Всероссийский конкурс Юных исследователей окружающей среды

**Динамика морфологического состава крови крыс в зависимости от воздействия острого стресса, физических и химических факторов окружающей среды**

**Работу выполнила**:   
 Хорольская Екатерина Дмитриевна,   
 ученица 11 класса муниципального  
 бюджетного общеобразовательного   
 учреждения «Гимназия №11   
 им. К. А. Тренёва» муниципального   
 образования городской округ   
 Симферополь

**Научный руководитель**:   
 Хусаинов Денис Рашидович, к.б.н.,   
 доцент кафедры физиологии   
 человека и животных и биофизики   
 КФУ им. В.И. Вернадского

**ТЕЗИСЫ**

**ДИНАМИКА МОРФОЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА КРОВИ КРЫС В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ОСТРОГО СТРЕССА, ФИЗИЧЕСКИХ И ХИМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

**Автор:** Хорольская Екатерина Дмитриевна, ученица 10 класса муниципального бюджетного общеобразовательного учреждения «Гимназия №11 им. К. А. Тренёва» муниципального образования городской округ Симферополь

**Научный руководитель**: Хусаинов Денис Рашидович, к.б.н., доцент кафедры физиологии человека и животных и биофизики КФУ им. В.И. Вернадского

**Целью** исследования является определение особенностей динамики морфологического состава крови крыс в зависимости от воздействия острого стресса, физических и химических факторов окружающей среды.

Для достижения цели были поставлены следующие **задачи**:

• Провести отбор крыс со средней двигательной активностью и средней болевой реактивностью;

• Проследить изменения динамики морфологического состава крови крыс в условиях острого стресса;

• Проследить изменения динамики морфологического состава крови крыс в условиях воздействия ЭМЭ;

• Проследить изменения динамики морфологического состава крови крыс в условиях интоксикации ионами кадмия;

• Проследить изменения динамики морфологического состава крови крыс, интоксицированных ионами кадмия, в условиях воздействия ЭМЭ.

**ВЫВОДЫ**

1. Изменение состава крови под влиянием острого стресса соответствует данным, представленным в литературных источниках. Однако, динамика изменения уровня тромбоцитов противоположна стандартной, что связано не только с уникальной природой влияния острого стресса на организм, но и с усилением капиллярного кровотечения в ходе примененной нами методики;

2. Влияние ЭМЭ уменьшает ответ организма на воспалительные процессы, незначительно увеличивает сгущение крови и повышает уровень тромбоцитов;

3. Интоксикация ионами кадмия приводит к острым воспалительным процессам в организме, о чем свидетельствует резкое повышение уровня лейкоцитов;

4. Совместное воздействие интоксикации ионами кадмия и ЭМЭ даёт неоднозначные результаты. В некоторых тестах ЭМЭ усиливает воздействие интоксикации, в других – напротив, ослабляет.

5. Дальнейшие исследования позволят расширить представления об особенностях реакции животных, находящихся в условиях ЭМЭ и могут быть важным этапом в понимании изменения состояния человека, находящегося в условия современного фонового ЭМИ естественного и искусственного происхождения.

**СОДЕРЖАНИЕ**

[ВВЕДЕНИЕ 4](#_Toc498891450)

[ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР 8](#_Toc498891451)

[2.1 КРОВЬ, ЕЕ СОСТАВ, СВОЙСТВА И ФУНКЦИИ 8](#_Toc498891452)

[2.2 СТРЕСС, ПРИЧИНЫ ЕГО ФОРМИРОВАНИЯ И ВЛИЯНИЕ НА ОРГАНИЗМ 11](#_Toc498891453)

[2.3 ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА 13](#_Toc498891454)

[2.4 ВЛИЯНИЕ КАДМИЯ НА ОРГАНИЗМ И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА 15](#_Toc498891455)

[ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ 16](#_Toc498891456)

[3.1 ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ 16](#_Toc498891457)

[3.2 МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ 17](#_Toc498891458)

[РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ 18](#_Toc498891459)

[ВЫВОДЫ 22](#_Toc498891460)

[СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ 23](#_Toc498891461)

[ПРИЛОЖЕНИЕ 24](#_Toc498891462)

# ВВЕДЕНИЕ

В условиях современности живые организмы подвергаются разнообразным воздействиям. Неблагоприятными для человека факторами окружающей среды являются загрязнение атмосферы и воды, физическое (шумовое, электромагнитное, тепловое, радиационное, видеозагрязнение) и химическое загрязнение среды. Все эти виды загрязнений могут привести к состоянию стресса.

**Стресс** - это реакция организма на опасную, травмирующую ситуацию, чрезмерная физическая или эмоциональная нагрузка, которая затрагивает все его системы. Появившись как защитная реакция бегства, стресс тысячелетиями отлично выполнял свои функции.

Различают три вида стрессового состояния:

* химический стресс – реакция на воздействие различных токсических веществ;
* психический – воздействие на организм положительных/отрицательных эмоций;
* биологический – провоцируют перегрузки на мышцы, травмы, различные типы заболеваний.

**Электромагнитное экранирование** (ЭМЭ) широко распространено, но плохо изучено. В работах многих авторов показано, что ЭМЭ вызывает серьезные изменения в функционировании живых организмов: смещаются фазы биологических ритмов, снижается работоспособность, подавляется половая мотивация, усиливается агрессивность и изменяется болевая чувствительность.

Тело человека имеет свое электромагнитное поле как любой организм на земле, благодаря которому все клетки организма гармонично работают.

Если на наше электромагнитное поле начинают действовать другие источники излучения, гораздо более мощные, чем излучение нашего тела, то в организме начинается хаос. Это и приводит к кардинальному ухудшению здоровья.

Кроме физических факторов, отрицательно воздействующих на живые организмы, существуют и химические реагенты, способные вызывать у них необратимые изменения. Токсические вещества вызывают серьезнейшие нарушения жизненной деятельности организма, что провоцирует явление, называемое интоксикацией. Интоксикация бывает двух видов: экзогенная и эндогенная. При интоксикации первого вида токсины проникают в организм из внешней среды, а при втором варианте – образуются непосредственно в самом организме.

**Кадмий** – это тяжелый металл, который получают при выплавке других металлов, таких как медь, цинк или свинец. Кадмий широко используется в производстве никель-кадмиевых аккумуляторов, а также содержится в сигаретном дыме. Непрерывное воздействие кадмия приводит к очень серьезным последствиям для здоровья человека, включая тяжелые заболевания почек и легких.

Основным источником отравлений является работа в промышленности. Также, кадмий может попасть в организм с сигаретным дымом и продуктами, выращенными на загрязнённой почве. Кадмий и его соединения классифицируются как канцерогенные вещества.

Интегральная оценка действия физических и химических факторов окружающей среды на эмоциональное состояние живых организмов является малоизученной. Исследование было проведено на белых крысах. Крыс используют чаще остальных животных при проведении опытов из-за их небольшого размера, низкой стоимости, лёгкости содержания и высокой скорости размножения. Они широко применяются для изучения наследственных заболеваний человека. Крыс часто используют в психологических исследования, тестах на токсичность и в изучении раковых заболеваний.

В связи с этим **целью исследования является** определение особенностей динамики морфологического состава крови крыс в зависимости от воздействия острого стресса, физических и химических факторов окружающей среды.

Для достижения цели были поставлены следующие **задачи**:

* Провести отбор крыс со средней двигательной активностью и средней болевой реактивностью;
* Проследить первичные изменения динамики морфологического состава крови крыс в условиях острого стресса;
* Проследить изменения динамики морфологического состава крови крыс в условиях воздействия ЭМЭ;
* Проследить изменения динамики морфологического состава крови крыс в условиях интоксикации ионами кадмия;
* Проследить изменения динамики морфологического состава крови крыс, интоксицированных ионами кадмия, в условиях воздействия ЭМЭ.

**Актуальность:** Стресс стал одним из самых модных медико-психологических диагнозов. Этот диагноз ставится человеку, когда у него в личной жизни, в быту или на производстве возникают какие-либо проблемы, которые приводят к ухудшению его психического и физического здоровья. Каждый день тысячи людей обращаются к врачам, жалуясь на изнуренность, беспокойство, нервозность, апатию. Проблема стресса приобрела не только исключительное научное значение, но стала популярным житейским понятием, объединяющим широкий круг проявлений измененного психического состояния, возникающего под влиянием чрезвычайных внешних обстоятельств.

Только в последние десятилетия кадмий стал находить все большее техническое применение. В результате содержание его в окружающей среде в последние годы возросло, что связано с развитием горнорудной, металлургической, химической промышленности, а также с производством ракетной и атомной техники, полимеров. В районах промышленных выбросов кадмий депонируется в почве и растениях. Его почти невозможно изъять из природной среды, поэтому он все больше накапливается в ней и попадает различными путями в пищевые цепи человека и животных. Кадмий содержится в мазуте и дизельном топливе (освобождается при его сжигании), его используют в качестве присадки к сплавам, при нанесении гальванических покрытий, для получения кадмиевых пигментов, нужных при производстве лаков, эмалей и керамики, в качестве стабилизатора для пластмасс и т. д. Однако больше всего кадмия мы получаем с растительной пищей, так как он чрезвычайно легко переходит из почвы в растения: последние поглощают до 70 % кадмия из почвы и лишь 30 % -- из воздуха. В почву кадмий попадает с фосфорными удобрениями, в которых он содержится как примесь, а также при осаждении из загрязненной атмосферы.

Второй, не менее важной экологической проблемой по данным всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), является загрязнение окружающей среды электромагнитными волнами. В Международной программе ВОЗ "ЭМП и здоровье человека" высказаны прогнозы последствия электромагнитного загрязнения: - Предполагается что, изменение поведения, потеря памяти и многие другие состояния, связанные с нарушением эмоционального состояния, являются результатом воздействия электромагнитных полей.

Закон совместного действия природных факторов (закон Митчерлиха - Тинемана - Бауле) гласит: Объем урожая зависит не от отдельного, пусть даже лимитирующего фактора, а от всей совокупности экологических факторов одновременно. Это относится и к влиянию различных экологических факторов на животных. К сожалению, интегральная оценка действия физических и химических факторов окружающей среды на эмоциональное состояние живых организмов является малоизученной темой. Учитывается влияние только одного фактора, хотя комплексное воздействие нескольких факторов может изменить реакцию организмов.

# ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

# 2.1 КРОВЬ, ЕЕ СОСТАВ, СВОЙСТВА И ФУНКЦИИ

Кровь — это жидкая ткань, состоящая из плазмы и взвешенных в ней кровяных клеток. Кровь заключена в систему сосудов и находится в состоянии непрерывного движения. Кровь, лимфа, межтканевая жидкость являются 3 внутренними средами организма, которые омывают все клетки, доставляя им необходимые для жизнедеятельности вещества, и уносят конечные продукты обмена. Внутренняя среда организма постоянна по своему составу и физико-химическим свойствам. Постоянство внутренней среды организма называется гомеостаз и является необходимым условием жизни. Гомеостаз регулируется нервной и эндокринной системами. Прекращение движения крови при остановке сердца приводит организм к гибели.

**Функции крови:**

* Транспортная (дыхательная, питательная, экскреторная)
* Защитная (иммунная, защита от кровопотери)
* Терморегулирующая
* Гуморальная регуляция функций в организме.

**Форменные элементы крови**

Эритроциты (красные кровяные тельца) – клетки крови позвоночных животных и гемолимфы некоторых беспозвоночных. Они насыщаются кислородом в лёгких или в жабрах и затем разносят его по телу животного. Функции: перенос кислорода из легочных долек в ткани, а углекислого газа в обратном направлении, представление видовой антигенной специфичности крови человека, поддержка кислотно-щелочного баланса и осмотического давления, одновременный переносом в ткани жироподобных органических кислот. Рост числа красных кровяных телец в крови свидетельствует о серьезном обезвоживании организма либо о хроническом лейкозе (эритремия); снижение данного показателя будет говорить об анемии или проблемах с мочевыделительной системой.

Гемоглобин — сложный железосодержащий белок животных, обладающих кровообращением, способный обратимо связываться с кислородом, обеспечивая его перенос в ткани. Повышенный уровень гемоглобина свидетельствует о сгущении крови, пониженный – об анемии.

Лейкоциты (белые кровяные тельца) –неоднородная группа различных по внешнему виду и функциям клеток крови человека или животных, выделенная по признакам наличия ядра и отсутствия самостоятельной окраски. Белые тельца способны захватывать вредных агентов и переваривать их, после чего сами погибают. Процесс уничтожения «врагов» называют фагоцитозом, а клетки, его осуществляющие, - фагоцитами. Лейкоциты отвечают не только за уничтожение чужеродных тел, но и за очищение организма. Ещё одна функция лейкоцитов – это выработка антител для обезвреживания патогенных элементов. Лейкоциты влияют на обмен веществ, а также снабжают ткани и органы недостающими гормонами, ферментами и другими веществами. К группе белых кровяных телец относят:

Лимфоциты — клетки иммунной системы, представляющие собой разновидность лейкоцитов группы агранулоцитов. Лимфоциты — главные клетки иммунной системы, обеспечивают гуморальный иммунитет (выработка антител), клеточный иммунитет (контактное взаимодействие с клетками-жертвами), а также регулируют деятельность клеток других типов. Лимфоциты бывают повышенными в фазу перехода острого процесса в подострый или хронический, а также, когда воспаление идет на спад и процесс начинает затихать. Чаще всего причинами повышения лимфоцитов в крови являются вирусные, бактериальные и паразитарные инфекции. Низкий уровень лимфоцитов может быть связан с врожденными или приобретенными заболеваниями, при которых нарушена выработка этих клеток или происходит усиленное их разрушение.

Моноцит — крупный зрелый одноядерный лейкоцит группы агранулоцитов диаметром с эксцентрично расположенным полиморфным ядром, имеющим рыхлую хроматиновую сеть. Моноциты обладают выраженной фагоцитарной функцией. Защитные функции моноцитарных клеток подсказывают, что этот вид клеток повышен при любом воспалительном процессе на стадии разгара заболевания. Состояние, сопровождающееся пониженным уровнем моноцитов, называется моноцитопенией. Оно указывает прежде всего на резкое снижение иммунитета.

Гранулоциты — подгруппа белых клеток крови, характеризующихся наличием крупного сегментированного ядра и присутствием в цитоплазме специфических гранул, выявляемых в световой микроскоп при обычном окрашивании. Основные функции – локализация воспалительного процесса, участие в формировании иммунного ответа на проникновение паразитов, процессе тромбообразования. Повышение наблюдается при острых инфекциях, при поражениях органов, протекающих с процессом некроза, интоксикации, кровотечениях, при аллергических реакциях, поражениях органов ЖКТ, острых вирусных воспалениях, паразитарном обсеменении, при некоторых патологиях сердца. Понижение может наблюдется при различных видах кровотечений, стрессовых ситуациях, интоксикации, тяжелых травмах и операционных вмешательствах.

Тромбоциты (красные кровяные пластины) – это небольшие безъядерные плоские бесцветные клетки крови, образующиеся из мегакариоцитов. Тромбоциты выполняют две основных функции: 1 - формирование тромбоцитного агрегата, первичной пробки, закрывающей место повреждения сосуда; 2 - предоставление своей поверхности для ускорения ключевых реакций плазменного свертывания. Повышенное количество тромбоцитов в крови вызывает увеличение тромбообразования и закупорку кровеносных сосудов. Снижение уровня тромбоцитов наблюдается при интоксикации, бактериальном инфицировании, заболеваниях аутоимунного характера.

# 2.2 СТРЕСС, ПРИЧИНЫ ЕГО ФОРМИРОВАНИЯ И ВЛИЯНИЕ НА ОРГАНИЗМ

Со стрессом в своей жизни сталкивается каждый человек, ведь это такое состояние организма, которое возникает при воздействии на человека определённых негативных, или даже позитивных факторов, ведущих к различного рода переменам в их жизни. Длительное негативное воздействие становится причиной развития различных нарушений в организме и даже может вызвать хронический стресс, который опасен своими побочными явлениями. Как уже было сказано выше, такое расстройство может возникнуть как от чрезмерного воздействия негативных факторов, и в этом случае оно носит название дистресс, так и от воздействия позитивных факторов – в таком случае развивается эустресс. По своей сути любые события в жизни, могут являться стрессовым фактором. Однако реакция каждого человека индивидуальна и зависит от его нервной системы. Для одних людей психоэмоциональный стресс может стать причиной развития серьёзных психосоматических нарушений в организме, а для других он пройдёт бесследно, став лишь стимулом к усовершенствованию себя и своей жизни.

Также виды стресса различаются по характеру воздействия определённых факторов, и могут быть:

* температурными;
* нервно-психическими (наиболее распространённый вид);
* пищевыми;
* световыми, а также вызванными другим раздражителями.

Также отдельно стоит выделить следующие виды стресса — психологические и биологические. Психологическое расстройство возникает вследствие реакции нервной системы человека на реальный или вымышленный негативный фактор. Биологическое нарушение возникает на фоне реально существующей угрозы.

Если человек занервничал, выработка кортизола в организме сразу стремительно растет; что, ставит под угрозу функционирование иммунной системы. При сильной тревожности поднимается уровень адреналина, из-за которого появляется гипертония, активнее становится потоотделение. Усиленный синтез этих гормонов очень затрудняет работу некоторых человеческих органов.

Стресс вызывает постоянные головные боли, что объясняется ростом напряжения в шее и плечах. Поэтому мигрень ослабевает, если человеку удается поспать либо просто расслабиться.

Так как стресс является провокатором возникновения гипертонии, он становится и источником недугов сердца. Продолжительное напряжение нарушает нормативный уровень сахара в крови и ведет к сахарному диабету второго типа и утрате сосудами эластичности.

Стрессоры способны изменить ритм сердца и увеличивают вероятность инсульта либо сердечного приступа.

Пищеварительная система весьма чувствительна к воздействию стресса, еда не усваивается должным образом. Постоянная тревожность может поменять состав микрофлоры и вызвать серьезные болезни ЖКТ.

Под воздействием стрессовых факторов иммунная система снижает защиту, и организм становится беззащитен перед вирусами, бактериями и раковыми новообразованиями. Хронический стресс ведет к тому, что иммунитет не в состоянии достаточно адекватно реагировать на гормональные всплески; а это провоцирует воспалительные процессы в человеческом организме.

# 2.3 ГИПОГЕОМАГНИТНЫЕ УСЛОВИЯ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЖИВЫЕ ОРГАНИЗМЫ

Основным природным полем, синхронизирующим функциональные биоритмы жизнедеятельности биологических систем всех уровней организации в местах их пребывания, является векторная сумма геомагнитного и геоэлектрического полей (ГМП и ГЭП), действующих в окружающей среде свободного пространства. В качестве естественных показателей электромагнитных условий обычно используют основные критерии факторов ГМП и ГЭП состояния атмосферы «хорошей погоды» в открытом пространстве региона, к условиям которого адаптирован данный организм. В помещениях из железобетонных конструкций эти природные ГМП и ГЭП искажаются. Появляются опасные градиенты полей: магнитные поля, зависимые от экранирования и намагниченности элементов металлоконструкций; ГЭП, определяемые распределением зарядов статического электричества (СЭ) на поверхности применяемых в помещении строительных материалов, мебели и оборудования. Условия нахождения в таких помещениях животного и человека становятся небезопасными из-за искажений природных показателей ГМП и ГЭП, к которым организм был адаптирован. Наиболее чувствительными к отклонениям ГМП, ГЭП и воздействиям СЭ являются следующие системы организма: центральная нервная, сердечно-сосудистая, гормональная и репродуктивная.

Ослабление ГМП проявляется в пространстве помещений зданий и сооружений, выполненных с применением стальных металлоконструкций. Ранее в ФРГ такую среду определили как «синдром болезни офисов», от которого страдали около миллиона человек. Заявлено, что в строительные проекты вносятся изменения, направленные для защиты от сниженных ГМП на рабочих местах. В СССР негативные реакции организма человека на пребывание в условиях среды ослабленного ГМП получили наименование «бункерный синдром». Не менее актуален данный аспект и для биологических систем животного происхождения. Проведенные в Институте теоретической и экспериментальной биофизики РАН исследования подтверждают угнетающее воздействие ослабленного ГМП на организм. Полученные результаты заключаются в снижении естественной резистентности организма, приводящей к дистрессу, избыточным энергозатратам и десинхронизации биоритмов. Практически исчезают адаптационные протекторные реакции, из-за чего снижается способность к выживанию. Ослабленное ГМП выступает в роли ингибитора, замедляющего естественные процессы гомеостатического регулирования функциональных систем.

Советскими учёными ещё в 1979 году были показаны крайне негативные эффекты ЭМЭ (коэффициент экранирования 600): кролики, находившиеся под действием ЭМЭ в течение всего эмбриогенеза и выросшие до 1-месячного возраста имели ряд патологий печени, миокарда, ЖКТ, обмена веществ, недостаточность нервно-мышечного аппарата и как следствие высокий уровень смертности.

Значительный вклад в изучение эффектов ЭМЭ на живые организмы внесли работы Лаборатории магнитобиологии ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского». Полученные исследователями лаборатории данные свидетельствуют о том, что длительное ЭМЭ изменяет поведенческие реакции крыс, вызывая при этом повышение уровня депрессивности, увеличение внутривидовой и межвидовой агрессивности, угнетению полового поведения.

# 2.4 ВЛИЯНИЕ КАДМИЯ НА ОРГАНИЗМ И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

В последнее время кадмий все чаще используется в современной промышленности и заслуживает особого внимания в силу того, что его токсичность проявляется при крайне низкой концентрации. Острая интоксикация кадмием связана с аварийными ситуациями на производстве, где используется этот металл, и в последнее время встречается редко. Наиболее актуальная проблема – хроническая интоксикация, которая обычно является результатом попадание в организм незначительных доз кадмия в течение определенного периода времени с продуктами питания, водой или атмосферным воздухом.

Наиболее чувствительны к накоплению данного металла почки, легкие, кровеносная и мочеполовая система. В силу своей высокой заместительной способности относительно кальция и цинка кадмий провоцирует остеомаляцию, остеопороз и спонтанные переломы. При повышенном содержании кадмия в организме может развиваться гипертоническая болезнь, атеросклероз, ослабление иммунитета. Исследования на крысах показали уменьшение двигательной активности, моторного баланса и нарушение памяти вследствие накопления кадмия в структурах головного мозга.

С другой стороны, катионы кадмия стимулируют производство внутриклеточных активных форм кислорода вследствие угнетения транспорта электронов в митохондриях нарушение, что приводит к развитию окислительного стресса и нарушению функций ЦНС.

# ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

# 3.1 ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования проведены на 32 белых беспородных крысах массой 200 – 250 г., которые были поделены на четыре группы – контрольную (8 особей) и 3 опытных (по 8 особей в каждой). Систематическое положение:

Царство: Животные

Тип: Хордовые

Класс: Млекопитающие

Отряд: Грызуны

Семейство: Мышиные

Род: Крысы

Большинство крыс ведут наземный или полудревесный образ жизни. В качестве убежищ используют норы (как самостоятельно вырытые, так и норы других животных), естественные убежища, гнезда различных животных. Живут крысы как одиночно, так и образовывая семейные или территориальные группы.

В связи с тем, что геном крысы идентичен геному человека (различие составляет 4-5 %), исследование было проведено именно на этих животных.

Крыс используют чаще остальных животных при проведении опытов из-за их небольшого размера, низкой стоимости, лёгкости содержания и высокой скорости размножения. Они широко применяются для изучения наследственных заболеваний человека. Крыс часто используют в психологических исследования, тестах на токсичность и в изучении раковых заболеваний.

# 3.2 МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для экспериментальной работы были отобраны крысы со средней двигательной активностью и средней болевой реактивностью. Было выделено 3 опытных группы по 8 особей в каждой, и контрольная, также состоящая из 8 особей.

Крысы первой группы подверглись воздействию острого стресса по методике «Свободного плавания в клетке». Это методика, позволяющая оценить непосредственное и долгосрочное влияние эмоционального стресса. При стрессировании появлялись характерные изменения поведения в тесте открытого поля, а также поражалась слизистая оболочка желудка. По сравнению со стандартной методикой иммобилизации крыс в воде данный способ позволяет исключить травматический фактор при индукции стресс-реакции у крыс, обладает меньшей трудоемкостью и хорошей воспроизводимостью данных.

Крысы второй группы на протяжении 14 дней находились в условиях ЭМЭ. Крысы третьей группы были подвержены интоксикации кадмием в концентрации 5 мг/кг. Контрольной группе вводили аналогичный объём (0,2 мл/крыса) физраствора. После забора крови крысы третьей группы также были подвержены ЭМЭ на протяжении 14 дней.

Экранирующая камера представляет собой комнату размером 2x3x2 м, изготовленную из железа «Динамо». Коэффициент экранирования BDC составляет для вертикальной составляющей 4,4, для горизонтальной – 20. Внутри камеры для частот выше 170 Гц и в области частот от 2x10-3 до 0,2 Гц уровень спектральной плотности магнитного шума ниже 10 нТл/Гц. Коэффициент экранирования камеры на частотах 50 и 150 Гц порядка трех. На частотах больше 1 МГц имеет место практически полное экранирование.

После, у каждой группы крыс были взяты пробы крови для выяснения влияния данных факторов на избранный морфологический состав крови.

# РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты анализов крови каждой группы были занесены в таблицы (*Приложение, табл. 1-4*). Для более удобного анализа данных были выведены средние значения по каждому показателю и составлены сводные графики по каждому из показателей.

Главным для нас фактором было изменение количества белых кровяных телец, так как именно они являются маркером состояния иммунной системы и патологических процессов в организме.

*Гис.1 Изменение уровня лейкоцитов в зависимости от различных факторов*

Острый стресс вызывает понижение уровня лейкоцитов, что соответствует данным из литературных источников. Воздействие ЭМЭ вызывает незначительное понижение уровня лейкоцитов. Воздействие кадмия вызывает резкое повышение уровня лейкоцитов, что связано с воспалительным процессом в организме в связи с интоксикацией. Совместное воздействие интоксикации и ЭМЭ приводит к незначительному повышению уровня лейкоцитов.

*Гис.2 Изменение уровня лимфоцитов в зависимости от различных факторов*

Динамика изменения уровня лимфоцитов имеет аналогичные изменения, прослеженные при анализе уровня лейкоцитов. Однако, воздействие ЭМЭ приводит не к снижению количества лимфоцитов, а, напротив, к повышению.

*Гис.3 Изменение уровня эритроцитов в зависимости от различных факторов*

Значительное изменение уровня лейкоцитов наблюдается только у группы, подверженной воздействию острого стресса, что свидетельствует о таком последствии стресса, как анемия.

*Гис.4 Изменение уровня гемоглобина в зависимости от различных факторов*

Наибольшее отклонение от контрольных значений наблюдается при воздействии острого стресса и интоксикации. В случае с воздействием острого стресса наблюдается значительное снижение уровня гемоглобина, что только подтверждает наличие анемии в стрессовых ситуациях. Интоксикация ионами кадмия приводит к резкому увеличению уровня гемоглобина, а, следовательно, приводит к высокому сгущению крови. Воздействие ЭМЭ приводит к незначительному повышению уровня гемоглобина, однако совместное воздействие интоксикации кадмием и ЭМЭ приводит к незначительному понижению гемоглобина. Это является подтверждением значительного влияния ЭМЭ на механизмы воздействия интоксикации на организм.

Гис.5 Изменение уровня тромбоцитов в зависимости от различных факторов

В литературных источниках указаны данные о повышении уровня тромбоцитов после перенесенного стресса. Однако, быстрая реакция на острый стресс (первый час), имеет обратную динамику, о чем свидетельствуют полученные нами результаты. Воздействие ЭМЭ и интоксикации приводит к повышению уровня тромбоцитов. Совместное воздействие приводит к максимальному увеличению количества тромбоцитов.

# ВЫВОДЫ

1. Изменение состава крови под влиянием острого стресса соответствует данным, представленным в литературных источниках. Однако, впервые выяснено, что уровень тромбоцитов в первый час после влияния острого стресса на организм крыс снижается, и этот экспериментальный феномен коррелирует с отмеченным усилением капиллярного кровотечения слизистых оболочек в ходе примененной нами методики;
2. Влияние ЭМЭ уменьшает ответ организма на воспалительные процессы, что является свидетельством угнетения иммунной системы. Также незначительно увеличивает сгущение крови и повышает уровень тромбоцитов;
3. Интоксикация ионами кадмия приводит к острым воспалительным процессам в организме, о чем свидетельствует резкое повышение уровня лейкоцитов;
4. Совместное воздействие интоксикации ионами кадмия и ЭМЭ даёт неоднозначные результаты. По некоторым показателям крови ЭМЭ усиливает воздействие интоксикации, в других – напротив, ослабляет.
5. Дальнейшие исследования позволят расширить представления об особенностях реакции животных, находящихся в условиях ЭМЭ и могут быть важным этапом в понимании изменения состояния человека, находящегося в условиях современного фонового ЭМИ естественного и искусственного происхождения.

# СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горелов, П.И. Оценка прокогнитивного эффекта дилепта и его основного метаболита, ГЗР-125, в тесте распознавания объектов у крыс / П.И. Горелов, Р.У. Островская, Н.М. Сазонова // Экспериментальная и клиническая фармакология. – 2013. – Т. 76, № 7. – С. 3-5.
2. Буреш, Я. Методики и основные эксперименты по изучению мозга и поведения: [пер. с англ.] / Я. Буреш, О. Бурешова, Д.П. Хьюстон. – Москва: Высш. шк., 1991. – 399 с.
3. Campbell, B.A. Punishment and aversive behavior / B.A. Campbell, R.M. Church. – New York: Appleton-Century-Crofts and Fleschner Publishing Company, 1969. – 597 p.
4. Интерференция механизмов влияния слабых электромагнитных полей крайне низких частот на организм человека и животных / В.С. Мартынюк, Ю.В. Цейслер, Н.А. Темурьянц // Геофизические процессы и биосфера, 2012, T. 11, № 2, с. 16–39
5. Влияние длительного электромагнитного экранирования на поведенческие реакции крыс / Костюк А.С., Ярмолюк Н.С., Туманянц К.Н., Лебедев А.В. // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского «Биология, химия». Том 26 (65). 2013. № 2. С. 75-81.
6. Моноаминергические механизмы болевых реакций и агрессивности крыс на фоне интоксикации ртутью и кадмием / Шилина В.В., / Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского
7. Серия «Биология, химия» - 2017
8. Влияние различных методик стрессирования на поведенческие и соматические показатели у крыс / Бондаренко С.Н., Бондаренко Н.А., Манухина Е.Б. / Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 1999. Т. 128. № 8. С. 157-160.
9. http://airestech.ru
10. http://gamma7

# ПРИЛОЖЕНИЕ

*Таб.1 Морфологический состав крови у крыс, интоксицированных кадмием*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **лейкоциты (WBC)** | **лимфоциты (LYM)** | **эритроциты (RBC)** | **гемоглобин (HGB)** | **тромбоциты (PLT)** |
| 38,8 | 11,6 | 7,82 | 12,7 | 1025 |
| 48,5 | 17,9 | 7,73 | 12,8 | 654 |
| 51,5 | 16,4 | 7,68 | 12,8 | 174 |
| 50,8 | 14 | 7,66 | 12,8 | 86 |
| 19,2 | 11,4 | 9,72 | 16 | 73 |
| 19,2 | 10,8 | 9,7 | 16,3 | 49 |
| 35,4 | 13,9 | 8,7 | 14,4 | 124 |
| 31,4 | 15,9 | 8,5 | 14,6 | 106 |
| Среднее значение | | | | |
| 36,85 | 13,9875 | 8,43875 | 14,05 | 286,375 |

*Таб.2 Морфологический состав крови у крыс, подверженных воздействию острого стресса*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **лейкоциты (WBC)** | **лимфоциты (LYM)** | **эритроциты (RBC)** | **гемоглобин (HGB)** | **тромбоциты (PLT)** |
| 25 | 13,8 | 8,65 | 16 | 212 |
| 14,8 | 8,7 | 7,85 | 13,9 | 145 |
| 6,7 | 2,4 | 5,82 | 11,3 | 14 |
| 7,5 | 5,6 | 5,64 | 10,2 | 139 |
| 4,5 | 3,6 | 7,05 | 11,8 | 77 |
| 5,1 | 4 | 7,97 | 13,5 | 79 |
| 5,9 | 4,4 | 6,27 | 11,1 | 215 |
| 5,2 | 2,6 | 6,74 | 12,1 | 64 |
| Среднее значение | | | | |
| 9,3375 | 5,6375 | 6,99875 | 12,4875 | 118,125 |

*Таб.3 Морфологический состав крови у крыс, подверженных воздействию ЭМЭ*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **лейкоциты (WBC)** | **лимфоциты (LYM)** | **эритроциты (RBC)** | **гемоглобин (HGB)** | **тромбоциты (PLT)** |
| 15,6 | 11,1 | 8,58 | 14,6 | 541 |
| 21,6 | 14,7 | 8,47 | 14,3 | 344 |
| 20,9 | 14,5 | 8,42 | 14,1 | 349 |
| 4,8 | 4,1 | 7,17 | 11,8 | 71 |
| 17,7 | 13,8 | 8,87 | 14,7 | 413 |
| 14,5 | 10,1 | 7,39 | 13,3 | 338 |
| 20,6 | 13,7 | 7,85 | 14,7 | 644 |
| 8,3 | 6,4 | 6,92 | 11,9 | 31 |
| Среднее значение | | | | |
| 15,5 | 11,05 | 7,95875 | 13,675 | 341,375 |

*Таб.4 Морфологический состав крови у крыс, подверженных совместному воздействию ЭМЭ и интоксикации кадмием*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **лейкоциты (WBC)** | **лимфоциты (LYM)** | **эритроциты (RBC)** | **гемоглобин (HGB)** | **тромбоциты (PLT)** |
| 24,5 | 15,9 | 9,17 | 14,5 | 511 |
| 17,4 | 12,5 | 8,73 | 13,9 | 504 |
| 28,9 | 18,4 | 7,92 | 12 | 295 |
| 18,9 | 12,4 | 7,79 | 12 | 646 |
| 13,5 | 8,2 | 7,06 | 11 | 272 |
| 16,2 | 10 | 12,95 | 19,4 | 429 |
| 28,6 | 17,5 | 8,61 | 13,4 | 120 |
| 21,2 | 13,3 | 7,49 | 11,5 | 283 |
| Среднее значение | | | | |
| 21,15 | 13,525 | 8,715 | 13,4625 | 382,5 |