

На правах рукописи

ЩЕРБАКОВА Вероника Вячеславовна

**ВЛИЯНИЕ ГЕЛИОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ  
НА СОСТОЯНИЕ СЕРДЦА И КРОВИ СОБАК  
В СЕЗОНЫ ГОДА**

Специальность 03.00.13 – физиология

03.00.04 - биохимия

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени

кандидата биологических наук

Нижний Новгород

2009

Работа выполнена в ГОУ ВПО «Нижегородская государственная медицинская академия федерального агентства по здравоохранению и социальному развитию»

**Научные руководители:**

доктор биологических наук, профессор **Бирюкова Ольга Вениаминовна**  
доктор медицинских наук, доцент **Стельникова Ирина Геннадьевна**

**Официальные оппоненты:**

доктор медицинских наук, профессор **Щербаков Виталий Иванович**  
доктор медицинских наук, академик РАЕ **Зимин Юрий Викторович**

**Ведущая организация:** ГОУ ВПО «Московская медицинская академия федерального агентства по здравоохранению и социальному развитию им И.М. Сеченова»

Защита диссертации состоится 10 декабря 2009 года в 15 часов на заседании диссертационного совета Д 212.166.15 при Нижегородском государственном университете им. Н.И. Лобачевского по адресу: 603950, Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23, корп.1, биологический факультет.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ННГУ им. Н. И. Лобачевского

Автореферат разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2009 года

Ученый секретарь диссертационного совета  
кандидат биологических наук, доцент



С.В. Копылова

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность исследования.** Воздействие космофизических процессов на биологические объекты, стало изучаться в нашей стране в 20-е годы А.Л. Чижевским и остается актуальным и в настоящее время (Чижевский А.Л., 1974, 1976; Владимирский Б.М., 1998; Шноль С.Э., 1998; Владимирский Б.М., Темурьянц Н.А., 2000; Владимирский Б.М. и соавт., 2004). Сердечно-сосудистая система, как наиболее реактивная система, одна из первых включается в процесс адаптации к условиям внешней среды. По данным ряда авторов (Агаджанян Н.А. и соавт., 2001; Бреус Т.К., 2003; Бреус Т.К., Рапопорт С.И., 2003) наибольшее воздействие гелиогеомагнитные факторы оказывают именно на сердце и сердечно-сосудистую систему человека. Выявлено увеличение числа сердечно-сосудистых заболеваний во время магнитных бурь (Хаснулин В.И. и соавт. 2000; Бреус Т.К. и соавт., 2002). Установлено нарушение ЭКГ, пульса, скорости моторных реакций, артериального давления (Дубров А.П., 1974; Доронин В.Н. и соавт., 1998; Ораевский В.Н.и соавт., 1998а).

Несмотря на большое количество работ в этой области, существует много противоречивых данных. Так, во время магнитной бури среднесуточное артериальное давление у практически здоровых людей согласно В.Н. Доронину с соавт. (1998) повышается, по данным Э.Н. Чирковой и соавт. (1992) - понижается, а А.М.Шаталова (2000) установила, что оно практически не изменяется. Частота сердечных сокращений по данным одних авторов во время магнитной бури возрастает, согласно другим исследованиям - уменьшается.

Степень "узнавания сигнала" структурами сердца неодинакова в различных его отделах (Стельников Г.В., 1974; Садовников В.Н., 1997). По мнению А.Г. Дембо (1965) и Н.П. Мироненко (1970) адаптационная реакция системы кровообращения определяется в первую очередь состоянием правого отдела сердца. А.С. Пресман (1968, 1970) высказал гипотезу о том, что геомагнитное поле воздействует на организм через приемные контуры, в частности, через малый круг кровообращения. Следует ожидать, что реакция

правого желудочка сердца на магнитную бурю будет более выражена, чем левого желудочка.

Таким образом, работы, посвященные изучению влияния гелиометеорологических факторов на состояние сердечно-сосудистой системы, довольно противоречивы и немногочисленны. Влияние сезонного фактора в данном аспекте практически не изучено. В свете существующих данных, представляется важным выявить адаптационные физиологические и биохимические перестройки в организме и особенности морфологических изменений в правом желудочке сердца под влиянием гелиометеорологических факторов в различные сезоны года.

**Цель и задачи исследования.** Целью данного исследования явилось изучение показателей ЭКГ, биохимических параметров крови и морфологических перестроек миокарда собак под влиянием гелиометеорологических факторов в сезоны года.

Были поставлены следующие задачи:

1. Установить изменение параметров ЭКГ, гормонов крови и биохимических показателей углеводного обмена крови в различные периоды геомагнитной активности;
2. Оценить влияние геомагнитной активности в некоторые сезоны года (весна, осень, зима) на физиологические и биохимические параметры;
3. Выявить степень воздействия гелиометеорологических факторов на исследуемые показатели организма в различные периоды геомагнитной активности и сезоны года;
4. Определить характер влияния геомагнитной бури на структуру сократительного миокарда и внутриорганный сосудистый русла правого желудочка сердца по данным световой микроскопии.

**Научная новизна.** Впервые на экспериментальных животных (собаках) было показано влияние геомагнитной активности (периоды до магнитной бури, во время и после бури) на показатели электрокардиограммы: длительность интервалов P, PQ, QRS, QT, RR, систолический показатель, электрическую ось

сердца, амплитуды зубцов P, Q, R, S, T и отклонение интервала ST от изолинии в грудных отведениях по Вильсону. Выявлены изменения биохимических параметров углеводного обмена крови и содержания тиреотропного, соматотропного гормонов, тироксина, трийодтиронина и инсулина в периоды геомагнитной активности. Впервые изучено влияния геомагнитной бури на группе практически здоровых животных в сезоны года (зима, весна, осень). Показано, что в разные сезоны года изменения параметров организма под воздействием геомагнитной бури имеют свои особенности.

Впервые на основе корреляционного анализа выявлены взаимосвязи геомагнитных и метеорологических параметров с показателями состояния организма в различные периоды геомагнитной активности и сезоны года.

Во время геомагнитной бури у экспериментальных животных (собаках) зарегистрирован отек сократительного миокарда правого желудочка, снижение его питания, увеличение площади сечения, индекса Керногана распределительных артериол и уменьшение площади, диаметра и просвета венул мышечного типа.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** Полученные данные расширяют представление о влиянии гелиогеофизических факторов на морфофункциональное состояние сердечно-сосудистой системы. Представленные результаты о различной степени воздействия внешних факторов до магнитной бури, во время и после нее, а также в сезоны года позволят повысить эффективность проведения профилактических мероприятий в работе с метеозависимым населением. Проведенный комплексный анализ влияний геомагнитных и метеорологических факторов на параметры ЭКГ, биохимические показатели крови и гистологические перестройки миокарда может быть использован при разработке рекомендаций по профилактике сердечно-сосудистых заболеваний в периоды высокой геомагнитной активности.

### **Положения, выносимые на защиту.**

1. Магнитная буря вызывает увеличение длительности интервалов и уменьшение амплитуд зубцов ЭКГ, изменение концентраций гормонов и параметров углеводного обмена в крови. Во время геомагнитной активности происходит усиление корреляционной зависимости между исследуемыми показателями организма и внешними факторами. В спокойный геофизический период преобладают корреляционные связи с метеорологическими факторами, а во время геомагнитной активности – с гелиогеомагнитными.
2. Влияние геомагнитной бури носит сезонный характер. Изменения физиологических и биохимических показателей наименее выражены зимой и проявляют «следовую» реакцию на бурю, а наибольшие сдвиги отмечены в весенне-летний период года и носят «опережающий» характер. Осенью и в марте динамика параметров ЭКГ наиболее выражена в период бури, а биохимических показателей – после бури.
3. Во время геомагнитной бури происходит увеличение поперечного размера кардиомиоцитов и диаметра их ядер, ослабление исчерченности миофибрилл; уменьшение поперечного размера капилляров, что свидетельствует о снижении сократительной способности и питания миокарда. Выявлено увеличение индекса Керногана и уменьшение площади поперечного сечения артериол крупного калибра и площади, диаметра наружного контура и просвета венул мышечного типа.

**Апробация работы.** Основные положения работы были доложены и обсуждены: на Всероссийской медико-биологической конференции молодых ученых «Фундаментальная наука и клиническая медицина» (X Всероссийская конференция «Человек и его здоровье», Санкт-Петербург, 2007), на 66-й международной конференции молодых ученых «Актуальные проблемы экспериментальной и клинической медицины» (Волгоград, 2008), на V Российской научной конференции «Роль природных факторов и туризма в формировании здоровья населения» (Уфа, 2007), на IX конгрессе «Медико-

биологические проблемы возрастной морфологии. Адаптационные процессы органов и систем» (Бухара, 2008), на II съезде физиологов СНГ «Физиология и здоровье человека» (Кишинев, 2008), на V Международном конгрессе «Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине» (Санкт-Петербург, 2009), на VI Всероссийском съезде анатомов, гистологов и эмбриологов (Саратов, 2009).

**Публикации.** По материалам диссертации опубликовано 11 печатных работ, в числе которых 4 публикации в изданиях, рекомендованных ВАК.

**Объем и структура диссертации.** Диссертация изложена на 268 страницах и состоит из введения, обзора литературы (глава 1), материалов и методов исследования (глава 2), результатов собственных исследований (главы 3,4,5) и их обсуждение (глава 6), выводов, библиографического указателя, приложения. Список цитируемой литературы содержит 320 источников, из которых 249 на русском и 71 на иностранном языках. Диссертация иллюстрирована 51 таблицей и 93 рисунками.

## **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Работа проведена на 125 беспородных собаках-самцах, содержащихся в стандартных условиях вивария. Подбор животных в эксперимент проводился по возрасту (1,5-2,5 года) и весу (10-15 кг). Животные содержались в виварии, получали достаточное питание и использовались в эксперименте после снятия обстановочного рефлекса.

Исследование на животных проведено в соответствии с приказом Минвуза СССР №742 от 13.11.84. "Об утверждении правил проведения работ с использованием экспериментальных животных" и №48 от 23.01.85. "О контроле за проведением работ с использованием экспериментальных животных".

В соответствии с целью и задачами работы были выделены следующие серии исследования.

I. Изучено влияние геомагнитной бури на физиологические, биохимические и морфологические показатели сердца. Параметры рассмотрены: 1) во время

магнитной бури; 2) за 1-2 суток до начала геомагнитной бури; 3) в течение 1-2 суток после окончания геомагнитной бури. Контрольная группа включала все дни со спокойным уровнем геомагнитной активности.

В качестве характеристик магнитной бури были взяты следующие: 1) К-трёхчасовой индекс ( $K_{9-12}$ ) - значение геомагнитной активности с 9 до 12 часов в день обследования или забора биологического материала; 2) К- локальный индекс ( $K_{с.с.}$ ) - сумма восьми трёхчасовых К-индексов, отражающая состояние МПЗ за сутки; 3) D-компонента МПЗ - изменение направления плоскости магнитного меридиана за время бури, нТл; 4) H-компонента МПЗ - амплитуда вариаций горизонтальной составляющей МПЗ за время бури, нТл; 5) Z-компонента МПЗ - амплитуда вариации вертикальной составляющей МПЗ за время бури, нТл; 6) длительность МБ - время её продолжения с момента начала до момента окончания, в часах. Данные о возмущенности геомагнитного поля были получены из Института Земного Магнетизма, Ионосферы и Распространения Радиоволн Российской Академии Наук (ИЗМИРАН) г. Троицка.

II. Исследовано влияние геомагнитной активности на состояние сердца в осенне-зимний-весенний сезоны года. Были рассмотрены следующие группы: 1) осень (сентябрь, октябрь, ноябрь); 2) зима (декабрь, январь, февраль); 3) март; 4) весна-лето (апрель, май и начало июня). Март выделен в отдельную группу, поскольку в этом месяце наблюдаются большие перепады температуры воздуха, атмосферного давления и происходит наибольшее число магнитных бурь. По данным литературы, увеличение числа обострений заболеваний сердечно-сосудистой системы приходится именно на март (Темникова Н.С., 1977; Мизун Ю.Г., Хаснулин В.П., 1991; Кулешова В.П. и соавт., 2001).

III. Изучено влияние метеорологических факторов в различные периоды геомагнитной активности. Были рассмотрены следующие параметры погоды: 1) атмосферное давление: среднесуточное ( $Ат.д.с.с.$ ) и в момент обследования животных ( $Ат.д. 9-12$ ); 2) влажность воздуха: среднесуточная ( $Вл.с.с.$ ) и во время эксперимента ( $Вл. 9-12$ ); 3) температура воздуха: среднесуточная ( $t с.с.$ ) и в период



обследования (t.<sub>9-12</sub>). Данные предоставлены гидрометеорологическим центром г. Н. Новгорода.

В работе были использованы физиологические, биохимические и гистологические методы исследования.

Электрокардиографическое обследование выполнено с использованием электрокардиографа марки ЭЛКАР-4. Запись ЭКГ у собак проведена во 2 стандартном отведении и в грудных однополюсных отведениях по Вильсону ( $V_1, V_2, V_3, V_4, V_5, V_6$ ). В стандартных отведениях определяли длительность зубца P, в секундах (P, с.), предсердно - желудочковую проводимость (PQ, с), внутрижелудочковую проводимость (QRS, с), длительность электрической систолы (QRST, с), продолжительность интервала RR (RR,с), частоту сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин), положение электрической оси сердца (ЭОС, градусы), значение систолического показателя (СП, %) и должного систолического показателя (СПд, %). В грудных однополюсных отведениях по Вильсону измеряли амплитуду зубцов P, Q, R, S, T и положение сегмента ST относительно изолинии в милливольтках (мВ).

Биохимические методы включали в себя определение концентраций глюкозы - глюкозооксидазным методом, молочной кислоты и пировиноградной кислоты - по цветной реакции с салициловым альдегидом и активности лактатдегидрогеназы методом S. Natelson. Оценка содержания гормонов  $T_3$ ,  $T_4$ , ТТГ, СТГ, альдостерона и инсулина в крови проведена на базе радиоизотопной лаборатории областной больницы им. Н.И. Семашко радиоиммунологическими методами.

На основе гистологических методов исследования были изучены морфологические изменения миокарда правого желудочка сердца во время магнитной бури (10 животных) и в период отсутствия бури - контроль (10 животных). В качестве наркоза использовали 10% раствор тиопентала натрия из расчёта 0,5 мл/кг. Материал фиксировали в 10% растворе формалина. Для проведения гистологических методов исследования использовались парафин - целлоидиновые срезы толщиной 5 - 6 мкм. Срезы изготавливались на санном -

микротоме МС-2. Препараты окрашивали гематоксилин-эозином (Волкова О.В., Елецкий Ю.К., 1971). Изучение срезов проводилось на светооптическом микроскопе Биолам ЛОМО при увеличениях 390 и 1700, с помощью винтового окуляр-микрометра МОВ - 1-15<sup>x</sup>.

В качестве объекта исследования были выбраны структурные компоненты органного, тканевого и клеточного уровней правого желудочка сердца. На основании различного участия артериол в распределительной функции кровотока были выделены 2 группы: 1)  $A_1$  – распределительные ( $30 \text{ мкм} \leq d_{\text{сосуда}} \leq 80 \text{ мкм}$ ); 2)  $A_2$  – прекапиллярные ( $10 \text{ мкм} < d_{\text{сосуда}} \leq 30 \text{ мкм}$ ) (Куприянов В.В., 1969).

В зависимости от различного участия в функции депонирования вены были разделены на 3 группы (Куприянов В.В., 1969): 1)  $B_1$  - посткапиллярные вены ( $8 \text{ мкм} \leq d_{\text{сосуда}} \leq 15 \text{ мкм}$ ); 2)  $B_2$  - собирательные вены ( $15 \text{ мкм} < d_{\text{сосуда}} \leq 30 \text{ мкм}$ ); 3)  $B_3$  - мышечные вены ( $30 \text{ мкм} < d_{\text{сосуда}} \leq 70 \text{ мкм}$ ).

Для оценки состояния сосудов взяты следующие характеристики: продольный размер сосуда, просвет продольного сечения сосуда, поперечный размер сосуда, просвет поперечного сечения, толщина стенки, количество сосудов в срезе и количество сосудов заполненных эритроцитами (Соболева Т.М., Исакова Ж.Т., Васильев Н.Д., 2001; Asanoi H et. al., 1992). Определено отношение толщины стенки к просвету сосуда (индекс Керногана), отражающее напряжение его стенки (Чазов Е.И., 1982). Было подсчитано количество капилляров в поле зрения и количество полнокровных капилляров, то есть, заполненных эритроцитами, измерен средний диаметр капилляров.

Изучение сократительных структур миокарда проводилось на основе поперечного размера кардиомиоцита, четкости границ продольной и поперечной исчерченности миофибрилл (Schaper J., Barth E., 1998; Scheuermann D.W., 2001), количества ядер на стандартное поле зрения, их поперечного и продольного размеры, коэффициента элонгации, площади сечения (Хесин Я.Е., 1967).

Полученный цифровой материал обрабатывали, используя методы вариационной статистики (Лакин Г.Ф., 1973). Достоверность отличий между показателями оценивали по критерию Стьюдента, непараметрическим критериям Уилкоксона, Манна-Уитни и множественным критериям Дункана и Фридмана по трем уровням значимости:  $p < 0,05$ ,  $p < 0,01$  и  $p < 0,001$  (Гланц С., 1999; Реброва О.Ю., 2002). Были рассчитаны корреляционные связи Спирмана. При обработке математических данных использовали программу Excel и программный пакет STADIA Ver. 4.10, разработанный НПО "ИнКо" г. Москвы.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

**1. Влияние геомагнитной активности на физиологические и биохимические параметры.** Установлено, что под влиянием геомагнитной бури происходит уменьшение большинства параметров ЭКГ. В таблице 1 представлены достоверные изменения в различные периоды геомагнитной активности. В магнитную бурю ( $p = 0,0003$ ) и после нее ( $p = 0,02$ ) происходит снижение систолического показателя на 13%, что свидетельствует об ухудшении сократимости миокарда (Дехтярь Г.Я., 1966; Бирюкова О.В., 1997).

Длительность интервалов PQ, RR и зубца P увеличивается. Подобную реакцию интервала RR наблюдали в работах В.А. Кузьменко и соавт. (1982); Ф.И. Комарова и соавт. (2000); Н.К. Белишева и соавт. (2005); A. Bortiewicz et al. (1996). Зарегистрированные сдвиги показателей свидетельствуют о преобладании парасимпатических влияний на сердце (Бирюкова О.В., 1975) и негативном воздействии магнитной бури на функцию проводимости миокарда. В литературе имеются данные о преобладании тонуса как симпатического, так и парасимпатического отдела вегетативной нервной системы (Карпенко В.И., Шапошников В.И., 1979; Холодов Ю.А., Шишло М.А., 1979; Марченко Т.К., 1998; Рождественская Е.Д., 2001; Бреус Т.К., Рапопорт С.И., 2003). Уменьшается количество животных, у которых СП отклоняется от его должной величины, более чем на 5% (табл.2).

Достоверные изменения параметров ЭКГ между различными периодами геомагнитной активности (согласно критериям Дункана и Уилкоксона, \* -  $p \leq 0,05$ , \*\* -  $p \leq 0,01$ , \*\*\* -  $p \leq 0,001$ )

Уровни ГМА Сезоны года	МБ-КГ	ДМБ-КГ	ПМБ-КГ	ДМБ-МБ	ПМБ-МБ	ДМБ-ПМБ
Весь год	RR**, Ps* СП*** СПд** Pv <sub>3</sub> *, Pv <sub>4</sub> * Qv <sub>4</sub> *, Rv <sub>5</sub> * Tv <sub>2</sub> *, Tv <sub>6</sub> *	Pv <sub>3</sub> ** Pv <sub>4</sub> *** Pv <sub>5</sub> * Rv <sub>5</sub> * Tv <sub>2</sub> *	RR* Ps* СП* Tv <sub>2</sub> *	PQ* Ps* СП* СПд* Pv <sub>4</sub> *	Pv <sub>3</sub> * Pv <sub>5</sub> *	P** PQ* Pv <sub>3</sub> * Pv <sub>4</sub> *
Зима	Pv <sub>3</sub> *		Pv <sub>3</sub> * Qv <sub>2</sub> * Qv <sub>5</sub> *		Rv <sub>2</sub> *	
Март	QT*, RR** Ps** СП** СПд** Pv <sub>4</sub> *, Sv <sub>2</sub> **	STv <sub>2</sub> *	RR* Ps** СП* СПд* Sv <sub>1</sub> *, Sv <sub>4</sub> *	Ps* СП** СПд** Sv <sub>2</sub> * STv <sub>2</sub> *	Pv <sub>3</sub> * Pv <sub>5</sub> * Sv <sub>4</sub> *	P* СП* Pv <sub>1</sub> * Sv <sub>1</sub> *
Весна	Qv <sub>5</sub> * Rv <sub>1</sub> * Rv <sub>5</sub> *	Pv <sub>3</sub> *, Pv <sub>4</sub> ** Rv <sub>2</sub> **, Rv <sub>4</sub> Rv <sub>5</sub> **	Rv <sub>2</sub> * Rv <sub>5</sub> *		PQ*	Pv <sub>3</sub> * Pv <sub>4</sub> *
Осень	QT* СП* Qv <sub>5</sub> *, Qv <sub>6</sub> * Rv <sub>4</sub> **, Rv <sub>6</sub> * Tv <sub>5</sub> *, STv <sub>4</sub> *	P* STv <sub>2</sub> **		Rv <sub>6</sub> * STv <sub>2</sub> *	Rv <sub>4</sub> ** Rv <sub>6</sub> *	Pv <sub>5</sub> * Rv <sub>4</sub> * STv <sub>2</sub> **

Обозначения: ГМА- геомагнитная активность, ДМБ- до магнитной бури, КГ- контрольная группа, МБ- магнитная буря, ПМБ- после магнитной бури.

В настоящее время мало изучено воздействие геомагнитной активности на изменения зубцов ЭКГ в грудных отведениях по Вильсону. Нами показано снижение амплитуды зубца Р в отведениях V<sub>3-5</sub> и зубцов Qv<sub>4</sub> и Rv<sub>5</sub>, отражающих функциональную активность левого предсердия и желудочка (табл.1). Сходные данные получены А.В. Трофимовым (1998): уменьшение амплитуды зубца R и времени атриовентрикулярной проводимости во время геомагнитных возмущений. Зарегистрировано достоверное снижение зубца T в

отведениях  $V_2$  и  $V_6$  до и во время бури, которое трактуется как отрицательная реакция на воздействие фактора (Попков В.Л., Черняков И.Н., 1963; Граевская Н.Д., 1975). Выявленное нами уменьшение ЧСС и высоты зубца Т по данным В.Л. Карпмана (1968) отражает ухудшение коронарного кровотока и падение потребления кислорода миокардом.

Таблица 2

Процентное отношение животных с отклонением СП от СПд более 5% к общему числу животных в группе

Группы	Контроль	До бури	Буря	После бури
Весь год	32,3	26,8	15,0	20,8
Зима	13,3	28,6	20,0	30,0
Март	33,3	28,6	0	6,7
Весна	29,4	23,1	11,8	27,3
Осень	53,3	26,7	26,7	25,0

Во время геомагнитной активности отмечено сокращение числа линейных корреляции между параметрами ЭКГ наиболее выраженное после магнитной бури: контроль-93, до бури- 75, во время бури- 73, после бури- 65 (рис.1).

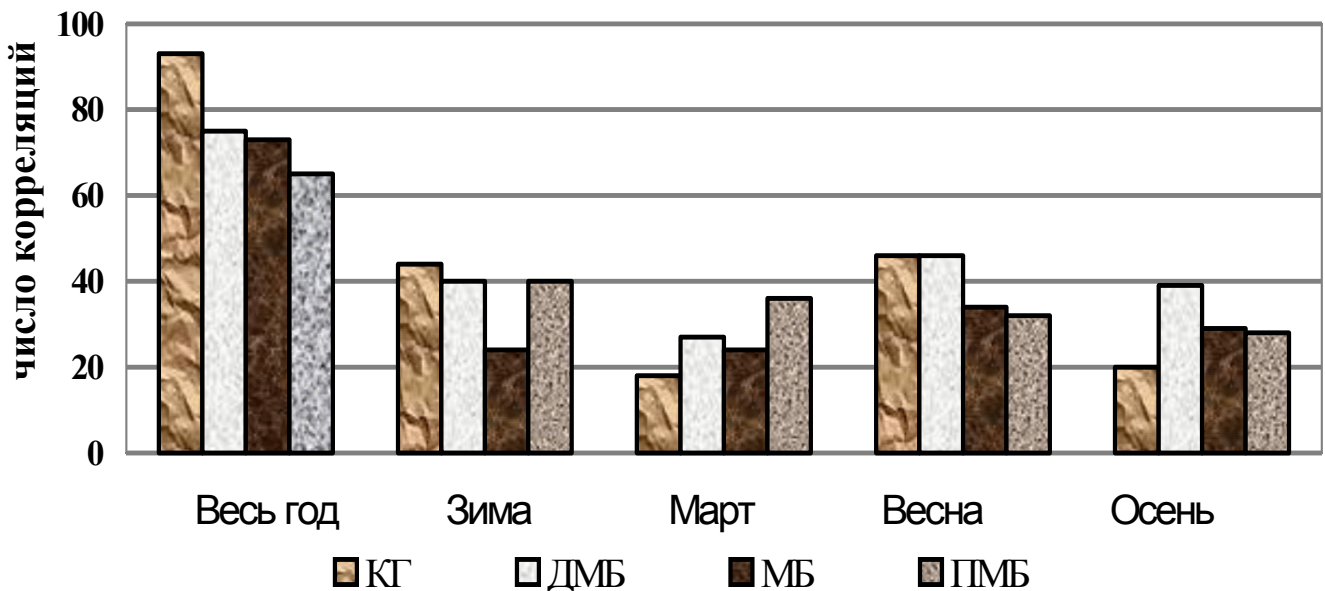


Рис.1. Количество линейных корреляций между параметрами ЭКГ в различные периоды геомагнитной активности ( $p \leq 0,01$ ).

Обозначения: ДМБ- до магнитной бури, КГ- контрольная группа, МБ- магнитная буря, ПМБ- после магнитной бури.

Во время бури (табл.3) достоверно возрастает активность лактатдегидрогеназы (ЛДГ, на 50%), концентрация инсулина (в 2,7 раза), тиреотропного (на 80%) и соматотропного гормонов (на 34%). После бури уменьшается содержание трийодтиронина (на 43%), соматотропина (на 22%) и возрастают концентрации ЛДГ и тиреотропина. Отмечено, что для показателей углеводного обмена характерна "опережающая" реакция на геомагнитную бурю. Установлено некоторое увеличение содержания глюкозы в крови, что согласуется с данными О.А. Ходонович и Т.Н. Тереховой (2002).

Таблица 3

Достоверные изменения биохимических параметров между различными периодами геомагнитной активности (согласно критерию Уилкоксона, \* -  $p \leq 0,05$ , \*\* -  $p \leq 0,01$ , \*\*\* -  $p \leq 0,001$ )

Уровни ГМА Сезоны	МБ-КГ	ДМБ-КГ	ПМБ-КГ	ДМБ-МБ	ПМБ-МБ	ДМБ-ПМБ
Весь год	ЛДГ** Инс*** ТТГ*	ЛДГ**	ЛДГ* ТТГ* Т <sub>3</sub> *	Инс**	СТГ* Инс** Т <sub>3</sub> *	
Зима		Т <sub>3</sub> *	Т <sub>3</sub> * Т <sub>4</sub> *	Т <sub>3</sub> *	Глюкоза* Т <sub>3</sub> * Т <sub>4</sub> *	
Март	Альд** Инс**	ЛДГ* ТТГ*	Альд** Т <sub>3</sub> * СТГ* Инс*	Альд** ТТГ*		СТГ*
Весна	ЛДГ* Инс**	Глюкоза* ЛДГ** Пируват* ТТГ*	Глюкоза* ЛДГ* СТГ* ТТГ* Альд*	Инс*	СТГ*	СТГ* ТТГ*
Осень	Альд* ТТГ**	Альд* Инс*	Альд** Инс** ТТГ**		Альд** Инс* Т <sub>3</sub> *	Инс* ТТГ*

Обозначения: Альд – альдостерон, ГМА- геомагнитная активность, ДМБ- до магнитной бури, Инс – инсулин, КГ- контрольная группа, МБ- магнитная буря, ПМБ- после магнитной бури.

Изменение концентраций трийодтиронина, тироксина, тиреотропина и соматотропина проявляют "запаздывающую" реакцию, т.е. изменения их

концентраций наиболее выражены после окончания бури. Как известно, гормоны щитовидной железы влияют на активность  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  насоса мембран кардиомиоцитов (Моркин Е., 1988), повышают чувствительность сердечно-сосудистой системы к воздействию катехоламинов и, таким образом, изменяют ударный объем сердца и ЧСС (Зиива Дж.Ф. Пэннел П.Р., 1988).

Под влиянием бури значительно возрастает число корреляций биохимических параметров и показателей ЭКГ: контроль - 23 связи, до бури - 38, буря - 39, после бури - 22 (рис.2). Следует отметить увеличение числа корреляционных связей содержания тиреотропного гормона, как с биохимическими, так и с физиологическими параметрами во все периоды геомагнитной активности.

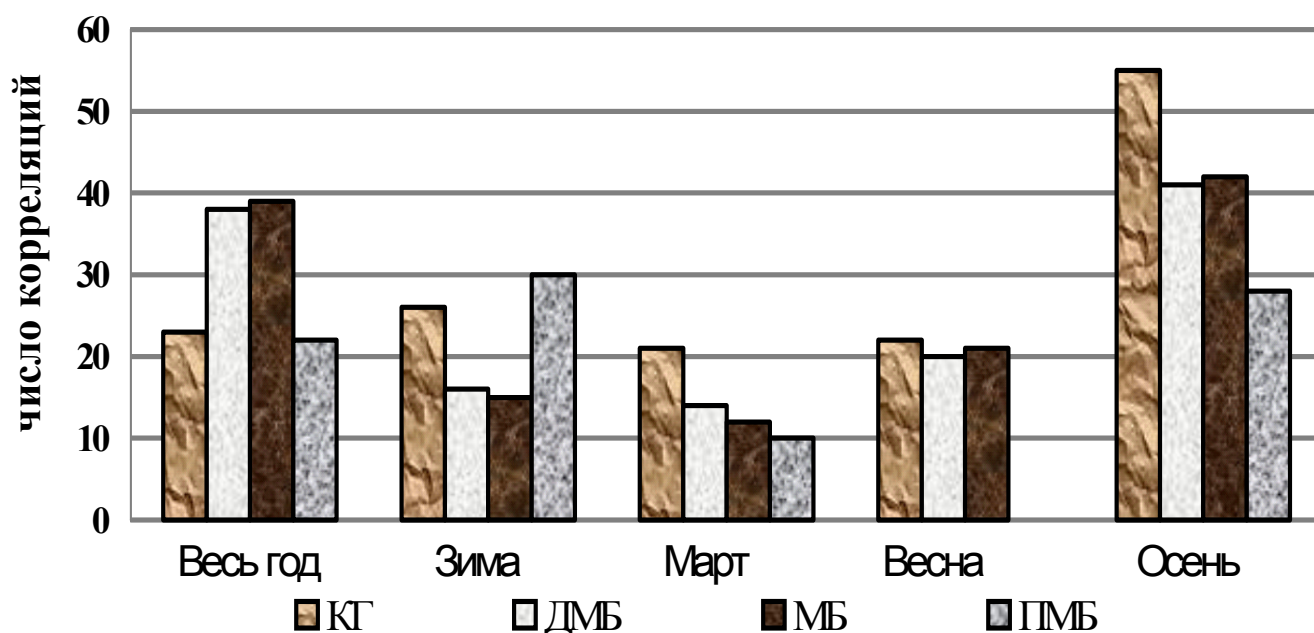


Рис.2. Количество линейных корреляций между биохимическими параметрами и показателями ЭКГ в различные периоды геомагнитной активности ( $p \leq 0,05$ ).

Обозначения: ДМБ- до магнитной бури, КГ- контрольная группа, МБ- магнитная буря, ПМБ- после магнитной бури.

Были изучены корреляционные связи электрокардиографических и биохимических показателей с гелиометеорологическими параметрами. В литературе мы встретили довольно противоречивые данные по этому поводу. Одни исследователи отмечают преобладание корреляционных связей

параметров организма с гелиомагнитными факторами (Моисеева Н.И., Любицкий Р.Е., 1986; Трофимов А.В., 1998; Агаджанян Н.А. и соавт., 2001), другие авторы выявляют больше связей с метеорологическими показателями (Темникова Н.С., 1977; Белов Д.Р., Кануников И.Е., Киселева Б.В. 1998,). В нашей работе зарегистрирован значительный рост числа корреляций параметров, характеризующих состояние окружающей среды и показателей ЭКГ во время магнитной бури (табл.4). Следует отметить, что с гелиомагнитными факторами в основном коррелируют интервал RR, Ps, СП, высота зубца R, отклонение интервала ST. В то время как амплитуда зубца T преимущественно связана с температурой воздуха, высота зубца Q - с атмосферным давлением. Количество корреляций биохимических параметров с гелиометеорологическими факторами увеличивается за 1-2 дня до магнитной бури (табл.4). Из показателей углеводного обмена большее число связей с внешними параметрами характерно для активности ЛДГ. Среди гормонов, наиболее активно с внешними факторами коррелирует содержание альдостерона. Во все периоды геомагнитной активности выявлены устойчивые связи с концентрацией тиретропина.

Таблица 4

Количество корреляций параметров ЭКГ и биохимических показателей с внешними факторами в различные периоды геомагнитной активности ( $p \leq 0,01$ )

Группы		Контроль	До бури	Буря	После бури
ЭКГ параметры	Весь год	16	11	31	23
	Зима	5	9	15	19
	Март	20	20	10	13
	Весна	13	15	29	11
	Осень	12	34	42	38
БХ параметры	Весь год	8	14	7	8
	Зима	5	15	13	20
	Март	4	20	13	5
	Весна	4	11	4	---
	Осень	12	12	8	10



Отмечено, что в контроле и до бури преобладают связи с метеорологическими параметрами, в то время как во время бури - с гелиомагнитными, после бури соотношение корреляций выравнивается. Рост связей внешних факторов с ЭКГ параметрами во время бури согласуются с достоверными изменениями их средних значений преимущественно в этот период.

**2. Влияние геомагнитной активности на физиологические и биохимические параметры в некоторые сезоны года.** Данные литературы, основанные на статистике обострений сердечно-сосудистых заболеваний, указывают на рост числа заболеваний и смертности во время бурь в весенний (март) и осенний период (октябрь), а зимний и летний сезоны соответствуют минимуму (Кулешова В.П. и соавт., 2001; Стрекаловская А.А., 2006). Однако, по мнению А.В. Свинцова и Ф.З. Сиротинской (1978) и Ю.И. Гурфинкеля и соавт. (1998, 2003) наиболее неблагоприятными являются зимний и осенний периоды. Некоторые исследователи вообще не находят сезонных изменений в реакции организма на геомагнитные бури (Деряпо Н.Р. и соавт., 1986; Ораевский В.Н. и соавт., 1998).

**2.1. Зима.** В зимний период года установлено наименьшее число достоверных изменений физиологических и биохимических параметров. У большей части параметров зарегистрирована "следовая" реакция на бурю. Во время бури выявлено снижение высоты зубца  $Pv_3$  (на 19%), а после бури - зубцов  $Pv_3$  (на 22%),  $Qv_2$  (на 61%) и  $Qv_5$  (на 40%) (табл.1). Данные изменения свидетельствуют об уменьшении электрической активности предсердий и глубоких слоев миокарда правого и левого желудочков. Характерной особенностью влияния геомагнитной активности в данном сезоне является увеличение числа животных, у которых систолический показатель отклоняется от его должного значения более чем на 5% (табл.2). Во время магнитной бури уменьшается число корреляционных связей между параметрами ЭКГ: контроль-44 связей, до бури - 40, во время бури - 24, после бури - 40 (рис.1).

В зимний период года установлено достоверное изменение концентрации глюкозы и гормонов щитовидной железы  $T_3$  и  $T_4$  (табл.3). Содержание глюкозы в крови падает на 15%, что совпадает с данными, полученными Г.А. Усенко и соавт. (1986). Установлено достоверное снижение концентрации трийодтиронина до и после магнитной бури на 47% и 49% соответственно. После бури достоверно уменьшается содержание тироксина (на 58 %). Выявлено ослабление корреляционной зависимости биохимических показателей крови и параметров ЭКГ до бури и во время бури, и ее усиление после бури: контроль-26 связей, до бури - 16, во время бури- 15, после бури - 30 (рис.2).

Под влиянием бури происходит значительный рост числа связей параметров организма с гелиометеорологическими факторами, причем максимальное количество корреляций отмечено после бури (табл.4). Это свидетельствует о более высокой степени синхронизации деятельности рассмотренных систем организма именно в этот период геомагнитной активности, т.е. о более жестких условиях функционирования организма (Бреус Т.К., Рапопорт С.И., 2003). В контроле выявлены корреляции с метеорологическими параметрами (преимущественно с влажностью воздуха). В остальные периоды геомагнитной активности большинство связей возникает с геомагнитными факторами: К-индексом, D-, H-, Z- компонентами магнитного поля Земли. Косвенным доказательством влияния магнитной бури на параметры ЭКГ может служить тот факт, что достоверно изменяются значения тех зубцов, которые коррелируют с внешними факторами.

**2.2. Март.** В марте влияние магнитной бури имеет некоторые особенности по сравнению с другими сезонами. В бурю и после нее достоверно уменьшается ЧСС (на 15%) и систолический показатель (на 13%), после бури возрастает длительность зубца P, интервалов PQ, QRS (табл.1). Во время бури происходит уменьшение амплитуды зубцов  $Pv_4$ ,  $Sv_1$  и  $Sv_2$ , до бури отмечено отклонение интервала  $STv_2$  выше изолинии на 123% (табл.1). Таким образом, во время геомагнитной активности происходит усиление тонуса

парасимпатического отдела вегетативной нервной системы, которое выражается в удлинении интервалов QT и RR (Агаджанян Н.А. и соавт., 1998), и может отражать негативные изменения в сердце (Дембо А.Г., 1971).

Данные физиологического обследования согласуются с результатами биохимического анализа (табл.3). Во время геомагнитной активности выявлено достоверное увеличение концентраций тиреотропина (на 148% до бури), инсулина (на 152% во время и после бури) и уменьшение количества трийодтиронина (на 45% после бури), соматотропина (на 31% после бури), альдостерона (на 68% во время и после бури).

Характерной особенностью для марта является низкое число линейных корреляций (рис.1, рис.2). Во время геомагнитной активности установлено увеличение числа связей между показателями ЭКГ, в то время как количество их корреляций с внешними факторами (табл.6) и биохимическими параметрами (рис.2) уменьшается. В то же время между биохимическими параметрами и внешними факторами зарегистрирован значительный рост числа корреляций (табл.4). До бури отмечено усиление связей содержания трийодтиронина, альдостерона и инсулина с внешними факторами, и именно эти показатели значительно изменяются в бурю и после нее. Во время геомагнитной активности преобладают связи с геомагнитными факторами, а в контроле - с метеорологическими.

**2.3. Весна-лето.** В весенне-летний период выявлены достоверные изменения показателей ЭКГ только в грудных отведениях по Вильсону (табл.1). До и после бури установлено снижение электрической активности предсердий (высота зубцов  $Pv_3$  и  $Pv_4$ ), желудочков сердца (зубец R в  $V_2$ ,  $V_4$  и  $V_5$  отведениях) и межжелудочковой перегородки (зубец  $Rv_2$ ). Во время бури выявлено увеличение зубцов  $Qv_5$  (на 48%,  $p \leq 0,05$ ) и  $Rv_1$  (36%,  $p \leq 0,05$ ).

Весной, в отличие от других сезонов года, отмечено наибольшее число достоверных изменений биохимических параметров до и после бури (табл.3). Выявлено усиление активности гликолитических процессов: достоверный рост концентрации глюкозы на 45% до и на 37% после бури, содержания

пировиноградной кислоты на 75% до бури, активности ЛДГ во все периоды геомагнитной активности (до бури до 327%, в бурю до 208%, после бури до 255%). Количество тиреотропина до бури достоверно возрастает (на 59%), после бури содержание соматотропного и тиреотропного гормонов достоверно снижается. Концентрация инсулина максимально возрастает во время бури (до 470%), в то время как уровень альдостерона - преимущественно после бури (до 170%), что сходно с зимним периодом и отличается от остальных сезонов года.

Во время и после бури ослабевают корреляционные взаимоотношения между параметрами электрокардиограммы: контроль-46 связей, до бури - 46, во время бури -34, после бури -32 (рис.1). Количество корреляций между биохимическими показателями и параметрами ЭКГ под влиянием бури не изменяется, что отличает весенне-летний период года от остальных сезонов (рис.2). Выявлено усиление корреляционной зависимости физиологических параметров с гелиометеорологическими факторами во время бури, а биохимических показателей - до бури (табл.4).

**2.4. Осень.** В осенний период года установлено уменьшение продолжительности электрической систолы на 10 %, снижение систолического показателя (табл.1), уменьшение ширины зубца Р на 13 % до магнитной бури, что совпадает с данными Н.Р. Деряпа и соавт. (1986, 1989). Отмечено снижение амплитуды зубцов  $Qv_5$ ,  $Qv_6$  и  $Rv_4$ ,  $Rv_6$  во время бури, что отражает ослабление электрической активности миокарда межжелудочковой перегородки, верхушки и боковой стенки левого желудочка (Тумановский М.Н. и соавт., 1969). Во время бури выявлено повышение зубца  $Tv_5$  (в 3,5 раза), и резкий его спад после бури (в 3 раза). Считается, что высокие зубцы Т являются признаком недостаточного кровоснабжения кислорода миокарда, и как следствие этого – преобладание анаэробного пути окисления углеводов (Гордон И.Б., 1961). Отклонения интервалов  $STv_1$  и  $STv_2$  уменьшаются во все периоды геомагнитной активности. Возрастает отклонение интервала  $STv_4$  от изолинии, что свидетельствует о повышении тонуса блуждающего нерва и преобладание

тонуса парасимпатического отдела нервной системы (Карпман В.Л., Куколевский Г.М., 1968; Mellerowicz K., 1960).

Установлено достоверные снижения концентраций гормонов трийодтиронина (на 51%), альдостерона (на 81%) и инсулина (на 73%) и рост содержания тиреотропина (до 227% от контроля) (табл.3). По данным литературы, пониженная секреция альдостерона приводит к нарушениям сердечного ритма (Розен В.Б., 1984).

Во время геомагнитной активности зарегистрировано увеличение корреляционных связей между параметрами ЭКГ: контроль-20 связей, до бури - 39, во время бури - 29, после бури - 28 (рис.2). Подобная динамика корреляций установлена в марте и отличается от остальных сезонов года. Особенностью осеннего сезона является большое число линейных корреляций между физиологическими и биохимическими параметрами: контроль-55 связей, до бури - 41, во время бури - 42, после бури - 28 (рис.2). В период магнитной бури количество корреляционных связей между внешними факторами и параметрами ЭКГ увеличивается, а между биохимическими показателями крови - уменьшается (табл.4).

**3. Морфологические изменения в правом желудочке сердца во время магнитной бури.** Установлено изменение параметров сократительного миокарда правого желудочка во время бури, которое проявилось в увеличении поперечного размера кардиомиоцитов на 11%, разрыхленности мышечных волокон, появлении участков мышечных волокон слабо окрашенных эозином и снижении в них четкости поперечной и продольной исчерченности миофибрилл. Данные сдвиги свидетельствуют о нарастающем клеточном отеке, что приводит к падению сократительной способности миокарда (Меерсон Ф.З., 1975; Меерсон Ф.З., Пшенникова М.Г., 1988). Отмечено достоверное увеличение поперечного размера ядер и снижение их количества на стандартное поле зрения.

Во время магнитной бури установлена разнонаправленная реакция распределительных и прекапиллярных артериол интрамурального сосудистого

русла. Выявлено достоверное уменьшение площади, увеличение индекса Керногана (на 50%) и тенденция сужения просвета сосудов крупного калибра и увеличение поперечного диаметра, толщины стенки и площади артериол мелкого калибра. Полученные данные свидетельствуют о снижении пропускной способности распределительных артериол, и повышении транспортной функции прекапиллярных артериол (Чазов Е.И., 1982). Во время магнитной бури происходит рост числа корреляций морфологических характеристик артериального русла с показателями ЭКГ и гелиометеорологическими факторам.

Во время магнитной бури обнаружено достоверное увеличение общего числа капилляров до 141% и капилляров в состоянии стаза в поле зрения до 166%, уменьшение поперечного размера капилляров ( $p < 0,05$ ). Уменьшается отношение поперечного размера капилляра к диаметру кардиомиоцита ( $p = 0,006$ ). Такие изменения свидетельствуют об ухудшении питания миокарда правого желудочка во время бури.

Изменения венозного русла во время магнитной бури свидетельствуют об уменьшении емкостных возможностей венозных сосудов, ограничении их транспортных функций. Данное явление наиболее отчетливо проявляется у венул мышечного типа и выражается в уменьшении диаметров сосудов, их просвета и площади, а также в тенденции увеличения индекса Керногана (на 29%). Для посткапиллярных венул отмечен достоверный рост толщины стенки сосуда (на 42%) и короткого диаметра контура сосуда (на 25%). Следует отметить преобладание корреляций параметров венозного звена сосудистого русла с метеорологическими факторами: температурой воздуха и атмосферным давлением.

## **ВЫВОДЫ**

1. Геомагнитная буря оказывает влияние на параметры ЭКГ: увеличивается длительность интервалов PQ, RR и зубца P, уменьшается систолический показатель и амплитуды зубцов P, Q, R, T в грудных отведениях. Во время

геомагнитной активности сокращается число линейных корреляций между параметрами ЭКГ.

2. Выявлен рост концентраций инсулина и тиреотропного гормона во время бури и снижение уровня трийодтиронина после бури. Активность лактатдегидрогеназы повышена ( $p \leq 0,01$ ) во все периоды геомагнитной активности.
3. Определено увеличение числа линейных корреляций гелиометеорологических факторов с электрокардиографическими параметрами во время и после бури, а с биохимическими показателями до магнитной бури. В спокойный геофизический период преобладают связи параметров организма с метеорологическими факторами, а во время бури – с гелиогеомагнитными. Воздействие магнитной бури на организм животных имеет сезонные отличия.
4. В зимний период года установлено наименьшее число достоверных изменений физиологических и биохимических показателей. Динамика ЭКГ параметров и гормонов щитовидной железы ( $T_3$  и  $T_4$ ) проявляют преимущественно "следовую" реакцию на магнитную бурю. После бури отмечено значительное усиление корреляционной зависимости исследуемых параметров с гелиометеорологическими факторами.
5. В марте выявлено наибольшее число изменений ЭКГ: в бурю и после нее достоверно уменьшаются ЧСС, систолический показатель, амплитуды зубцов P и S. Установлено увеличение активности ЛДГ, концентрации тиреотропина, инсулина и уменьшение содержания трийодтиронина, соматотропина и альдостерона крови. Зарегистрировано снижение числа корреляций гелиометеорологических факторов с параметрами ЭКГ и рост связей с биохимическими показателями.
6. В весенне-летний период года отмечена "опережающая" реакция на бурю ЭКГ показателей и параметров крови: изменения высоты зубцов P, Q и R, рост концентрации глюкозы, пировиноградной кислоты, активности ЛДГ, содержания тиреотропина, инсулина и альдостерона. Выявлено усиление

корреляционной зависимости гелиометеорологических факторов с физиологическими (до бури) и с биохимическими показателями (во время бури).

7. Осенью достоверные изменения ЭКГ происходят преимущественно во время бури: уменьшение интервала QT, систолического показателя, амплитуд зубцов Q, R, отклонение интервала ST от изолинии и увеличение высоты зубца T. Изменение концентрации инсулина ( $p \leq 0,05$ ), альдостерона и тиреотропина ( $p \leq 0,01$ ) проявляют "следовую" реакцию на бурю. Количество корреляционных связей между внешними факторами и параметрами ЭКГ увеличивается, а между биохимическими показателями крови - уменьшается.
8. Геомагнитная буря вызывает морфологические изменения в миокарде правого желудочка. Увеличен поперечный размер кардиомиоцитов, диаметр ядер. Отмечено очаговое ослабление исчерченности миофибрилл. Снижается питание миокарда (диаметр капилляров составил 89% от контроля,  $p \leq 0,05$ ). Выявлено увеличение индекса Керногана и уменьшение площади поперечного сечения распределительных артериол и площади, диаметра наружного контура и просвета венозных сосудов мышечного типа. Одновременно отмечено увеличение этих же параметров прекапиллярных артериол.

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

##### **Статьи в изданиях, рекомендованных ВАК РФ:**

1. Садовников В.Н., **Щербакова В.В.** Дифференциальная реакция интрамурального сосудистого русла миокарда на геомагнитную активность // Российские морфологические ведомости. - 2001. - №1-2. - С.79-81.
2. Садовников В.Н., **Щербакова В.В.**, Кольтюкова Н.В. Влияние сезонного фактора на деятельность сердца // Морфология. - 2008. - Т.133, № 2. - С. 117.
3. Бирюкова О.В., **Щербакова В.В.** Изменение параметров электрокардиограммы собак под влиянием гелиометеорологических факторов // Вестник Нижегородского университета. Серия биология. - 2008. - №4. - С. 102-106.



4. **Щербакова В.В.**, Садовников В.Н. Влияние гелиометеорологических факторов на гистоструктуру миокарда // Морфология. - 2009. - Т.136, № 4. - С. 159.

**Статьи в региональных изданиях и материалах конференций:**

5. Садовников В.Н., **Щербакова В.В.** Влияние геомагнитной активности на биологическую систему // Сб. научн. трудов «К 75-летию профессора П.Ф. Степанова».- Смоленск, 1999.-С.103-106.
6. Садовников В.Н., **Щербакова В.В.** Реакция интрамурального сосудистого русла сердца на геомагнитные возмущения // Сб. научн. трудов.- Ростов-на-Дону, 2000.-С.132.
7. **Щербакова В.В.** Параметры электрокардиограммы собак в различные периоды геомагнитной активности // Тезисы докл. 10 Всероссийской конференции «Человек и его здоровье».- СПб, 2007.- С.537-538.
8. Садовников В.Н., Кольтюкова Н.В., **Щербакова В.В.** Влияние сезонного фактора на морфофункциональное состояние сердца и надпочечника // Материалы V Российской конференции «Роль природных факторов и туризма в формировании здоровья населения».- Уфа, 2007.-С.169-171.
9. **Щербакова В.В.** Изменение параметров электрокардиограммы собак под влиянием геомагнитных факторов в различные сезоны года // Тезисы докл. 66-й Международной конференции "Актуальные проблемы экспериментальной и клинической медицины".- Волгоград, 2008.- С.19-20.
10. Бирюкова О.В., **Щербакова В.В.** Корреляционный анализ взаимосвязей электрокардиограммы собак и гелиометеорологических параметров в различные периоды геомагнитной активности // Материалы II Съезда физиологов СНГ "Физиология и здоровье человека".- Кишинев, 2008.-С. 256-257.
11. **Щербакова В.В.**, Петрова Н.И. Изменение гормонального фона крови при воздействии гелиогеомагнитных факторов // Тезисы V Международного конгресса «Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине».- СПб, 2009.- С.163.