарат тромбоцитов крыс-самок в фазе диэструс изменяется в меньшей степени, чем у самцов.

Таблица 2

Показатели агрегатограмм крыс-самок в различные фазы эстрального цикла и самцов, находящихся в состоянии острого иммобилизационного стресса, при индукции фитогемагглютинином – Р

Показатели Группы животных	Максимальный размер образующихся тромбоцитарных агрегатов, усл. ед.	Максимальная скорость образования наибольших тромбоцитарных агрегатов, усл. ед.	Максимальная степень агрегации, %	Максимальная скорость агрегации, % мин.
Крысы-самцы	3.27 (2.50; 4.55)	1.85 (0.90; 3.25)	42.8 (31.2; 51.0)	22.1 (07.6;36.7)
Крысы-самки в фазе диэструс эстрального цикла	3.93 (1.92; 4.45) $Z_1=0.29$ ; $p_1=0.769698$	1.34 (0.38; 2.54) $Z_1=0.19$ ; $p_1=0.845252$	23.3 (12.8; 40.0) $Z_1=2.34$ ; $p_1=0.019173$	5.6 (4.9; 15.3) $Z_1=1.17$ ; $p_1=0.241567$
Крысы-самки в фазе эструс эстрального цикла	4.93 (4.04; 5.18) $Z_1=2.53$ ; $p_1=0.011370$ ; $Z_2=2.28$ ; $p_2=0.022859$	5.89 (4.59; 6.75) $Z_1=2.59$ ; $p_1=0.009505$ ; $Z_2=3.26$ ; $p_2=0.001091$	51.6 (48.3; 69.3) $Z_1=2.04$ ; $p_1=0.041228$ ; $Z_2=3.12$ ; $p_2=0.001793$	34.1 (32.9;49.2) $Z_1=2.12$ ; $p_1=0.033764$ ; $Z_2=3.23$ ; $p_2=0.001245$

Примечание: то же, что и в таблице 1.

Максимальный размер образующихся тромбоцитарных агрегатов, максимальная скорость образования наибольших тромбоцитарных агрегатов, максимальные скорость и степень агрегации самок в фазе эструс эстрального цикла, находящихся в состоянии острого иммобилизационного стресса, достоверно выше показателей самок в фазе диэструс эстрального цикла и самцов на фоне стресса (табл. 2). Приведенные данные указывают на высокую чувствительность рецепторного аппарата тромбоцитов к стрессору у самок в стадии эструс эстрального цикла.

Облучение терагерцевыми волнами на частотах МСИП оксида азота 150,176-150,664 ГГц крыс-самок в фазе диэструс эстрального цикла (табл. 3) и крыс-самцов (табл. 4), находящихся в состоянии острого иммобилизационного стресса, вызывает полное восстановление состава углеводного компонента и функциональной активности гликопротеидных рецепторов тромбоцитов, что выражается в нормализации, индуцированной фитогемагглютинином-Р. При этом все показатели агрегатограмм статистически достоверно не отличаются от группы контроля (табл. 3, 4).

ТГЧ-облучение крыс-самок в фазе эструс эстрального цикла, находящихся в состоянии острого иммобилизационного стресса, вызывает значительное снижение функциональной активности гликопротеидных рецепторов тромбоцитов ниже физиологической нормы. При этом все показатели фитогемагглютинин-индуцированной агрегации тромбоцитов статистически достоверно меньше уровня группы контроля (табл. 5).

Таблица 3

Показатели агрегатограмм крыс-самцов при острой стресс-реакции и терагерцевом облучении на частотах МСИП оксида азота 150,176 – 150,664 ГГц при индукции фитогемагглютинином – Р

Показатели Группы животных	Максимальный размер образующихся тромбоцитарных агрегатов, усл. ед.	Максимальная скорость образования наибольших тромбоцитарных агрегатов, усл. ед.	Максимальная степень агрегации, %	Максимальная скорость агрегации, % мин.
Контроль	1.63 (1.32; 1.68)	0.36 (0.14; 0.44)	12.8 (04.1; 20.7)	03.0 (01.1; 03.1)
Иммобилизационный стресс	3.27 (2.50; 4.55) $Z_1=3.40$ ; $p_1=0.000670$	1.85 (0.90; 3.25) $Z_1=3.10$ ; $p_1=0.001940$	42.8 (31.2; 51.0) $Z_1=3.33$ ; $p_1=0.000881$	22.1 (07.6; 36.7) $Z_1=3.40$ ; $p_1=0.000670$
Стресс совместно с облучением в течение 30 мин	2.00 (1.62; 2.53) $Z_1=1.81$ ; $p_1=0.069643$ ; $Z_2=2.87$ ; $p_2=0.004072$	0.52 (0.30; 0.70) $Z_1=1.36$ ; $p_1=0.173618$ ; $Z_2=2.72$ ; $p_2=0.006502$	19.2 (10.6; 29.7) $Z_1=1.36$ ; $p_1=0.173618$ ; $Z_2=3.17$ ; $p_2=0.001499$	3.98 (2.05; 6.26) $Z_1=1.44$ ; $p_1=0.150928$ ; $Z_2=3.25$ ; $p_2=0.001152$

Примечание: в каждом случае приведены средняя величина, нижний и верхний квартили(25%;75%) из 10 измерений:

$Z_1$ ,  $p_1$  – по сравнению с группой контроля;

$Z_2$ ,  $p_2$  – по сравнению с группой животных в состоянии иммобилизационного стресса.

Таблица 4

Показатели агрегатограмм крыс-самок в фазе диэструс эстрального цикла при острой стресс-реакции и терагерцевом облучении на частотах МСИП оксида азота 150,176-150,664 ГГц при индукции фитогемагглютинином – Р

Показатели Группы животных	Максимальный размер образующихся тромбоцитарных агрегатов, усл. ед.	Максимальная скорость образования наибольших тромбоцитарных агрегатов, усл. ед.	Максимальная степень агрегации, %	Максимальная скорость агрегации, % мин.
Контроль	1.84 (1.56; 1.87)	0.34 (0.25; 0.36)	8.0 (5.2; 8.2)	3.3 (2.2; 5.1)
Иммобилизационный стресс	3.93 (1.92; 4.45) $Z_1=2.19$ ; $p_1=0.028352$	1.34 (0.38; 2.54) $Z_1=2.03$ ; $p_1=0.042358$	23.3 (12.8; 40.0) $Z_1=2.03$ ; $p_1=0.042358$	5.6 (4.9; 15.3) $Z_1=1.38$ ; $p_1=0.167466$
Стресс совместно с облучением в течение 30 мин	1.68 (1.21; 2.45) $Z_1=0.08$ ; $p_1=0.935283$ ; $Z_2=2.20$ ; $p_2=0.027891$	0.33 (0.20; 0.44) $Z_1=0.37$ ; $p_1=0.714393$ ; $Z_2=2.08$ ; $p_2=0.037243$	12.6 (7.9; 14.3) $Z_1=1.17$ ; $p_1=0.241567$ ; $Z_2=2.08$ ; $p_2=0.037243$	2.46 (1.26; 4.60) $Z_1=0.87$ ; $p_1=0.379776$ ; $Z_2=2.13$ ; $p_2=0.020638$

Примечание: то же, что и в таблице 3.

Таблица 5

Показатели агрегатограмм крыс-самок в фазе эструс эстрального цикла на фоне острого иммобилизационного стресса и терагерцевом облучении на частотах МСИП оксида азота 150,176 – 150,664 ГГц при индукции фитогемагглютинином – Р

Показатели Группы животных	Максимальный размер образующихся тромбоцитарных агрегатов, усл. ед.	Максимальная скорость образования наибольших тромбоцитарных агрегатов, усл. ед.	Максимальная степень агрегации, %	Максимальная скорость агрегации, % мин.
Контроль	2.77 (2.26; 3.55)	0.74 (0.55; 1.34)	25.5 (23.1; 30.3)	7.58(5.35;34.9)
Иммобилизационный стресс	4.93 (4.04; 5.18) $Z_1=3.59$ ; $p_1=0.000327$	5.89 (4.59; 6.75) $Z_1=3.18$ ; $p_1=0.001451$	51.6 (48.3; 69.3) $Z_1=3.59$ ; $p_1=0.000327$	34.1(32.9;49.2) $Z_1=2.20$ ; $p_1=0.027487$
Стресс совместно с облучением в течение 30 мин	1.89 (1.47; 2.1) $Z_1=2.63$ ; $p_1=0.008416$ ; $Z_2=3.33$ ; $p_2=0.000855$	0.30 (0.18; 0.44) $Z_1=2.29$ ; $p_1=0.021828$ ; $Z_2=3.33$ ; $p_2=0.000855$	17.5 (3.3; 21.6) $Z_1=1.17$ ; $p_1=0.241567$ ; $Z_2=3.33$ ; $p_2=0.000855$	4.90(0.76;6.80) $Z_1=0.87$ ; $p_1=0.379776$ ; $Z_2=3.33$ ; $p_2=0.000855$

Примечание: то же, что и в таблице 3.

Таким образом, состав углеводного компонента и функциональная активность гликопротеидных рецепторов тромбоцитов самок белых крыс в фазе эструс эстрального цикла обладают наибольшей лабильностью и чувствительностью к облучению электромагнитными волнами терагерцевого диапазона на частотах молекулярного спектра излучения и поглощения оксида азота 150,176 – 150,664 ГГц по сравнению с самками в фазе диэструс эстрального цикла и самцами.

## 2. Половые различия в изменении состава углеводного компонента и функциональной активности гликопротеидных рецепторов эритроцитов под влиянием электромагнитного облучения терагерцевого диапазона на частотах МСИП оксида азота 150,176 – 150,664 ГГц при остром стрессе

Установлено, что у интактных белых крыс обоего пола происходит изменение индекса агрегации эритроцитов при добавлении к образцам крови фитогемагглютина-Р и конканавалина-А, что свидетельствует о наличии в составе углеводного компонента гликопротеидных рецепторов эритроцитов β-D-галактозы и маннозы (табл. 6).

При добавлении к образцам крови животных вне зависимости от пола лектина зародышей пшеницы не происходит статистически значимого изменения индекса агрегации эритроцитов (табл. 6), что свидетельствует об отсут-

ствии в составе углеводного компонента N-ацетил-D-глюкозамина и сиаловой кислоты. Содержание маннозы в составе углеводного компонента гликопротеидных рецепторов эритроцитов одинаково у интактных крыс-самцов и самок вне зависимости от фазы эстрального цикла, так как отсутствуют статистически значимые различия в конканавалин-A-индуцированной агрегации между данными группами животных (табл. 6). Различия фитогемагглютинин-R-индуцированной агрегации эритроцитов свидетельствуют, о том, что содержание  $\beta$ -D-галактозы в составе углеводного компонента гликопротеидных рецепторов одинаково у интактных крыс-самок в фазах эструс и диэструс эстрального цикла, но статистически достоверно ниже, чем у интактных крыс-самцов (табл. 6).

**Таблица 6**

**Показатели агрегационной активности эритроцитов у интактных крыс-самок в фазах эструс и диэструс эстрального цикла и самцов при добавлении различных лектинов**

Группа	Проба Показатели	Без лектинов	С добавлением лектинов		
			Фитогемагглютинин -Р	Лектина зародышей пшеницы (WGA)	Конканавалин-A
Крыс-самцы	Индекс агрегации эритроцитов, усл.ед.	1.31(1.29;1.36)	1.39 (1.34; 1.40)	1.32(1.28;1.36)	1.35(1.32;1.38)
	Лектин-индуцированная агрегация эритроцитов, %	-	5.56 (3.87; 6.67)	0.00(0.00;0.74)	2.33(1.50;3.87)
Крыс-самки в фазе диэструс эстрального цикла	Индекс агрегации эритроцитов, усл.ед.	1.24(1.22;1.26) $Z_1=3.38$ ; $p_1=0.000715$	1.29 (1.27; 1.30) $Z_1=3.02$ ; $p_1=0.002497$	1.25(1.23;1.26) $Z_1=3.61$ ; $p_1=0.000312$	1.28(1.26;1.28) $Z_1=4.16$ ; $p_2=0.000032$
	Лектин-индуцированная агрегация эритроцитов, %	-	3.49 (3.20; 4.00) $Z_1=2.12$ ; $p_1=0.034294$	0.00(0.00;0.00) $Z_1=0.72$ ; $p_1=0.470842$	3.23(1.59;3.27) $Z_1=0.11$ ; $p_1=0.911664$
Крыс-самки в фазе эструс эстрального цикла	Индекс агрегации эритроцитов, усл.ед.	1.25(1.24;1.26) $Z_1=3.33$ ; $p_1=0.000874$ ; $Z_2=0.87$ ; $p_2=0.384674$	1.30 (1.29; 1.31) $Z_1=3.02$ ; $p_1=0.002497$ ; $Z_2=1.89$ ; $p_2=0.058783$	1.25(1.25;1.26) $Z_1=3.49$ ; $p_1=0.000475$ ; $Z_2=1.06$ ; $p_2=0.289919$	1.28(1.27;1.29) $Z_1=4.13$ ; $p_1=0.000036$ ; $Z_2=1.58$ ; $p_2=0.112412$
	Лектин-индуцированная агрегация эритроцитов, %	-	4.02 (3.20; 4.80) $Z_1=2.04$ ; $p_1=0.041008$ ; $Z_2=1.25$ ; $p_2=0.212295$	0.00(0.00;0.00) $Z_1=0.61$ ; $p_1=0.541749$ ; $Z_2=0.04$ ; $p_2=0.966915$	2.41(2.40;3.20) $Z_1=0.83$ ; $p_1=0.405381$ ; $Z_2=0.68$ ; $p_2=0.496292$

Примечание: в каждом случае приведены средняя величина (медiana – Me), нижний и верхний квартили (25%;75%) из 10 измерений;  
 $Z_1$ ,  $p_1$  – достоверность различий по сравнению с группой интактных крыс-самцов;  
 $Z_2$ ,  $p_2$  – достоверность различий по сравнению с группой интактных крыс-самок в фазе диэструс эстрального цикла.

Установлено, что величина конканавалин-индуцированной агрегации эритроцитов у крыс-самцов и самок вне зависимости от фазы эстрального цикла при остром иммобилизационном стрессе статистически достоверно не отличается от уровня контрольных групп. Это свидетельствует о том, что содержание маннозы в составе углеводного компонента гликопротеидных рецепторов эритроцитов белых крыс при острой стресс-реакции не изменяется. У крыс-самцов и крыс-самок при острой стресс-реакции происходит увеличение фитогемагглютинин-индуцированной агрегации эритроцитов, что свидетельствует о повышении содержания  $\beta$ -D-галактозы в составе углеводного компонента гликопротеидных рецепторов эритроцитов.

У крыс-самцов фитогемагглютинин-индуцированная агрегация эритроцитов выше, чем у крыс-самок, как в фазе эструс, так и диэструс эстрального цикла (табл. 7), что свидетельствует о более высокой активности гликопротеидных рецепторов за счет увеличения содержания в составе их углеводного компонента  $\beta$ -D-галактозы.

Таблица 7

**Агрегационная активность эритроцитов у крыс-самцов и крыс-самок в различных фазах эстрального цикла, находящихся в состоянии острого иммобилизационного стресса, при добавлении фитогемагглютинина-Р**

Показатели \ Группа	Крысы-самцы	Крысы-самки в фазе диэструс эстрального цикла	Крысы-самки в фазе эструс эстрального цикла
Индекс агрегации эритроцитов, усл.ед.	1.60 (1.57;1.65)	1.52 (1.48;1.54) $Z_1=3.97; p_1=0.000073$	1.51 (1.49;1.52) $Z_1=4.16; p_1=0.000032;$ $Z_2=0.60; p_2=0.545350$
Лектин-индуцированная агрегация эритроцитов, %	10.49 (9.03;14.68)	7.46 (6.43; 8.00) $Z_1=2.50; p_1=0.012555$	6.93 (6.43; 8.29) $Z_1=2.50; p_1=0.012555;$ $Z_2=0.15; p_2=0.879829$

Примечание: в каждом случае приведены средняя величина (медиана – Me), нижний и верхний квартили (25%;75%) из 10 измерений;  $Z_1, p_1$  – по сравнению с группой крыс-самцов, находящихся в состоянии острого стресса;  $Z_2, p_2$  – по сравнению с группой крыс-самок в фазе диэструс эстрального цикла, находящихся в состоянии острого стресса.

У крыс-самок в фазах эструс и диэструс эстрального цикла различия в содержании  $\beta$ -D-галактозы углеводного компонента гликопротеидных рецепторов эритроцитов статистически не доказаны (табл. 7). Следовательно, рецепторный аппарат эритроцитов крыс-самцов изменяется в большей степени, чем у крыс-самок.

В результате проведенных исследований обнаружено, что электромагнитное излучение терагерцевого диапазона на частотах молекулярного спектра излучения и поглощения оксида азота 150,176 150,664 ГГц способно восстанавливать нарушения состава углеводного компонента и снижать повы-



шенную функциональную активность гликопротеидных рецепторов эритроцитов у белых крыс. Это выражается в снижении фитогемагглютинин-Р-индуцированной агрегации эритроцитов (табл. 8, 9, 10). У крыс-самцов (табл. 8.) и у крыс-самок в фазе диэструс эстрального цикла (табл. 9) 30-минутная экспозиция электромагнитных волн указанной частоты вызывает полную нормализацию состава углеводного компонента и активности гликопротеидных рецепторов эритроцитов, что выражается в полном восстановлении показателей их лектин-индуцированной агрегации.

Таблица 8

Изменение лектин-индуцированной агрегации эритроцитов у крыс-самцов в состоянии острого стресса и облучения волнами терагерцевой на частотах МСИП оксида азота 150,176 – 150,664 ГГц на фоне стресса

Показатели		Группа		
		Контроль	Острый иммобилизационный стресс	Острый стресс совместно с облучением в течение 30 мин
Агрегация эритроцитов, %	Фитогемагглютинин-Р	5.56(3.88;6.67)	10.45(9.03;13.79) $Z_1=3.17; p_1=0.001499$	5.28 (4.41; 7.24) $Z_1=0.37; p_1=0.705457;$ $Z_2=2.19; p_2=0.028366$
	Лектин зародышей пшеницы (WGA)	0.00(0.00;1.53)	0.00 (0.00; 0.00) $Z_1=1.13; p_1=0.256840$	0.00 (0.00; 0.00) $Z_1=0.37; p_1=0.705457;$ $Z_2=0.75; p_2=0.449692$
	Конканавалин-А	2.68(1.50;4.61)	2.06 (0.69; 2.80) $Z_1=1.88; p_1=0.058783$	1.51 (1.47; 2.19) $Z_1=1.62; p_1=0.104111;$ $Z_2=0.22; p_2=0.820596$

**Примечание:** в каждом случае приведены медиана, нижний и верхний квартили (25%;75%) из 10 измерений;  $Z_1, p_1$  – по сравнению с группой контроля;  $Z_2, p_2$  – по сравнению с группой животных в состоянии стресса.

Воздействие терагерцевых волн на частотах молекулярного спектра излучения и поглощения оксида азота 150,176-150,664 ГГц на крыс-самок в фазе эструс эстрального цикла, находящихся в состоянии острого иммобилизационного стресса, вызывает уменьшение ниже уровня контроля содержания  $\beta$ -D-галактозы в углеводном компоненте гликопротеидных рецепторов эритроцитов, что приводит к угнетению их функциональной активности. Это проявляется статистически достоверным снижением фитогемагглютинин-Р-индуцированной агрегации эритроцитов ниже уровня контрольной группы (табл. 10).

Таблица 9.

Изменение лектин-индуцированной агрегации эритроцитов у крыс-самок в фазе диэструс эстрального цикла в состоянии острого стресса и облучения терагерцевыми волнами на частотах МСПП оксида азота 150,176 – 150,664 ГГц на фоне стресса

Показатели		Группа		
		Контроль	Острый иммобилизационный стресс	Острый стресс совместно с облучением в течение 30 мин
Агрегация эритроцитов, %	Фитогемагглютинин -Р	3.49 (3.20; 4.00)	7.46 (6.43; 8.00) Z <sub>1</sub> =3.78; p <sub>1</sub> =0.000157	3.38 (3.20; 3.71) Z <sub>1</sub> =0.60; p <sub>1</sub> =0.543350; Z <sub>2</sub> =3.78; p <sub>2</sub> =0.000157
	Лектин зародышей пшеницы (WGA)	0.00(0.00;0.00)	0.00 (0.00; 0.00) Z <sub>1</sub> =0.30; p <sub>1</sub> =0.762369	0.00 (0.00; 0.00) Z <sub>1</sub> =0.08; p <sub>1</sub> =0.939743; Z <sub>2</sub> =0.30; p <sub>2</sub> =0.762369
	Конканавалин-А	3.23(1.59;3.27)	2.52 (2.44; 2.94) Z <sub>1</sub> =0.76; p <sub>1</sub> =0.449692	2.52 (2.44; 2.94) Z <sub>1</sub> =0.76; p <sub>1</sub> =0.449692 Z <sub>2</sub> =0.76; p <sub>2</sub> =0.449692

Примечание: то же, что и к таблице 8.

Таблица 10

Изменение лектин-индуцированной агрегации эритроцитов у крыс-самок в фазе эструс эстрального цикла и при остром иммобилизационном стрессе и облучении волнами терагерцевого диапазона на частотах МСПП оксида азота 150,176 – 150,664 ГГц при добавлении различных лектинов

Показатели		Группа		
		Контроль	Острый иммобилизационный стресс	ГЧ-облучение на фоне острого стресса
Агрегация эритроцитов, %	Фитогемагглютинин -Р	4.02 (3.20; 4.80)	6.93 (6.43; 8.29) Z <sub>1</sub> =3.78; p <sub>1</sub> =0.000157	3.21 (2.46; 3.25) Z <sub>1</sub> =2.46; p <sub>1</sub> =0.014020; Z <sub>2</sub> =3.78; p <sub>2</sub> =0.000157
	Лектин зародышей пшеницы (WGA)	0.00(0.00;0.00)	0.00 (0.00; 0.00) Z <sub>1</sub> =0.30; p <sub>1</sub> =0.762369	0.00 (0.00; 0.00) Z <sub>1</sub> =0.08; p <sub>1</sub> =0.939743; Z <sub>2</sub> =0.30; p <sub>2</sub> =0.762369
	Конканавалин-А	2.41(2.40;3.20)	2.55 (2.14; 2.96) Z <sub>1</sub> =0.76; p <sub>1</sub> =0.449692	2.45 (2.40; 3.23) Z <sub>1</sub> =0.83; p <sub>1</sub> =0.405680; Z <sub>2</sub> =0.30; p <sub>2</sub> =0.762369

Примечание: то же, что и к таблице 8.

Таким образом, чувствительность рецепторного аппарата эритроцитов крыс-самок в фазе эструс эстрального цикла к ТГЧ-воздействию на указанных частотах выше, чем у крыс-самцов и крыс-самок в фазе диэструс эстрального цикла, находящихся в состоянии острого иммобилизационного стресса.

### Выводы

1. У белых крыс обоего пола в составе углеводного компонента гликопротеидных рецепторов тромбоцитов присутствует  $\beta$ -D-галактоза и отсутствуют N-ацетил-D-глюкозамин, сиаловая кислота и манноза. Содержание  $\beta$ -D-галактозы в составе углеводного компонента и активность гликопротеидных рецепторов тромбоцитов у интактных крыс-самок в фазе диэструс эстрального и интактных самцов одинаково, а у интактных самок в стадии эструс эстрального цикла - повышено.

2. У крыс обоего пола в ходе острой стресс-реакции происходят увеличение количества  $\beta$ -D-галактозы в составе углеводного компонента и повышение функциональной активности гликопротеидных рецепторов тромбоцитов. У крыс самок в фазе диэструс эстрального цикла наблюдаются менее выраженное нарастание увеличения количества  $\beta$ -D-галактозы в составе углеводного компонента и повышение функциональной активности гликопротеидных рецепторов тромбоцитов по сравнению с крысами-самцами. У самок в фазе эструс эстрального цикла, находящихся в состоянии острого иммобилизационного стресса, напротив, повышено содержание  $\beta$ -D-галактозы в составе углеводного компонента и активности гликопротеидных рецепторов тромбоцитов по сравнению с крысами-самками в фазе диэструс эстрального цикла и самцами.

3. Облучение терагерцовыми волнами на частотах молекулярного спектра излучения и поглощения оксида азота 150,176-150,664 ГГц крыс-самок в фазе диэструс эстрального цикла и крыс-самцов, находящихся в состоянии острого иммобилизационного стресса, вызывает полное восстановление состава углеводного компонента и функциональной активности гликопротеидных рецепторов тромбоцитов. ТГЧ-облучение крыс-самок в фазе эструс эстрального цикла, находящихся в состоянии острого иммобилизационного стресса, вызывает значительное снижение функциональной активности гликопротеидных рецепторов тромбоцитов ниже уровня физиологической нормы.

4. У интактных белых крыс обоего пола в составе углеводного компонента гликопротеидных рецепторов эритроцитов присутствуют  $\beta$ -D-галактоза и манноза, отсутствуют N-ацетил-D-глюкозамин и сиаловая кислота. Содержание маннозы в составе углеводного компонента гликопротеидных рецепторов эритроцитов одинаково у интактных крыс-самцов и самок. Содержание  $\beta$ -D-галактозы в составе углеводного компонента и активность гликопротеидных рецепторов эритроцитов у интактных крыс-самок вне зависимости от фазы эстрального цикла ниже, чем у интактных крыс-самцов.

5. При острой стресс-реакции у крыс-самцов и крыс-самок происходят изменение состава углеводного компонента и повышение функциональной активности гликопротеидных рецепторов эритроцитов. При этом содержание маннозы не изменяется, а происходит повышение содержания  $\beta$ -D-галактозы в составе углеводного компонента гликопротеидных рецепторов эритроцитов. У крыс-самцов при стрессе отмечается более выраженное нарастание активности гликопротеидных рецепторов за счет увеличения в составе их углеводного компонента  $\beta$ -D-галактозы, чем у крыс-самок. У крыс-самок, находящихся в состоянии острого стресса, содержание  $\beta$ -D-галактозы в составе углеводного компонента и активность гликопротеидных рецепторов эритроцитов одинаковы в фазах эструс и диэструс эстрального цикла.

6. У крыс-самцов и у крыс-самок в фазе диэструс эстрального цикла 30-минутная экспозиция электромагнитных волн на частотах молекулярного спектра излучения и поглощения оксида азота 150,176 – 150,664 ГГц вызывает полную нормализацию состава углеводного компонента и активности гликопротеидных рецепторов эритроцитов. Воздействие терагерцевых волн на крыс-самок в фазе эструс эстрального цикла, находящихся в состоянии острого иммобилизационного стресса, вызывает уменьшение ниже уровня контроля содержания  $\beta$ -D-галактозы в углеводном компоненте гликопротеидных рецепторов эритроцитов, что приводит к угнетению их функциональной активности.

### **Практические рекомендации**

1. Обнаруженные эффекты терагерцевого облучения на частотах МСИП оксида азота 150,176 – 150,664 ГГц на стрессорные нарушения состава углеводного компонента и функциональной активности гликопротеидных рецепторов тромбоцитов и эритроцитов делают возможным разработку немедикаментозных методов регуляции и коррекции рецепторного аппарата форменных элементов крови.

2. Выбранная модель нарушений внутрисосудистого компонента микроциркуляции позволяет экстраполировать результаты исследования на больных с различной патологией, у которых отмечается повышение способности тромбоцитов и эритроцитов к агрегации.

3. Обнаруженное нормализующее влияние электромагнитного излучения терагерцевого диапазона на частотах МСИП оксида азота 150,176 – 150,664 ГГц на нарушения состава углеводного компонента и функциональной активности тромбоцитов и эритроцитов у белых крыс, находящихся в состоянии острого иммобилизационного стресса, является основанием для клинической апробации данного метода у больных с нарушениями внутрисосудистого компонента микроциркуляции.

4. Выявленные половые различия в реакции рецепторного аппарата на облучение терагерцевого диапазона обуславливают необходимость дифференцированного подхода к применению и дозированию ТГЧ-воздействия у мужчин и женщин.

### **Список работ, опубликованных по теме диссертации**

1. Электромагнитное излучение терагерцевого диапазона на частотах оксида азота как фактор коррекции нарушений рецепторного аппарата клеток крови /В.Ф.Киричук, А.Н.Иванов, Е.В.Андронов, С.В.Свистунов // I международные Беккеровские чтения: Материалы. научно-практической конф. – Волгоград, 2010. – Ч. I. - С. 112 – 114.

2. Коррекция углеводного компонента гликопротеидных рецепторов эритроцитов электромагнитным излучением терагерцевого диапазона на частотах молекулярного спектра оксида азота / В.Ф. Киричук, А.Н.Иванов, Е.В.Андронов, С.В.Свистунов // Вопросы патогенеза типовых патологических процессов: Труды II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Новосибирск, 2010. – С. 162-165.

3. Электромагнитное излучение терагерцевого диапазона на частотах спектра оксида азота в коррекции углеводного компонента гликопротеидных рецепторов тромбоцитов / В.Ф. Киричук, А.Н.Иванов, Е.В.Андронов, С.В.Свистунов // Вопросы патогенеза типовых патологических процессов: Труды II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Новосибирск, 2010. – С. 145-149.

4. Влияние облучения терагерцевыми волнами на частотах оксида азота на нарушения состава углеводного компонента и функциональную активность гликопротеидных рецепторов эритроцитов у белых крыс при остром стрессе / Е.В.Андронов, В.Ф.Киричук, А.Н.Иванов, С.В.Свистунов // Физиология адаптации: Материалы 2-й Всероссийской научно-практической конференции. – Волгоград, 2010. –С. 144-147.

5. Свистунов С.В. Электромагнитное излучение терагерцевого диапазона на частотах оксида азота 150.176...150.664 ГГц и углеводный компонент гликопротеидных рецепторов эритроцитов / С.В. Свистунов // Человек и его здоровье: Материалы 13-й Всероссийской медико-биологической конференции молодых исследователей. – СПб., 2010. – С. 177-178.

6. Влияние электромагнитного излучения терагерцевого диапазона на частотах оксида азота на постстрессорные нарушения состава углеводного компонента и активности гликопротеидных рецепторов тромбоцитов /В.Ф. Киричук, А.Н.Иванов, Е.В.Андронов, С.В.Свистунов // Биомедицинская радиоэлектроника. – 2010. – №5. – С. 39-46.

7. Коррекция постстрессорных изменений активности гликопротеидных рецепторов тромбоцитов электромагнитным излучением терагерцевого диапазона / В.Ф. Киричук, Е.В.Андронов, А.Н.Иванов, С.В.Свистунов // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2010. - №3. – С. 511-516.

8. Коррекция изменений функциональной активности гликопротеидных рецепторов эритроцитов электромагнитными волнами на частотах молекулярного спектра оксида азота у белых крыс в состоянии острого стресса / В.Ф. Киричук, С.В. Свистунов, А.Н.Иванов, Е.В.Андронов // Биомедицинская радиоэлектроника. – 2011. - №1. – С. 25-29.

9. Гендерные различия функциональной активности гликопротеидных рецепторов тромбоцитов при остром стрессе под влиянием терагерцевого излучения / В.Ф. Киричук, Е.В. Андронов, А.Н. Иванов, С.В. Свистунов // Проблемы физической биомедицины: Межрегиональный сборник научных работ с международным участием / Под общей редакцией проф. Г.Е. Брилля. - Саратов: Изд-во Сар.ГМУ, 2011. – С. 273-283.

10. Половые различия в изменении состава углеводного компонента и функциональной активности гликопротеидных рецепторов тромбоцитов под влиянием терагерцевого излучения частотой 150,176-150,664 ГГц при остром стрессе / В.Ф. Киричук, Е.В. Андронов, С.В. Свистунов, А.Н. Иванов // Биомедицинская радиоэлектроника. – 2011. - №8. – С. 43-48.

11. Изменения активности гликопротеидных рецепторов эритроцитов у белых крыс в состоянии стресса и их коррекция терагерцевыми волнами на частоте оксида азота / В.Ф. Киричук, С.В. Свистунов, Е.В. Андронов, А.Н. Иванов // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2011. – Т.7. - №3. – С. 583-587.

#### **Список принятых сокращений**

**МСИП** –молекулярный спектр излучения и поглощения

**ТГЧ** – терагерцовые частоты

**ЭМИ** – электромагнитное излучение

**NO** – оксид азота

Автор выражает глубокую благодарность Заслуженному деятелю науки РФ, академику МАН ВЦ, РАМН, доктору медицинских наук, профессору В.Ф. Киричуку за предоставленную возможность выполнить исследования в лаборатории гемостаза кафедры нормальной физиологии имени И.А. Чувского.