

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

На правах рукописи

Сомов Иван Михайлович

**ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ОЧАГА ПЕРВОНАЧАЛЬНОГО ВОЗБУЖДЕНИЯ В
СИНОАТРИАЛЬНОЙ ОБЛАСТИ СЕРДЦА КОШКИ**

03.03.01 – физиология

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
доктор медицинских наук
профессор Покровский В.М.

Краснодар

2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

Оглавление.....	2
Введение.....	5
Глава 1. Обзор литературы. Очаг первоначального возбуждения в синоатриальном узле как маркер источника ритмовождения.....	12
1.1. Общие сведения о ритмогенезе сердца.....	12
1.2. Представления об иерархической организации ритмогенеза сердца в целостном организме.....	13
1.3. Очаг инициации возбуждения в синоатриальной области сердца при вагусно-сердечной синхронизации.....	20
1.4. Очаг инициации возбуждения в синоатриальной области сердца при воспроизведении сердцем центрального ритма.....	21
1.5. Методы оценки очага инициации возбуждения в синоатриальной области сердца.....	25
1.5.1. Метод компьютерного картирования волны деполяризации в синоатриальной области сердца.....	25
1.5.2. Метод оптического потенциала.....	25
1.6. Визуализация очага инициации возбуждения в синоатриальной области сердца в высокочастотном электромагнитном поле.....	26
1.6.1. Исторические этапы открытия свечения объектов в высокочастотном электромагнитном поле.....	26

1.6.2. Визуализация очага инициации возбуждения в венозном синусе сердца лягушки в высокочастотном электромагнитном поле.....	29
Глава 2. Методы исследования.....	31
2.1. Общие сведения о наблюдениях.....	31
2.2. Методика оперативного доступа к области синоатриального узла сердца кошки.....	33
2.3. Визуализации пейсмейкера синоатриальной области в высокочастотном электромагнитном поле.....	34
2.4. Раздражение блуждающего нерва.....	40
2.5. Методика статистической обработки полученных результатов.....	40
Глава 3. Очаг свечения в синоатриальной области сердца наркотизированной кошки в исходном состоянии.....	42
Глава 4. Очаг свечения в синоатриальной области сердца наркотизированной кошки при стимуляции блуждающего нерва	49
Глава 5. Динамика очага свечения в синоатриальной области сердца наркотизированной кошки при вагусно-сердечной синхронизации.....	57
5.1. Результаты наблюдений очага свечения в синоатриальной области сердца наркотизированной кошки при вагусно-	

сердечной синхронизации, вызванной раздражением блуждающего нерва залпами из 3 электрических импульсов.....	57
5.2. Результаты наблюдений очага свечения в синоатриальной области сердца наркотизированной кошки при вагусно-сердечной синхронизации, вызванной раздражением блуждающего нерва залпами из 5 электрических импульсов.....	64
5.3. Результаты наблюдений очага свечения в синоатриальной области сердца наркотизированной кошки при вагусно-сердечной синхронизации, вызванной раздражением блуждающего нерва залпами из 7 электрических импульсов.....	70
Глава 6. Анализ полученных результатов.....	77
Заключение.....	81
Выводы.....	87
Практические рекомендации.....	89
Список сокращений и условных обозначений.....	90
Список литературы.....	91
Приложения.....	106
Приложение А – список работ, опубликованных по теме диссертации	106
Приложение Б – акт об использовании предложения.....	110

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

В ряде отечественных и зарубежных лабораторий получены факты о воспроизводимости сердцем ритма залповой стимуляции блуждающего нерва электрическим током. Эти данные не могут быть объяснены традиционными теориями генерации сердечного ритма в синоатриальном узле (А.А. Зубков, 1936; Н. Suga, М. Oshima, 1968; J.V. Reid, 1969; M.N. Levy et al., 1969; В.М. Покровский, 2007). В результате многолетних исследований В.М. Покровским сформулирована концепция иерархической организации в целостном организме ритмогенеза сердца: в естественных условиях сердечный ритм первоначально возникает в головном мозге в форме залпов нервных импульсов. Последние передаются по БН к синоатриальному узлу (САУ) сердца, и при взаимодействии с ним образуется сердечный ритм. В целостном организме внутрисердечный генератор - это жизнеобеспечивающий фактор, сохраняющий насосную функцию сердца, если центральная нервная система (ЦНС) не обеспечивает задание сердечного ритма. Центральный генератор обеспечивает адаптивные реакции сердца в естественных условиях. Способность сердца воспроизводить ритм, сформированный в ЦНС, возможна в силу особенностей электрофизиологических процессов, происходящих в пейсмекере сердца. Взаимосвязь этих иерархических уровней ритмогенеза определяет совершенство и надёжность механизма формирования сердечного ритма в целостном организме (В.М. Покровский, 2005, 2007, 2010).

Периферическим звеном этой системы является усвоение синоатриальным узлом сердца ритма блуждающего нерва.

Моделью этого процесса является вагусно-сердечная синхронизация.

Исследование пейсмекерного процесса в сердце возможно несколькими методами. Одним из таких известных электрофизиологических способов может быть компьютерное картирование очага первоначального

возникновения возбуждения в синоатриальном узле сердца.

Ранее в экспериментах на кошках был установлен факт увеличения очага первоначального возбуждения (В.М. Покровский, Л.В. Федунова, 1995), если сердце воспринимало ритм залпового раздражения электрическими импульсами, которыми воздействовали на периферический конец перерезанного блуждающего нерва.

Однако, использованный в этих исследованиях метод компьютерного картирования обладает существенным недостатком: прибор регистрирует проекцию сигнала на поверхность миокарда и не способен регистрировать процессы, происходящие в толще ткани.

Большая разрешающая способность присуща методу оптического потенциала (И.Р. Ефимов с соавт., 2002). Однако этот метод может использоваться только на изолированном препарате и регистрирует сигнал с поверхности сердца.

Следовательно, существующие способы исследования очага первоначального возбуждения не отражают процессы, происходящие в глубине ткани сердца, и только регистрируют сигналы, проецирующиеся на поверхность сердца, источник же возбуждения – пейсмейкер находится в глубине ткани.

Очевидна необходимость специфической альтернативы. Вызывает интерес способ визуализации очага свечения в области синоатриального узла под действием высокочастотного электромагнитного поля. Впервые в 2008 году М.Ю. Перовой с соавторами в проведенных экспериментах изучена визуализация очага первоначального возбуждения в венозном синусе сердца лягушки. Этими исследованиями удалось обнаружить светящийся очаг в глубине венозного синуса сердца лягушки и установить при управляемой брадикардии увеличение площади очага свечения.

Тем не менее, никем из исследователей аналогичное изучение не предпринималось на теплокровном животном. А это необходимо, если применять полученные данные к рассмотрению формирования сердечного

ритма у человека, поскольку факты из опытов на лягушках не приемлемы для таких целей.

Степень разработки темы

Ранее в высокочастотном электрическом поле проведены исследования по визуализации очага первоначального возбуждения в венозном синусе сердца лягушки (М.Ю. Перова с соавт., 2008, 2009, 2010). Визуализация очага первоначального возбуждения в синоатриальном узле теплокровного животного не изучена.

Цель работы: выявить особенности очага первоначального возбуждения в синоатриальном узле сердца кошки при спонтанном ритме, в отсутствии и при наличии вагусно-сердечной синхронизации.

Задачи:

1) оценить параметры очага свечения полученного с использованием высокочастотного электромагнитного поля в синоатриальной области сердца наркотизированной кошки в исходном состоянии,

2) оценить параметры очага свечения полученного с использованием высокочастотного электромагнитного поля в синоатриальной области сердца наркотизированной кошки при стимуляции блуждающего нерва электрическим током без развития вагусно-сердечной синхронизации,

3) оценить параметры очага свечения полученного с использованием высокочастотного электромагнитного поля в синоатриальной области сердца наркотизированной кошки при стимуляции блуждающего нерва электрическим током (с частотой 3;5;7 импульсов в залпе) в условиях вагусно-сердечной синхронизации.

Научная новизна исследования:

1. впервые установлено наличие очага свечения в высокочастотном электромагнитном поле в синоатриальной области сердца теплокровного животного - кошки;

2. впервые определены значения параметров очага свечения в пейсмекере сердца наркотизированной кошки в условиях нанесения

раздражений блуждающему нерву залпами импульсов при отсутствии вагусно-сердечной синхронизации;

3. впервые установлены значения параметров очага свечения в пейсмейкере сердца наркотизированной кошки в условиях нанесения раздражений блуждающему нерву залпами импульсов при возникновении вагусно-сердечной синхронизации.

Теоретическая и практическая значимость работы:

исследование носит теоретический характер и, благодаря использованию метода визуализации возбуждения в высокочастотном электромагнитном поле, содержит новые факты, дополняющие и расширяющие имеющиеся представления о механизмах ритмогенеза сердца, а именно факты о выявлении и перемещении в САУ сердца очага свечения при вагусно-сердечной синхронизации. Полученные данные вносят определённый вклад в понимание механизмов реализации пейсмейкером управляющего сигнала из вагусных структур и могут быть использованы для дальнейшего исследования ритмогенеза сердца.

Методология и методы исследования:

работа построена на новой методологии исследования возбуждения в синоатриальном узле сердца кошки путём визуализации его свечения в высокочастотном электромагнитном поле.

Эксперименты выполнены на 14 беспородных кошках, наркотизированных тиопенталом натрия. Во время опытов было снято 5 фильмов на каждом животном. Из каждого фильма было отобрано по 15 кадров, т.е. 75 кадров в каждом опыте. Таким образом, всего изучено 1050 исследований фрагментов видеофильмов.

Кошкам делали трахеотомию, выделяли блуждающие нервы на шее. Правый нерв брали на лигатуры и пересекали. Животных переводили на искусственную вентиляцию лёгких, вскрывали грудную клетку и перикард и на область синоатриального узла помещали сканер установки «КЭЛСИ», создающий высокочастотное электромагнитное поле (1024 ГЦ). Записывали

электрокардиограмму в первом стандартном отведении, регистрировали очаг свечения в синоатриальной области, воздействовали на перерезанный блуждающий нерв (периферический его конец) пучками залпов электрических импульсов из 3, 5, 7 импульсов в залпах. При раздражении получали вагусно-сердечную синхронизацию.

Регистрацию очага свечения осуществляли в исходном состоянии, при раздражении периферического конца блуждающего нерва до получения вагусно-сердечной синхронизации и в период её получения.

Телекамерой (сканером с высокой чувствительностью) делали съёмку видеofilма в течение 60 секунд с частотой съёмки 1000 кадров в секунду, во время которого фиксировали очаг свечения в пейсмейкере синоатриальной области сердца кошки.

Визуализируемый при возбуждении тканей в высокочастотном электромагнитном поле очаг свечения по интенсивности свечения компьютерной программой распределялся на 7 срезов в синоатриальной области сердца кошки с разрешающей способностью среза в 0,0001 мм. Регистрировали в каждом срезе площадь свечения, глубину отстояния этих срезов от поверхности и расстояние между данными срезами.

Полученные экспериментальные данные после установления нормальности распределения с использованием коэффициента Shapiro-Wilk's W-test были обработаны параметрическими статистическими методами программного пакета: «STATISTIKA 6,0 for Windows». Вычисляли M – среднюю арифметическую, m – стандартную ошибку средней арифметической, P – показатель достоверности различий. За достоверные различия в сравнении средних величин в парных сравнениях брали t-критерий Стьюдента при $p < 0,05$.

Основные положения, выносимые на защиту:

1) увеличение площади очага свечения в синоатриальном узле кошки позволяет судить об усвоении сердцем сигналов поступающих по блуждающему нерву;

2) в отличие от предложенных ранее методов оценки возбуждения в проводящей системе сердца, метод выявления участка свечения в электромагнитном высокочастотном поле позволяет оценить процесс происходящий в самом узле, а не его проекцию на поверхность сердца;

3) площадь очага свечения коррелирует с частотой импульсов («пачек»), используемых для раздражения периферического конца блуждающего нерва в условиях развития вагусно-сердечной синхронизации;

4) оценка процесса распространения возбуждения синоатриального узла сердца кошки в высокочастотном электромагнитном поле позволяют проследить общебиологическую зависимость распространения возбуждения в проводящей системе сердца.

Степень достоверности и апробация результатов:

по материалам диссертации опубликована 21 печатная работа, 4 из них в журналах, включённых в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертации.

Данные полученных наблюдений были представлены на VIII Российском национальном конгрессе «Человек и лекарство» (Москва, 2014), на XX международной научно-практической конференции «Наука вчера, сегодня, завтра» (Новосибирск, 2015), на XX международной научно-практической конференции «Современные тенденции в науке, технике, образовании» (Смоленск, 2016), на V Съезде физиологов СНГ (Сочи, 2016).

Реализация результатов исследования

Полученные результаты исследований внедрены в лекционный курс на кафедре нормальной физиологии КубГМУ, в исследовательский процесс на кафедре для дальнейшего изучения проблемы ритмогенеза сердца.

Объем и структура диссертации

Диссертация изложена на 110 страницах компьютерного текста и состоит из введения, обзора литературы, описания методов исследования, 4 глав собственных наблюдений, заключения, выводов, библиографии (140

источников, из них 115 на русском языке и 25 на иностранных языках).
Работа содержит 4 таблицы и 41 рисунок.

ГЛАВА 1

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ. ОЧАГ ПЕРВОНАЧАЛЬНОГО ВОЗБУЖДЕНИЯ В СИНОАТРИАЛЬНОМ УЗЛЕ КАК МАРКЕР ИСТОЧНИКА РИТМОВОЖДЕНИЯ

1.1 Общие сведения о ритмогенезе сердца

Согласно общепринятым представлениям формирование сердечного ритма теплокровных животных и человека зарождается в самом органе, в сердце, в его автоматогенных структурах синоатриального узла, который находится в правом предсердии в устье верхней полой вены, (рисунок 1.1).

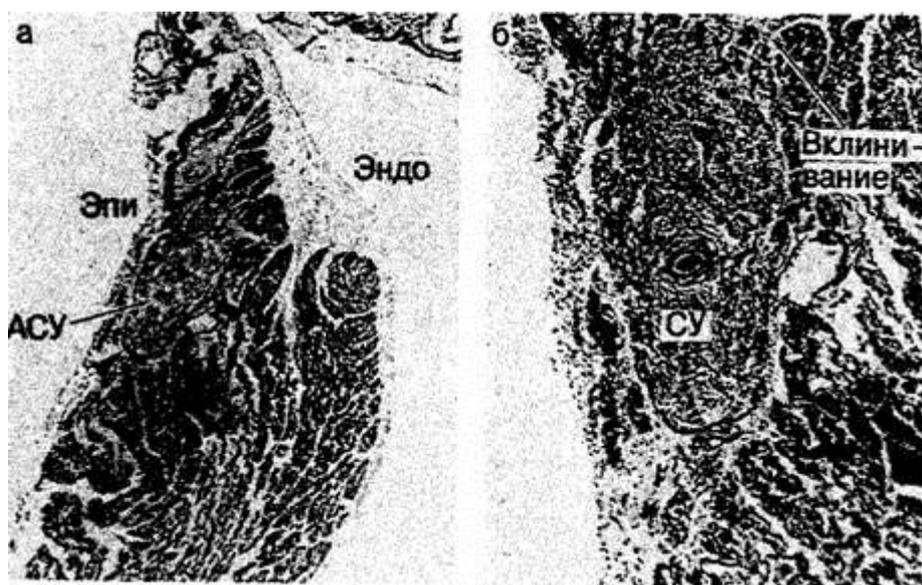


Рисунок 1.1 – Микрофотографии взаиморасположения синусового узла (СУ), стенки верхней полой вены (ВПВ), пограничного гребня (ПГ); эпикардиальной (Эпи) и эндокардиальной (Эндо) поверхностей соединения ВПВ с правым предсердием; а – при малом увеличении; б – при большом увеличении (по Андерсону с соавт., 1996)

Синоатриальный узел (САУ) – это сложное гетерогенное образование, отдельные элементы которого способны к генерации собственных ритмов, но совокупность составляющих его клеток и клеточных агрегатов функционирует

как автоколебательная система с единым ритмом и полной синхронизацией работы её элементов. Волна возбуждения, возникающего в САУ, распространяется по синусно-предсердной области радиально по направлению к пограничному гребешку.

Физиологическое направление пейсмейкера не исчерпывается автоматической генерацией сердечного импульса. Как отмечает М.Г. Удельнов (1975), ритмически повторяющиеся возбуждения и сокращения, вызываемые стимуляторными воздействиями пейсмейкера, оставляют после себя следовые изменения в свойствах клеток и тканей сердца. Ускорение или урежение ритма, независимо от их причин, неизбежно влияют на частоту и скорость чередующихся возбуждения, сокращения и расслабления, приходящихся на разные фазы следовых процессов. Установлены ритмоинотропная, ритмодромотропная и ритмопотенциальная зависимости, говорящие о глубоких регуляторно-организационных влияниях пейсмейкера на все структуры сердца, что превращает их в согласованно действующую функциональную систему.

1.2 – Представления об иерархической организации ритмогенеза сердца в целостном организме

Традиционная теория ритмогенеза сердца заключается в утверждении, что генерация сердечного ритма возникает в самом органе, в тех его специализированных структурах, которые обладают автоматией, в синоатриальном узле (Л.В. Розенштраух с соавт., 2009) и корригирующего влияния на него со стороны ЦНС (Л.В. Розенштраух, Р.Р.).

Однако, такой механизм ритмогенеза, обеспечивая надёжность генерации ритма, не может обеспечить весь спектр адаптивных реакций сердца в организме, находящемся в постоянном взаимодействии со средой. Высокая надёжность функционирования организма как целостной системы основана на дублировании механизмов осуществления функций.

Наряду с этим существует альтернативный взгляд на формирование

ритма сердца. Он изложен в концепции профессора В.М. Покровского об иерархической системе ритмогенеза сердца. По этой концепции, в естественных условиях жизнедеятельности ритм сердца начинается в головном мозге в форме залпов нервных импульсов, поступающим по n. vagus к автоматогенным структурам синоатриального узла. В результате их взаимодействия наступает инициация сердечного ритма.

Взаимодействие этих двух иерархических уровней ритмогенеза создаёт надёжность и функционирование системы генерации сердечного ритма в целостном организме.

Предпосылкой для возникновения идеи об иерархии механизмов генерации ритма сердца и организации поисков фактов послужили наблюдения В.М. Покровского (1981) во время гипотермии при временном исключении сердца из кровообращения. В итоге было сделано заключение, что возбуждение дыхательного центра продолговатого мозга irradiировало на структуры сердечно-сосудистого центра и приводило к сокращению сердца, распространяясь к нему по БН.

Это утверждение подтверждают полученные рядом отечественных и зарубежных авторов данные об управлении ритмом сердца залпового раздражения БН в определённых диапазонах частот.

До 1936 года во всех экспериментах с раздражением блуждающего нерва (БН) использовали его периодическую стимуляцию. Эту традицию нарушил А.А. Зубков (1936), впервые проводивший двустороннюю стимуляцию блуждающего нерва у собак залпами импульсов. В результате чего был обнаружен диапазон частот (от 36-50 до 50-70 мин.), в пределах которых сердце усваивало ритм раздражений n. vagus, причём, полностью повторяя его вариации внутри диапазона.

Многие исследователи (Н. Suga, М. Oshima, 1968; J.V. Reid, 1969; M.N. Levy et al., 1969) наблюдали в определённых диапазонах частот устойчивую синхронизацию сердечных сокращений с ритмом залповой стимуляции БН .

Всестороннее изучение этого явления было проведено в лаборатории

В.М. Покровского. Если, добившись вагусно-сердечной синхронизации, изменять частоту залпов стимуляции *n. vagus*, ритм сердечных сокращений тоже изменится и будет точно следовать за задаваемым ритмом раздражений, причём синхронизация будет возможна только в определённых диапазонах частот (В.М. Покровский, Ю.Р. Шейх-Заде, 1980). Описанное явление получило название феномена управления ритмом сердца посредством залпового раздражения БН (В.М. Покровский, 1981).

Возникновение управляемой брадикардии при стимуляции как одного, так и обоих блуждающих нервов (В.М. Покровский с соавт., 1982) говорит о надёжности феномена, а регистрация у новорождённых котят в первые сутки жизни – о его внутриутробном формировании (В.М. Покровский с соавт., 1982).

Управляемая брадикардия была получена у кошек, собак, мышей, крыс, лягушек, голубей, уток, нутрий и обезьян (Ю.Р. Шейх-Заде с соавт., 1987; В.М. Покровский с соавт., 1987), что говорит о её общебиологическом характере. При этом, хотя абсолютные значения границ вагусно-сердечной синхронизации отличались у разного вида животных, пересчёт на относительные величины показал, что на одинаковое по мощности залповое раздражение блуждающего нерва сердца различных животных отвечают одинаковым снижением ЧСС по отношению к фоновой (Ю.Р. Шейх-Заде с соавт., 1987). Поэтому относительную эквивалентность хронотропных вагусных влияний Ю.Р. Шейх-Заде (1987) считает ключевым принципом нервной регуляции ЧСС.

При залповом раздражении вагосимпатического ствола лягушки управляемая брадикардия сопровождалась выраженными изменениями мембранных потенциалов и возбудимости кардиомиоцитов (В.М. Покровский с соавт., 1986, 1987). Авторы отмечали уменьшение как абсолютной, так и относительной рефрактерности, снижение амплитуды и длительности ПД клеток желудочка; возрастание длительности МДД пейсмейкерных клеток. При этом, если периодическое раздражение вагосимпатического ствола сопровождалось увеличением МДД пропорционально интенсивности

раздражения, то в условиях управляемой брадикардии более выраженное удлинение МДД отмечено на фоне более редкой частоты залпов (В.М. Покровский с соавт., 1986).

На кривой ХЭ БН, которая была получена при одиночном раздражении блуждающего нерва у кошек в различные фазы сердечного цикла, Ю.Р. Шейх-Заде (1981) определил быструю волну, которая регистрировалась на интервалограмме сердечных сокращений в виде одиночного высокоамплитудного пика, и медленную – в виде незначительного урежения ЧСС на протяжении 20–25 циклов. Характер быстрой волны зависел существенно от фазы сердечного цикла, в которую раздражался блуждающий нерв, в отношении медленной волны этой зависимости не отмечено. В результате было высказано предположение, что существует два компонента ХЭ БН: фазозависимый синхронизирующий, при помощи которого сердечные центры осуществляют быстрые двусторонние сдвиги ЧСС, и фазонезависимый тонический, который определяет фоновые изменения сердечного ритма. При этом величину тонического влияния блуждающего нерва отражает разница между фоновой ЧСС и ближней границей диапазона синхронизации; величину синхронизирующего компонента ХЭ *n. vagus* – ширина диапазона управляемой брадикардии.

Определяющим параметром активности синхронизирующего компонента является мощность залпа: при увеличении количества импульсов в залпе без изменения его ширины диапазон синхронизации увеличивался за счёт смещения его нижней границы. Увеличение ширины залпа без изменения количества импульсов приводило к смещению всего диапазона синхронизации вниз по шкале частот без изменения его ширины, что указывало на ширину залпа как на определяющий параметр активности тонического компонента. Причиной последнего явилась более низкая лабильность тонического компонента по сравнению с синхронизирующим (Ю.Р. Шейх-Заде, В.Г. Кручинин, 1983).

При анализе кривой ХЭ при одиночном раздражении блуждающего нерва Ю.Р. Шейх-Заде (1987) установил, что усиление холинергических влияний

углубляет выемку на этой кривой, то есть существует фактор, ускоряющий убывание первой волны ХЭ, который получил название ускорительного компонента. В таком случае первая волна ХЭ блуждающего нерва должна быть представлена как результат алгебраического взаимодействия мощного синхронизирующего компонента, определяемого моментом и степенью гиперполяризации мембраны, и более слабого ускорительного компонента, возникающего из-за незначительной деполяризации мембраны пейсмейкера после окончания первой волны ХЭ. Вывод о наличии ускорительного холинергического компонента согласуется со взглядами М.Г. Удельного (1975). Однако, если по М.Г. Удельнову знак хронотропного ответа определяется интенсивностью стимуляции и количеством вовлекаемых волокон блуждающего нерва, то по данным Ю.Р. Шейх-Заде (1987) ускорительный компонент столь же автономен, как синхронизирующий и тонический. Слабый ускорительный компонент маскируется при тотальной стимуляции *n. vagus* более мощными отрицательными влияниями, но обнаруживается после прекращения стимуляции, на что указывают укорочение первого после окончания раздражения БН интервала РР ЭКГ и восстановление исходной ЧСС через стадию слабо выраженной тахикардии. Это явление ничем не отличается от поствагальной тахикардии (Ю.Р. Шейх-Заде, 1987).

Одинокое раздражение блуждающего нерва на фоне стимуляции петли Вьессения (Ю.Р. Шейх-Заде с соавт., 1987) потенцировало синхронизирующий компонент без изменения тонического. Сильное раздражение петли Вьессения угнетало оба компонента ХЭ *n. vagus*.

Малые дозы атропина ($1,4 \pm 0,2$ мкг/кг в/в) устраняли синхронизирующий компонент и не влияли на тонический, а при десятикратном увеличении дозы атропина исчезали оба компонента ХЭ *n. vagus*; оксибутират лития (200 мкг/кг в/в) снижал тонический компонент, не изменяя синхронизирующий, (Ю.Р. Шейх-Заде, 1990).

Неодинаковая чувствительность компонентов парасимпатического ХЭ к воздействию химических раздражителей явилась основой для изучения

гуморальных механизмов регуляции управляемой брадикардии (О.Е. Осадчий, 1994; В.М. Покровский с соавт., 1992). Ингибирование ацетилхолин-эстеразы прозеринном приводило к увеличению тонического и уменьшению синхронизирующего вагусного влияния. В то же время прямая активация М-холинорецепторов пилокарпином гидрохлоридом, также как и продолжительная вагусная стимуляция, способствовали угнетению тонического компонента ХЭ *n. vagus*, но не влияли на синхронизирующий; введение М1-холиноблокатора гастропепина дозозависимо потенцировало выраженность парасимпатического ХЭ, преимущественно за счёт увеличения его синхронизирующего компонента (О.Е. Осадчий, 1994). Пептидергические воздействия на реализацию управляемой брадикардии тоже оказались неоднородными: не влияя на ширину диапазона синхронизации, даларгин и неокиоторфин уменьшали, а пептид дельта-сна усиливал тоническое вагусное влияние; депептид Asp-Tyr потенцировал технический и угнетал синхронизирующий компонент ХЭ (В.М. Покровский с соавт., 1992, 1993).

Способность отдельных компонентов ХЭ *n. vagus* к изолированному изменению свидетельствует о существовании в ЦНС механизмов избирательного включения того или другого компонента в зависимости от характера регуляторных реакций (В.М. Покровский, 1988).

Залповая стимуляция блуждающего нерва и одновременное раздражение симпатического (нижнесердечного) нерва у кошки (В.М. Покровский, Л.И. Сукач, 1985) дала возможность управлять сердечным ритмом в полосе частот, близких к исходному ритму или превышающих его. Увеличение интенсивности раздражения нижнесердечного нерва приводило к смещению диапазона управления в сторону больших частот. Было сделано заключение, что управление ритмом сердца осуществляет парасимпатический отдел нервной системы, а симпатический оказывает моделирующее влияние.

Таким образом, многочисленными исследованиями подтверждена ведущая роль САУ как генератора внутрисердечного ритма. Изучены морфофункциональные и электрофизиологические особенности, кинетика

ионных каналов пейсмейкерных клеток. Установлено, что блуждающий нерв оказывает быстрые двусторонние влияния на ЧСС благодаря различным воздействиям АХ на клетки водителя ритма. Методом залпового раздражения блуждающего нерва, наиболее соответствующего естественным условиям существования организма, выявлен феномен синхронизации сердечных сокращений с залпами разрядов, следующих по блуждающему нерву. Данные, полученные при изучении этого явления, были положены в основу идеи иерархической организации ритмогенеза сердца в организме.

В опытах на кошках, кроликах и собаках Н.И. Лосевым было установлено: эфферентные залпы при острой гипоксии появляются в дыхательных ядрах БН, приводя к сокращениям остановившегося сердца и становясь на некоторое время водителем сердечного ритма. Дыхательные залпы периодически могут вызывать дополнительные сердечные сокращения во время резко замедленного, но правильного синхронного ритма (В.М. Покровский, 2010).

Анализ выше указанного и подробное многолетнее исследование явления, названного феноменом управляемой брадикардии, дали возможность В.М. Покровскому (1981) сформулировать гипотезу о центральной генерации ритма сердца. Эта концепция подтверждается обнаружением нейронов в продолговатом мозге, нейрональная активность которых совпадает с частотой сердечных сокращений; обнаружением скрытой модуляции сердца и участием различных нейронов в возникновении центральных влияний на сердце; компьютерной математической обработкой импульсной активности отдельных нейронов (А.Г. Похотько, 2000).

Были получены данные о гуморально-медиаторных механизмах управляемой брадикардии (В.М. Покровский с соавт, 1992, 1993).

Исследованы электрофизиологические процессы, происходящие в синоатриальном узле при управляемой брадикардии, для чего в опытах на кошках был применён метод многоэлектродного компьютерного картирования. Доказано, что раздражение БН и в периодическом, и в залповом режиме, в том числе при достижении управляемой брадикардии, сопровождается смещением

очага первоначального возбуждения в синоатриальной области в каудальном направлении в прямой зависимости от степени урежения сердцебиений и независимо от вида стимуляции нерва. Электрофизиологическим показателем усвоения сердцем ритма явилось расширение в синоатриальном узле очага первоначального возбуждения. Площадь этого возбуждения возрастала с увеличением интенсивности стимуляции нерва (В.М. Покровский, 2007).

Анодный блок при вагусно-сердечной синхронизации прерывал распространение возбуждения в САУ сердца, что сопровождалось исчезновением вагусно-сердечной синхронизации и утверждало значение электротонического взаимодействия пейсмейкерных клеток синоатриального узла в возникновении управляемой брадикардии.

На основе анализа этих научных данных В.М. Покровским (2007) доказано утверждение: ритм сердца в целостном организме образуется иерархической системой структур и механизмов, которые имеются как в самом сердце, так и в структурах ЦНС. Одновременно с внутрисердечным генератором ритма сердца существует и генератор ритма сердца в ЦНС. Взаимодействие двух уровней ритмогенеза создаёт функциональное совершенство и надёжность управления формированием ритма сердца в целостном организме, вкладывает пребывание здорового организма в естественной среде обитания и нахождение с ней в адекватных отношениях. Внутрисердечный генератор – это фактор жизнеобеспечения, сохраняющий насосную функцию сердца даже в условиях, когда ЦНС находится в состоянии торможения. Центральный генератор регулирует адаптацию сердца в естественных регуляторных реакциях организма.

1.3 Очаг инициации возбуждения в синоатриальной области сердца при вагусно-сердечной синхронизации

В 1996 году В.М. Покровский, В.Г. Абушкевич, Л.В. Федунова впервые использовали метод компьютерного картирования очага первоначального возбуждения в САУ сердца наркотизированной кошки при вагусно-сердечной

синхронизации. Авторы охарактеризовали возникновение и динамику распространения возбуждения в синоатриальной области сердца кошки при применении раздражения БН в периодическом режиме и при вагусно-сердечной синхронизации, вызываемой посредством залповой стимуляции блуждающего нерва. Первоначальный очаг возбуждения в САУ сердца кошки в исходных условиях возникал в участке, прилегающем к устью верхней полой вены, и располагался наиболее каудально с наименьшей частотой сердцебиений. Продвижение волны возбуждения от иницирующего очага по синоатриальной области возрастало к периферии узла. При стимуляции перерезанного периферического конца БН распространение возбуждения увеличивалось при сравнении с исходным в прямой зависимости от уровня возникшей брадикардии. Раздражение периферического конца перерезанного БН (в периодическом и в залповом режимах) при управляемой брадикардии, сопровождалось смещением очага первоначального возбуждения в области синоатриального узла в каудальном направлении, в прямой зависимости от степени урежения сердцебиений и независимо от вида стимуляции нерва.

Электрофизиологическим маркером усвоения сердцем ритма стимуляции *n. vagus* является увеличение очага первоначального возбуждения в САУ сердца наркотизированной кошки. Площадь этого очага расширялась в связи с увеличением интенсивности стимуляции нерва и достигала максимума на нижней границе диапазона управляемой брадикардии.

1.4 Очаг инициации возбуждения в синоатриальной области сердца при воспроизведении сердцем центрального ритма

В мировой литературе (R.J. Nariman, D.F. Hoffman, R.E. Naylor ,1980) имеется небольшое количество исследований (за исключением опубликованных работ из лаборатории В.М. Покровского), при которых эпикардальное картирование при помощи многоэлектродной матрицы в САУ было проведено в хронических опытах на собаках и впервые был зарегистрирован очаг инициации возбуждения в САУ сердца собаки при

воспроизведении сердцем центрального ритма.

Собакам в синоатриальную область сердца имплантировали электродную матрицу размерами 3,5 x 2,0 сантиметра из 48 серебряных электродов диаметром 0,25 миллиметров подшивали на синоатриальную область. 48 униполярных электродов имели 12 рядов по 4 в каждом с отстоянием один от другого на 1,5 миллиметров. Серебряные проволочки от акриловой матрицы (покрытые тифлоном) выводились между лопатками под кожу.

Авторы выяснили: очаг ранней активации имелся под 5 – 8 электродами с областью распространения в 8 мм²

Данные указанной работы отличались от результатов исследований у животных под наркозом, когда очаг первоначального возбуждения появлялся лишь под одним из электродов матрицы (Schuessler et al., 1993).

Но объяснить этот факт R.J. Harriman, B.F. Hoffman, R.E. Naylor не сумели.

Во-первых, указанные авторы не ставили перед собой задачу изучения различий размеров очага первоначального возбуждения в САУ у собаки под наркозом и без наркоза. Они не учитывали действия наркоза на ЦНС. Расширенный очаг первоначального возбуждения в САУ правого предсердия сердца у бодрствующей собаки они нашли случайно.

Условия хронического опыта были выбраны по причине того, что исследования у бодрствующих животных – это благоприятная возможность изучить работу синоатриальной области при интактной автономной нервной системе, исследовать возникающие изменения ритма сердца в синоатриальном интервале от каждой автоматической группы, и в расположении синусного пейсмейкера. R.J. Harriman, B.P. Hoffman, R.E. Naylor (1980) отметили, что такие спонтанные изменения не имели места в острых опытах при отсутствии автономной модуляции.

Во-вторых, хотя авторы указанного исследования констатировали значительное электротоническое взаимодействие между клетками САУ и

возможность одновременного изменения потенциалов во всех клетках области САУ, они полагали, что эпикардальное картирование синоатриальной области, хотя и выявляет возникновение ранней активации над относительно большой областью, окружающей места, где были записаны потенциалы действия клеток – водителей ритма, но не даёт ответ на вопрос: эта ранняя активация САУ правого предсердия появляется от импульса одной пейсмейкерной клетки или от нескольких автоматогенных структур.

В третьих, R.J. Harriman, B.P. Hoffman, R.E. Naylor (1980) стремились выяснить: могли ли автоматогенные группы пейсмейкерных клеток, возбуждаясь асинхронно, одновременно возбудить синоатриальную область правого предсердия с ранней активацией. Согласно заключению этих учёных указанный процесс появляется в результате электротонического взаимодействия между клетками пейсмейкера и соседними участками. Выяснилось, что более быстрые автоматические клетки в состоянии ускорять деятельность более медленных, и наоборот.

Возможен другой механизм – взаимодействие между автоматическими группами и тканью предсердия в результате деполяризации предсердной массы возник большой деполяризующийся поток, вызвавший деполяризацию всех автоматогенных групп в синоатриальной области.

Но, подобное объяснение данных не дала ответа: почему величина очага первоначального без наркоза была большая, а при наркозе – маленькая.

По-видимому это объясняется тем, что изучение расширения очага происходило с традиционных позиций: ритм сердца зарождается в синоатриальной области, а экстракардиальная нервная система влияет на неё корригирующе. Это проявляется увеличением или уменьшением частоты биений сердца в виде ускорения или замедления спонтанной диастолической деполяризации клеток – водителей ритма.

Тем не менее известно подавляющее действие наркоза на ЦНС. Поэтому с целью объяснения различия величины очага первоначального возбуждения в САУ при наркозе и без него возможны альтернативные объяснения,

представленные В.М. Покровским (2005, 2007).

В этом плане была выполнена работа Ю.В. Кашиной (2005), показавшей, что при выходе собаки из наркоза, расширяется очаг первоначального возбуждения в синоатриальной области и увеличивается вариабельность ритма сердца и функционально-адаптационные возможности животного.

Аналогичные факты были получены в наблюдениях на кардиохирургических больных в Центре Грудной Хирургии города Краснодара (Д.Д. Диденко, А.А. Нечепуренко, Н.В. Клименко, 2005). У пациентов в конце кардиохирургической операции выполнялась стандартная процедура: подшивание миокардиальных электродов с целью наблюдения за ритмом сердца в послеоперационном периоде. В данном случае вместо второго электрода по диагонали в САУ сердца имплантировался модифицированный 6-ти электродный зонд.

Таким пациентам проводили компьютерное картирование площади сечения очага первоначального возбуждения в течение наркоза и в последующие 5 суток. Исследовали динамику площади сечения очага первоначального возбуждения во время прекращения угнетения центральной генерации ритма сердца наркозом и возобновления функционально-адаптационных регуляторных возможностей организма при его выздоровлении. В послеоперационном периоде электроды удалялись на 6-7 сутки после операции при отсутствии нарушений ритма сердца.

Было установлено, что при выходе человека из наркоза площадь свечения очага первоначального возбуждения в САУ сердца человека увеличивалась. Под наркозом очаг определялся под одним электродом, а при выходе из наркоза он находился под рядом электродов.

Изменения величины очага первоначального возбуждения в САУ сердца характеризуют состояние и связь мозговых структур иерархической системы формирования ритма сердца с автоматогенными структурами синоатриальной области.

1.5 Методы оценки очага инициации возбуждения в синоатриальной области сердца

1.5.1 Метод компьютерного картирования волны деполяризации в синоатриальной области сердца

Способ компьютерного картирования волны возбуждения в САУ сердца начал применяться, начиная с работ J.P. Voineau et al. (1978).

Система картирования, в зависимости от устройства электродной матрицы, позволяет осуществить запись электрокардиограмм с эпикарда и эндокарда синоатриальной области (J.P. Voineau, 1993; Л.А. Бокерия, А.Г. Филатов, 2012).

Суть метода компьютерного картирования заключается в том, что с многоэлектродной матрицы, расположенной эпикардially в синоатриальной области проводится синхронная регистрация электрограмм при помощи многоканального кардиоусилителя, затем через многоканальный аналоговоцифровой преобразователь сигналы поступают в компьютер, где при помощи специальной программы строится изохронная карта, выводимая на монитор.

Недостатком этого метода является малая информативность, поскольку размер электрода матрицы несоизмерим с размерами пейсмейкерных клеток.

1.5.2 Метод оптического потенциала

Для повышения разрешающей возможности исследования использовали оптический метод регистрации. На синоатриальную область наносится флуорохром, интенсивность свечения которого определяется динамикой ионных токов пейсмекера. Свечение через преобразователи поступает в компьютер. Компьютерная система строит потенциалы действия, а по ним изохронные карты с локализацией очага первоначального возбуждения (И.Р. Ефремов с соавт., 2002; В.С. Розенштраух,

2012) (рисунок 1.2). Однако, считывание оптическим методом возможно только с поверхности, а очаг первоначального возбуждения и сам САУ находятся в толще стенки правого предсердия.

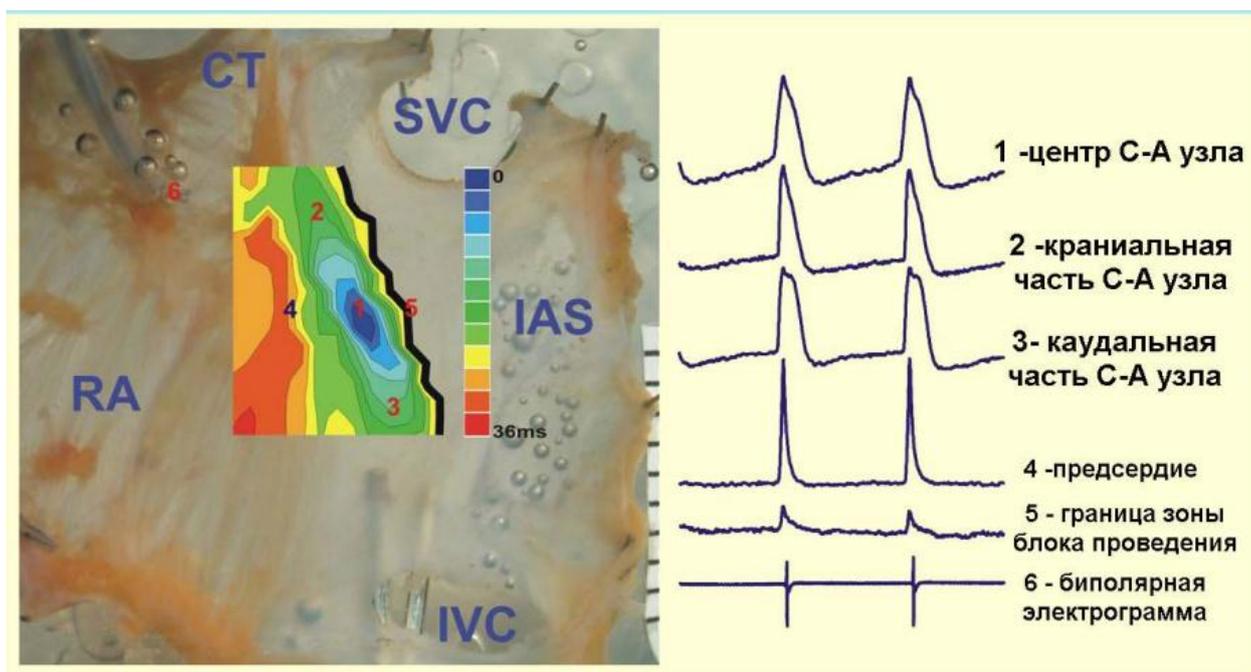


Рисунок 1.2 – Оптическое картирование. Карта активации центральной части синоатриального узла кролика и потенциалы действия в разных участках препарата. SVC, IVC – верхняя и нижняя полые вены, IAS – межпредсердная перегородка, RA - правое предсердие, СТ – пограничный гребешок (По В.В. Федорову, Л.В. Розенштрауху, И.Р. Ефимову, 2005)

1.6 Визуализация очага инициации возбуждения в синоатриальной области сердца в высокочастотном электромагнитном поле

Принципиально новым подходом в оценке очага первоначального возбуждения явилась визуализация его свечения в высокочастотном электромагнитном поле, которая представляет дополнительные возможности вскрытия механизмов, протекающих в синоатриальной области сердца.

1.6.1 Исторические этапы открытия свечения объектов в высокочастотном электромагнитном поле

Согласно К.Г. Короткову (2001), Георгий Лихтенберг в 1777 году записал электрограммы скользящего искрового разряда на пылевой поверхности при помощи электрических искр.

В 1880 году Николай Тесла при помещении человека в высокочастотное электрическое поле получил вокруг человеческого тела яркое краевое свечение.

Существенный прогресс в развитие газоразрядной фотографии дали работы Якуба Атонавича Наркевича-Ёдка в 1892 году использовал электрографию как метод исследования психофизиологического состояния человека. Дальнейшее исследование этих фотографий помогало верифицировать различные патологические состояния психики человека наглядно.

В 1904 году Ландель де Моруа создал первую электрографическую (электроразрядную) камеру.

В 1930 году Прат и Шлеммер изучали контактные отпечатки различных объектов при электрическом разряде.

В 1939 году С. Д. Кирлиан обнаружил свечение собственных пальцев в высокочастотном электрическом поле. Вместе со своей супругой он до своей смерти изучает это свечение. В 1970 – 1971 годах о его исследованиях становится известно во всем мире и краевое свечение объектов в высокочастотном электрическом поле получает название «эффект Кирлиан». С.Д. Кирлиан и В.Х. Кирлиан вводят классификацию способов газоразрядной фотографии: лавинный, скользяще-искровой, коронный и вакуумный в зависимости от основных параметров (условий реализации): давление газа, ширина разрядного промежутка, коэффициент неоднородности внешнего электрического поля. А также вводят два возможных варианта комбинации этих способов: лавинно-лавинный и лавинно-скользяще-искровой.

Дальнейшие работы супругов Кирлиан помогли установить физические основы процессов происходящих при газоразрядном фотографировании. Согласно полученным данным в опытах Кирлиан, метод газоразрядной

фотографии состоит из трёх стадий: 1 – формирование электромагнитного поля высокой напряжённости с определённым геометрическим «рисунком». 2 – Перемещение частиц газа в сформированном электромагнитном поле. 3 – Изменение структуры улавливающей поверхности при воздействии газовых частиц при ионизации.

1980 – 1996 годы – появляется множество работ по биоэлектрографии.

Следует отметить, что большинство работ связанных с газоразрядной фотографией проводились с применением в качестве улавливающей структуры фотоматериала (фотоплёнки, фотобумаги или других светочувствительных материалов). В эпоху развития цифрового оборудования и компьютеров, цифровая регистрация и компьютерная обработка изображения получаемого в высокочастотном электромагнитном поле стало самым актуальным направлением в развитии газоразрядной фотографии.

Первые исследования в данном направлении датируются началом 80-х годов. Тогда в качестве распознавателя сигнала получаемого при воздействии высокочастотного электромагнитного поля использовали видикон чёрно-белого изображения типа ЛИ 418. Позднее А.Г. Довгялло и С.В. Дежкунов с помощью видеокамеры «Электроника Л – 50» получали изображение дефектов металлических объектов, изображение которых выводилось на телевизор «Электроника ВЛ – 100».

В 1996 году К.Г. Коротковым был создан новый научный подход, основанный на цифровой видеотехнике, современной электронике и количественной компьютерной обработке данных – метод газоразрядной визуализации.

Для развития цифровой регистрации газоразрядных процессов под действием электрического тока необходимо было развитие устройств, способных фиксировать получаемый сигнал и передавать его в компьютер. А также совершенствование программного обеспечения для обработки полученной информации. С появлением электронно-оптических преобразователей появилась возможность усиливать яркость изображения в

некоторых методиках и возможность преобразовать спектральный состав излучения. С развитием этих технологий впервые удалось использовать метод газоразрядной визуализации для изучения тела человека, а в будущем и головы. Несмотря на мощный прорыв в области развития газоразрядного свечения в XXI веке ещё остаётся ряд не решённых вопросов. Например, невозможность в настоящее время до конца выяснить физическую и химическую природу процесса. Но, несмотря на имеющиеся нерешённые вопросы использование этой методики становится очень актуальной в области проведения медико-биологических исследований.

В 2006 году В.Ю. Перов с соавторами в беременной матке крысы, вокруг которой было создано высокочастотное электрическое поле, наряду с краевым свечением вокруг матки («эффектом Кирлиан») наблюдал очаг свечения внутри матки: в области пейсмейкера беременной матки крысы в предродовой период.

Динамика светящегося очага соответствовала данным литературы о динамике очага возбуждения и последующего сокращения в матке в этот период. Как известно, каждое очередное сокращение начинается в области одного из трубных углов, где располагается водитель ритма («пейсмейкер»). В дальнейшем волна сокращения распространяется на дно, тело матки и далее движется к шейке. При этом наблюдается уменьшение силы и продолжительности сокращения (доминанта дна) (Е.А. Чернуха, 2001; В.В. Абрамченко, 2003).

Это наблюдение позволило использовать очаг свечения в качестве маркера очага возбуждения в синоатриальной области сердца.

1.6.2 Визуализация очага инициации возбуждения в венозном синусе сердца лягушки в высокочастотном электромагнитном поле

Визуализируемый очаг свечения в венозном синусе сердца лягушки в высокочастотном электромагнитном поле по локализации, площади, динамике соответствовал очагу первоначального возбуждения, определяемому при

компьютерном картировании электродной матрицей (М. Ю. Перова с соавт., 2008, 2009, 2010).

Но для использования полученных данных для сердца человека требуются факты наблюдений не у лягушек, а у теплокровного животного.

Использование метода визуализации очага инициации возбуждения в САУ сердца наркотизированной кошки позволит, установить динамику «истинного» очага при усвоении сердцем ритма БН в условиях раздражения его пучками залпов электрических импульсов.

Всё выше перечисленное и послужило основанием к выполнению данного исследования.

ГЛАВА 2

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Общие сведения о наблюдениях

Работа построена на новой методологии исследования очага первоначального возбуждения в синоатриальной области сердца путём визуализации его свечения в высокочастотном электромагнитном поле.

Эксперименты проведены на 14 беспородных кошках весом $3,5 \pm 0,4$ килограммов. Во время опытов было снято 5 фильмов на каждом животном. Из каждого фильма было отобрано по 15 кадров, т.е. 70 кадров в каждом опыте. Таким образом, всего изучено 1050 исследований фрагментов видеофильмов.

Опыты были выполнены согласно Международными рекомендациями по проведению биомедицинских исследований с использованием животных (1964, 1985, 1986, 2016 гг.).

Кошек вводили в наркоз, делали трахеотомию, отпрепаровывали блуждающие нервы на шее. Правый нерв брали на лигатуры и пересекали. На искусственном дыхании вскрывали грудную клетку и перикард. К синоатриальной области работающего сердца подвели аппарат для визуализации (сканер КЭЛСИ фирмы Elsys, Санкт-Петербург, Россия), который создавал высокочастотное электромагнитное поле (1024 Гц). Появившееся свечение фиксировалось высокочувствительной телекамерой со скоростью 1000 снимков в секунду. Записывали электрокардиограмму в первом стандартном отведении, регистрировали очаг свечения в синоатриальной области, раздражали периферический конец перерезанного п. vagus электрическими импульсами из 3, 5, 7 импульсов в залпах. При раздражении получали вагусно-сердечную синхронизацию.

Регистрацию очага свечения осуществляли в исходном состоянии, при раздражении периферического конца блуждающего нерва до получения вагусно-сердечной синхронизации и при развитии вагусно-сердечной

синхронизации путем стимуляции n. vagus залпами из 3, 5, 7 электрических импульсов в залпах.

В таблице 2.1 приведены общие данные о наблюдениях.

Таблица 2.1 Общие сведения о наблюдениях

Серии экспериментов	Методы исследования	Количество фрагментов наблюдений	Количество животных
1. Визуализация очага первоначального возбуждения при исходном ритме сокращений сердца	1. Электрокардиография 2. Визуализация пейсмекера сердца и съёмка видеофильма 3. Измерение параметров светящегося очага	14 70 1050	14
2. Визуализация очага первоначального возбуждения при раздражении блуждающего нерва в отсутствии синхронизации	1. Электрокардиография 2. Визуализация пейсмекера сердца и съёмка видеофильма 3. Измерение параметров светящегося очага	14 70 1050	14
3. Визуализация очага первоначального возбуждения при вагусно-сердечной синхронизации при раздражении блуждающего нерва залпами из 3, 5, 7 импульсов	1. Электрокардиография 2. Визуализация пейсмекера сердца 3. Съёмка видеофильма 4. Измерение параметров светящегося очага	14 70 70 1050	14

На рисунке 2.1 приведена блок-схема установки.

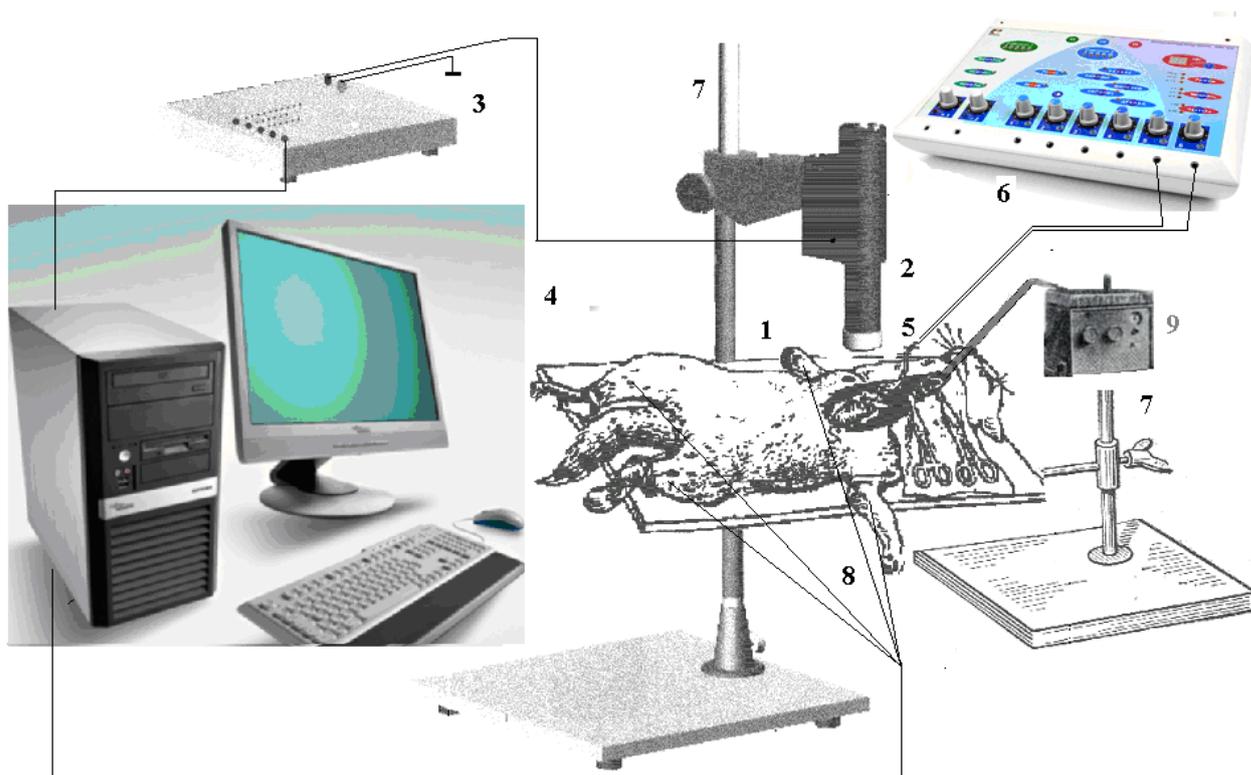


Рисунок 2.1 – Блок-схема установки. 1 – экспериментальное животное (кошка); 2 – камера для выявления очага свечения в высокочастотном электромагнитном поле; 3 – блок управления; 4 – части компьютера для определения очага свечения и записи ЭКГ; 5 – электроды на n. vagus; 6 – электростимулятор БН; 7 – штатив; 8 – провода от электрокардиографических электродов; 9 - аппарат искусственной вентиляции лёгких «Вита»

2.2 Методика оперативного доступа к области синоатриального узла сердца кошки

Опыты проведены с использованием метода общей анестезии внутрибрюшинным введением тиопентала натрия из расчёта 40 миллиграммов на килограмм веса животного.

Фиксация наркотизированной кошки происходила в положении «на спине. По средней линии шеи делали разрез кожи на 6 – 8 сантиметров книзу от щитовидного хряща книзу. Фасции шеи и медиальные края продольных мышц шеи раздвигали. Трахею брали на лигатуру. В одном из верхних промежутков

между хрящевыми кольцами проводили разрез и продолжали его дальше на протяжении двух колец в каудальном направлении. Затем проведенный разрез расширяли, помещали в него трахеотомическую трубку, которую закрепляли лигатурой. Далее эту трубку подсоединяли к аппарату искусственной вентиляции легких. После оценки вентиляции включали аппарат.

На шее выделяли правый блуждающий нерв, отсоединяли его от оболочек. Над щитовидным хрящом под блуждающий нерв подводили лигатуру и пересекали его. Периферический конец n. vagus помещали на платиновые биполярные электроды с трёх миллиметровым межэлектродным расстоянием. Далее укладывали кошку в «положение на левом боку». В будущих местах предполагаемых разрезов шерсть выстригали и сбривали. Кошку накрывали простынёй, через отверстие в которой разрезали кожу.

От среднеключичной до околопозвоночной линии делали разрез по ходу ребра в IV межреберье, чтобы не удалять ни одно из рёбер.

В дальнейшем пересекали: пучки большой и малой грудных мышц спереди, нижний край передней зубчатой мышцы на боковой поверхности, широкую мышцу спины в заднем отделе. Заканчивали разрез сзади у трапецевидной мышцы и у краёв глубоких мышц спины.

Париетальную плевру рассекали. Края разреза расширяли.

После прошивания нитями-держалками перикарда его вскрывали. На область САУ сердца между устьем краниальной (верхней) полый вены, пограничной бороздой правого предсердия, началом ушка правого предсердия) ставили аппарат для выявления очага возбуждения в высокочастотном электромагнитном поле.

2.3 Визуализации пейсмейкера синоатриальной области в высокочастотном электромагнитном поле

Устройство визуализации очага возбуждения в высокочастотном электромагнитном поле (камеру установки КЭЛСИ (Санкт Петербург фирма «Элсис») располагали на синоатриальной области работающего сердца кошки.

После выявления высокочастотного электромагнитного поля (частотой 1024 Гц с временем экспозиции 64 секунды) регистрировали очага свечения, который обозначался высокочувствительной и высокоскоростной телекамерой установки (до 1000 кадров в секунду). Гистограммы яркости и длин волн свечения строились специальными программами.

Для оценки полученных данных в качестве параметров были использованы: площадь очага свечения (рисунок 2.2); площадь очага интенсивного свечения (рисунок 2.3); количество срезов по интенсивности свечения (рисунок 2.4); площадь срезов очага свечения (рисунок 2.5); толщина срезов очага свечения (рисунок 2.6); расстояния между срезами светящегося очага (рисунок 2.7); гистограмма яркостей свечения очага (рисунок 2.8); гистограмма длин волн очага свечения (рисунок 2.9).

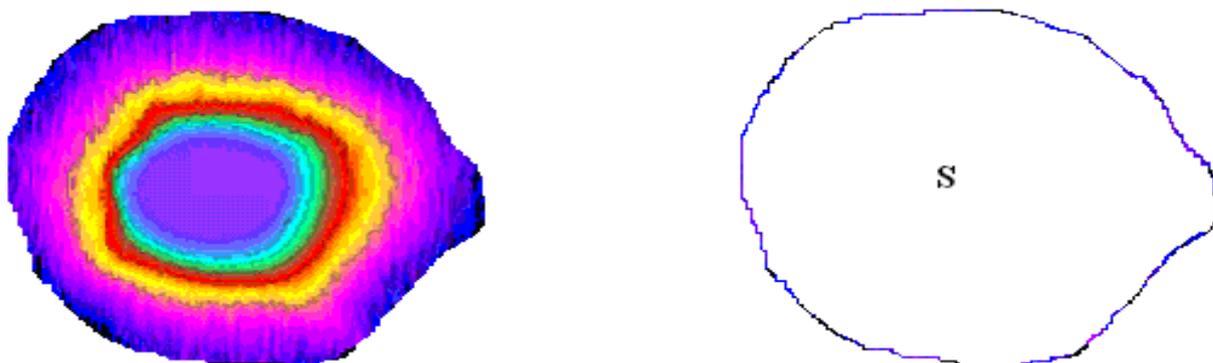


Рисунок 2.2 – Площадь очага свечения на поверхности САУ сердца наркотизированной кошки в квадратных миллиметрах (на сканограмме)

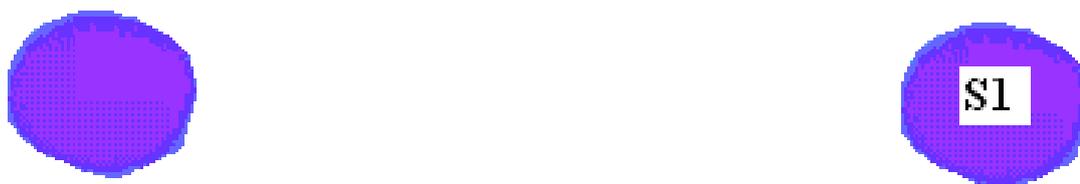


Рисунок 2.3 – Площадь очага интенсивного свечения в квадратных миллиметрах на поверхности САУ сердца наркотизированной кошки (на сканограмме)

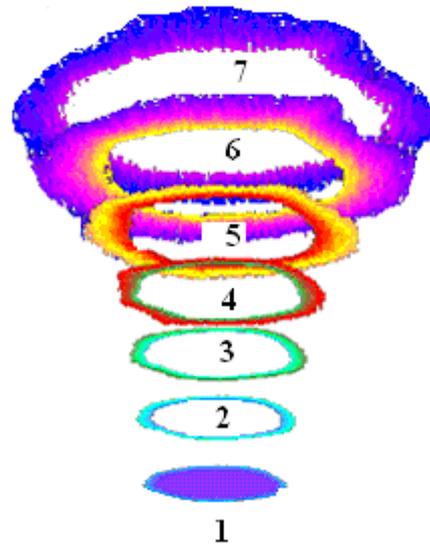


Рисунок 2.4 – Количество срезов очага свечения в САУ сердца наркотизированной кошки в высокочастотном электромагнитном поле. Цифрами обозначены номера срезов

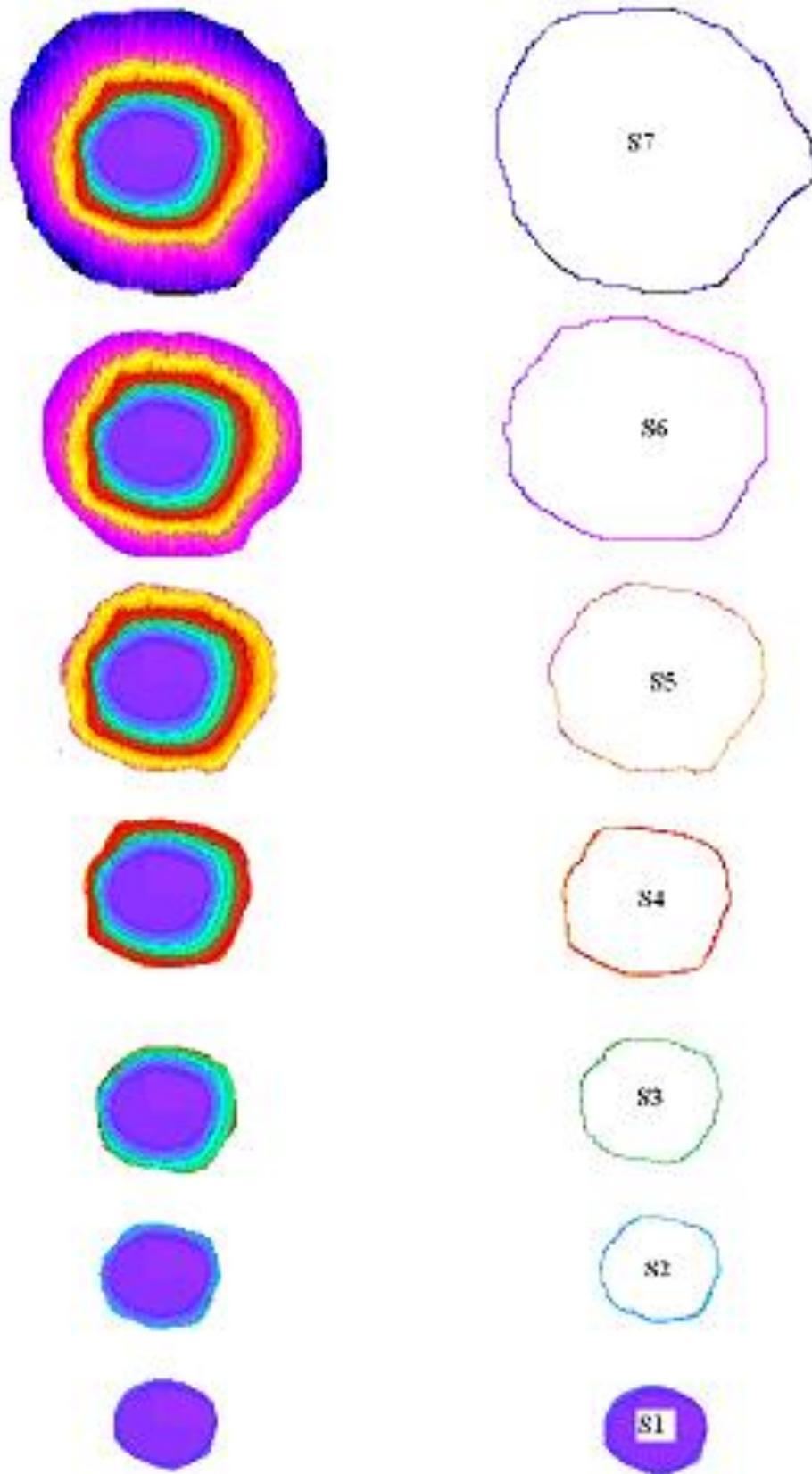


Рисунок 2.5 – Площадь срезов очага свечения (S) в мм^2 на сканограмме

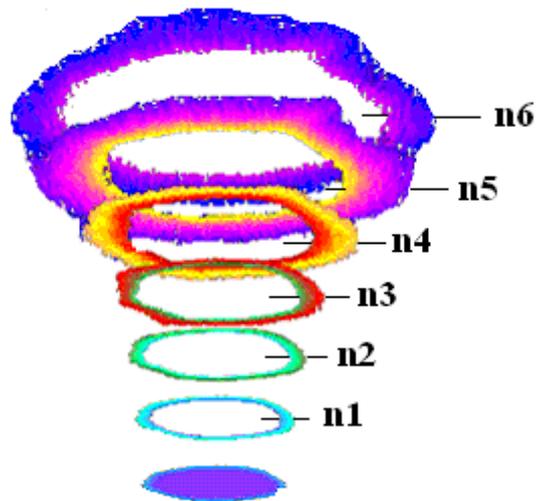


Рисунок 2.6 – Толщина (n) срезов очага свечения

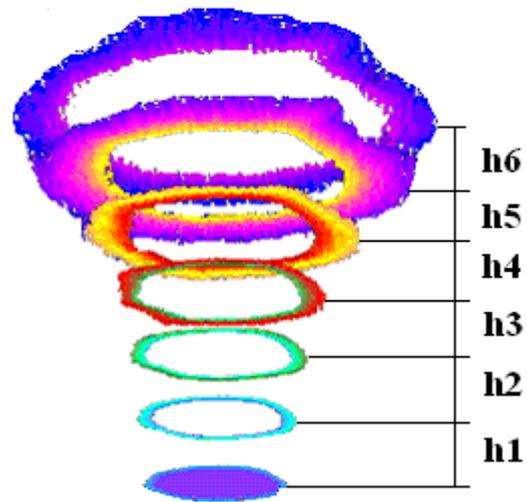


Рисунок 2.7 – Расстояние (h) между срезами очага свечения

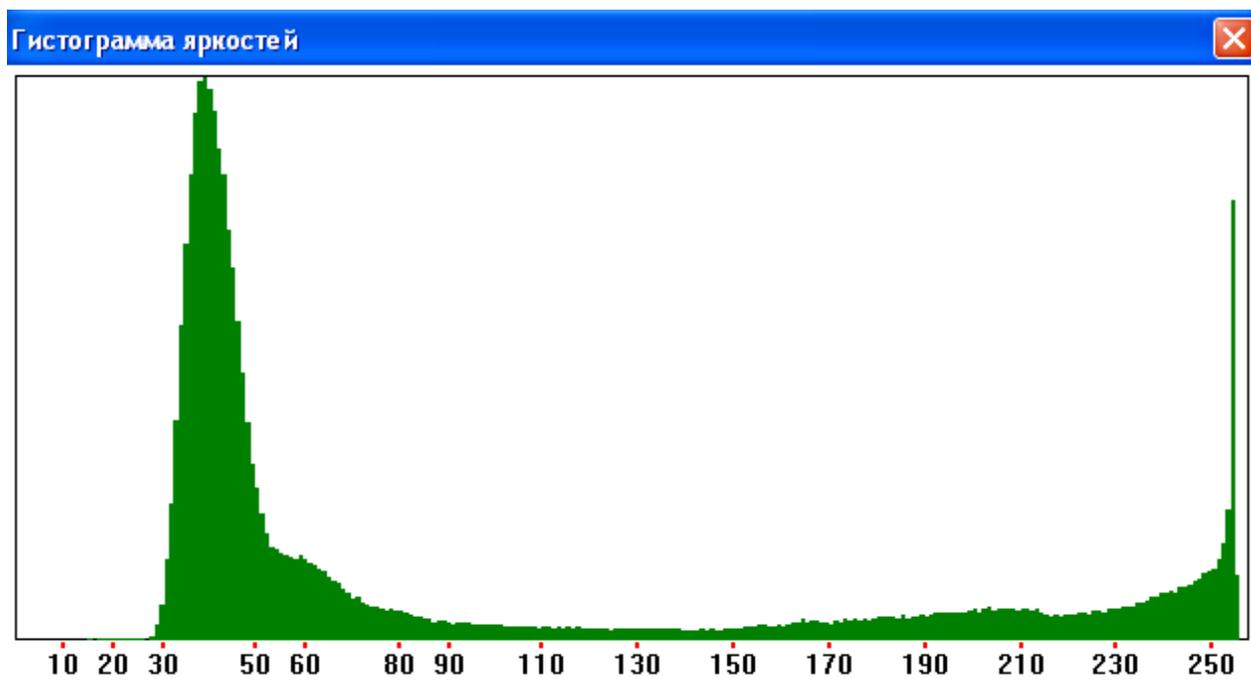


Рисунок 2.8 – Гистограмма яркостей очага свечения в САУ наркотизированной кошки. По оси абсцисс – значение яркости свечения в пикселях, а по оси ординат – в битах

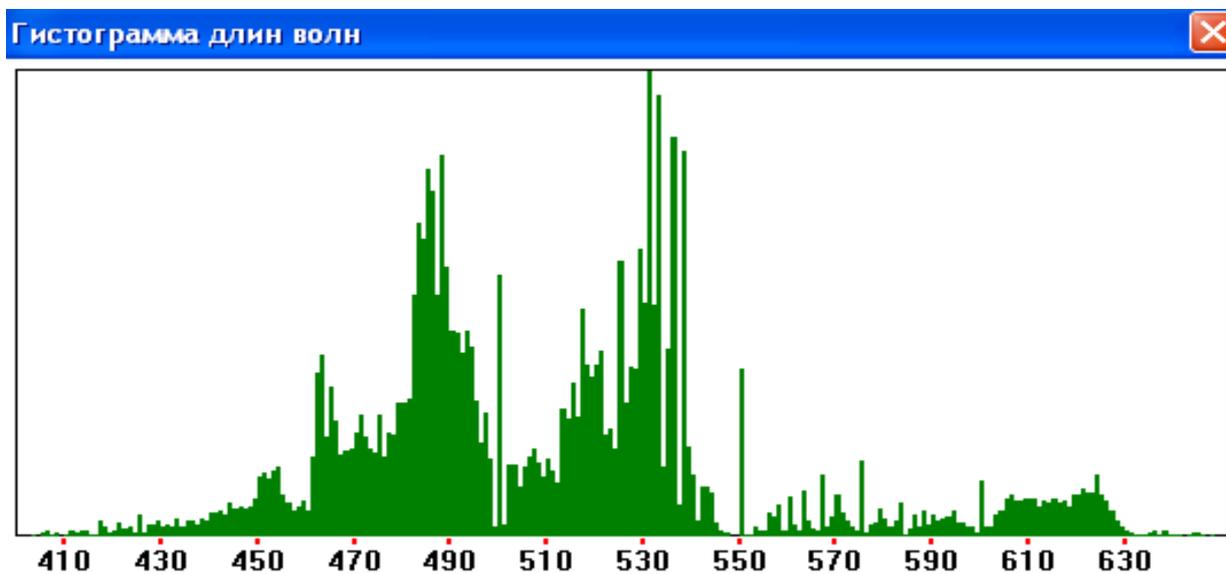


Рисунок 2.9 – Диапазон длин волн очага свечения в нм

Площадь среза свидетельствует о величине участка ткани, охваченного возбуждением. Площадь оценивалась на сканограмме: её величины были не абсолютными, а относительными. Они позволяли оценивать динамику

процесса.

Толщина срезов очага свечения определяет расстояние в горизонтальной плоскости среза ткани, пройденное возбуждением из первоначального очага в единицу времени. Поскольку время одинаково, для всех срезов, то по этому параметру можно судить о скорости проведения возбуждения. Чем толщина больше, тем больше скорость.

Расстояние между срезами светящегося очага отражает путь распространения возбуждения в вертикальной плоскости. Чем большее расстояние между срезами, тем больше скорость распространения возбуждения по вертикали.

Гистограмма яркости свечения отражает силу процесса возбуждения.

Гистограмма длины волн отражает спектр свечения.

Разработчик оборудования не смог предоставить нам данные по соотношению масштабов размеров, полученных на сканограммах, с истинными размерами исследуемого объекта, в связи с чем подсчёты размеров, полученные на сканограммах, могут не соответствовать действительным, но позволяют увидеть динамику изменения процессов, происходящих в исследуемом объекте.

2.4 Раздражение блуждающего нерва

Раздражение периферического конца перерезанного блуждающего нерва проводили электрическими импульсами длительностью 2 мс, частотой 20 Гц, амплитудой 1В от электростимулятора ЭСУ – 1.

2. . Методика статистической обработки полученных результатов

Полученные экспериментальные данные после установления нормальности распределения с использованием коэффициента Shapiro-Wilk's W-test были обработаны параметрическими статистическими методами программного пакета: «STATISTIKA 6,0 for Windows». Вычисляли M – среднюю арифметическую, m – стандартную ошибку средней

арифметической, P – показатель достоверности различий. За достоверные различия в сравнении средних величин в парных сравнениях брали t -критерий Стьюдента при $p < 0,05$.

ГЛАВА 3

ОЧАГ СВЕЧЕНИЯ В СИНОАТРИАЛЬНОЙ ОБЛАСТИ СЕРДЦА НАРКОТИЗИРОВАННОЙ КОШКИ В ИСХОДНОМ СОСТОЯНИИ

Частота сердечных сокращений у 14 наркотизированных кошек в исходном состоянии была равна $125,7 \pm 2,2$ в одну минуту (рис.3.1).

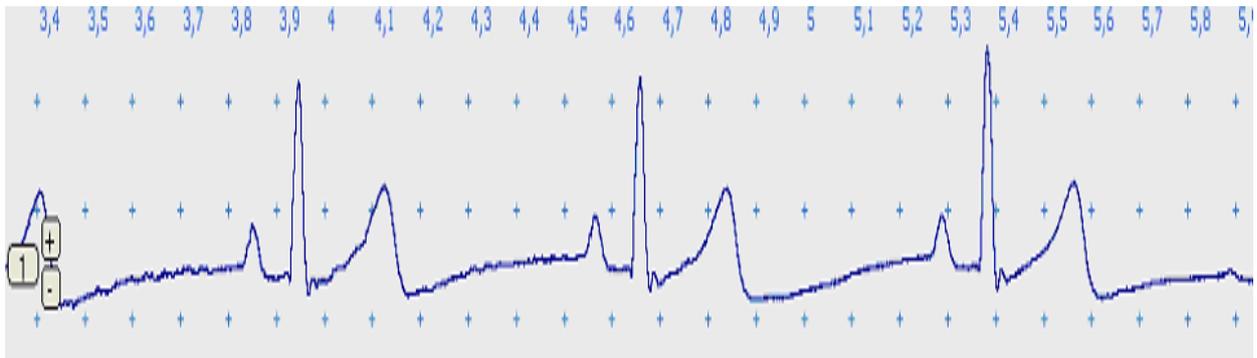


Рисунок 3.1 – Электрокардиограмма кошки в исходном состоянии. Вольтаж – 1 см, скорость записи – 50 мм в секунду

Частота сердечных сокращений в результате действия на сердце наркотизированной кошки высокочастотного электромагнитного поля достоверно не изменялась ($P > 0,05$). В САУ сердца наркотизированной кошки возникал очаг свечения. Центр светящегося очага был расположен в $2,1 \pm 0,04$ мм по диагонали от устья краниальной полой вены. На ЭКГ время между появлением очага свечения и зубцом Р составляло $0,07 \pm 0,01$ секунды и было постоянным.

Площадь очага свечения была равна $19,17 \pm 0,73$ мм². Внутри него определялась область наибольшей яркости свечения, площадью $1,32 \pm 0,08$ мм² (рисунок 3.2). Если принять во внимание полученные ранее результаты сравнения светящейся области наибольшей яркости и очага первоначального возбуждения, обнаруженного способом электродного картирования в венозном

синусе сердца лягушек (М.Ю. Перова, 2010), то можно сделать вывод: область наибольшей яркости свечения соответствует по размеру и локализации очагу первоначального возбуждения. Отсюда – определяемый светящийся очаг вмещает в себя очаг первоначального возбуждения и зону распространения возбуждения (рисунок 3.2).

По интенсивности свечения компьютерная программа «3d» сделала 7 срезов очага свечения в САУ сердца кошки.

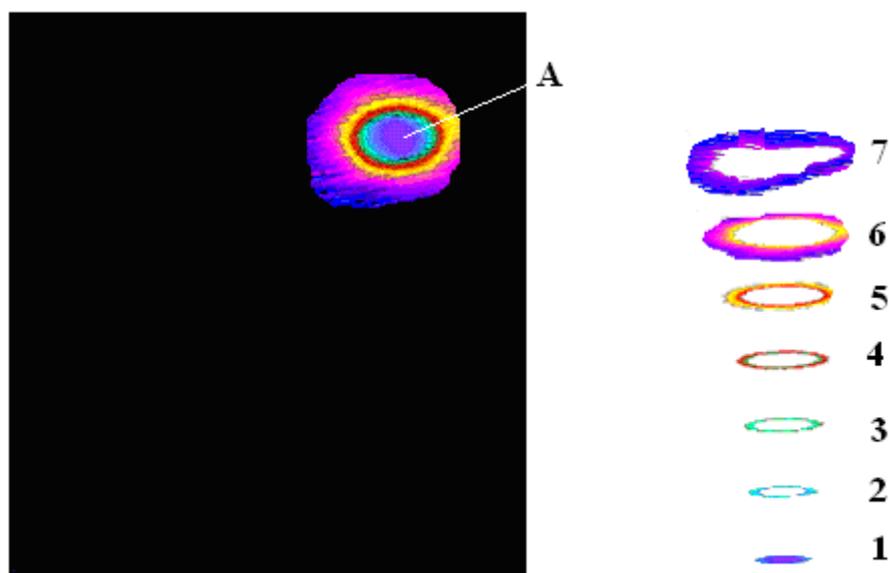


Рисунок 3.2 – Светящийся очаг в САУ сердца наркотизированной кошки

Из рисунка 3.2 видно, что возбуждение в САУ сердца распространяется как в вертикальном, так и в горизонтальном направлениях.

В таблице 3.1 приводятся размеры срезов очага свечения в САУ сердца наркотизированной кошки в исходном состоянии.

Таблица 3.1 – Параметры срезов очага свечения в САУ сердца кошки в исходном состоянии ($M \pm m$) В каждой подгруппе $n=70$

Параметры	Номер среза очага свечения в синоатриальной области сердца						
	1	2	3	4	5	6	7
Расстояние, проходимое в срезе по горизонтали (d), в мм		$0,14 \pm 0,01$	$0,14 \pm 0,01$ $P_2 > 0,05$	$0,18 \pm 0,01$ $P_3 < 0,001$	$0,28 \pm 0,01$ $P_4 < 0,001$	$0,31 \pm 0,01$ $P_5 < 0,001$	$0,32 \pm 0,01$ $P_6 < 0,001$
Расстояние между срезами (h), в мм		$0,0439 \pm 0,0004^*$	$0,0440 \pm 0,0004^*$	$0,0440 \pm 0,0003^*$	$0,0439 \pm 0,0004^*$	$0,0439 \pm 0,0004^*$	$0,0440 \pm 0,0003^*$
Площадь срезов (S) в мм ²	$1,32 \pm 0,08$	$2,18 \pm 0,10$ $P_1 < 0,001$	$2,96 \pm 0,10$ $P_2 < 0,001$	$4,61 \pm 0,13$ $P_3 < 0,001$	$7,43 \pm 0,18$ $P_4 < 0,001$	$13,55 \pm 0,32$ $P_5 < 0,001$	$19,17 \pm 0,73$ $P_6 < 0,001$

Из рисунка 3.2 и таблицы 3.1 видно, что площадь срезов очага свечения увеличивается при распространении возбуждения от очага свечения к поверхности синоатриальной области сердца наркотизированной кошки. В том же направлении видно увеличение расстояний, проходимых возбуждением (свечением) в каждом срезе. Более широкие поверхностные срезы указывают на более быстрое распространение возбуждения в более поверхностных срезах, нежели в более глубоких.

В синоатриальной области сердца наркотизированных кошек яркость очага свечения была равна $248,0 \pm 3,8$ бит, диапазон длин волн был от $460,7 \pm 1,3$ до $570,7 \pm 2,6$ нм.

Расстояние между срезами светящегося очага в САУ сердца наркотизированной кошки достоверно не отличалось.

Толщина срезов очага свечения в САУ сердца наркотизированной кошки в исходном состоянии показана на рисунке 3.3.

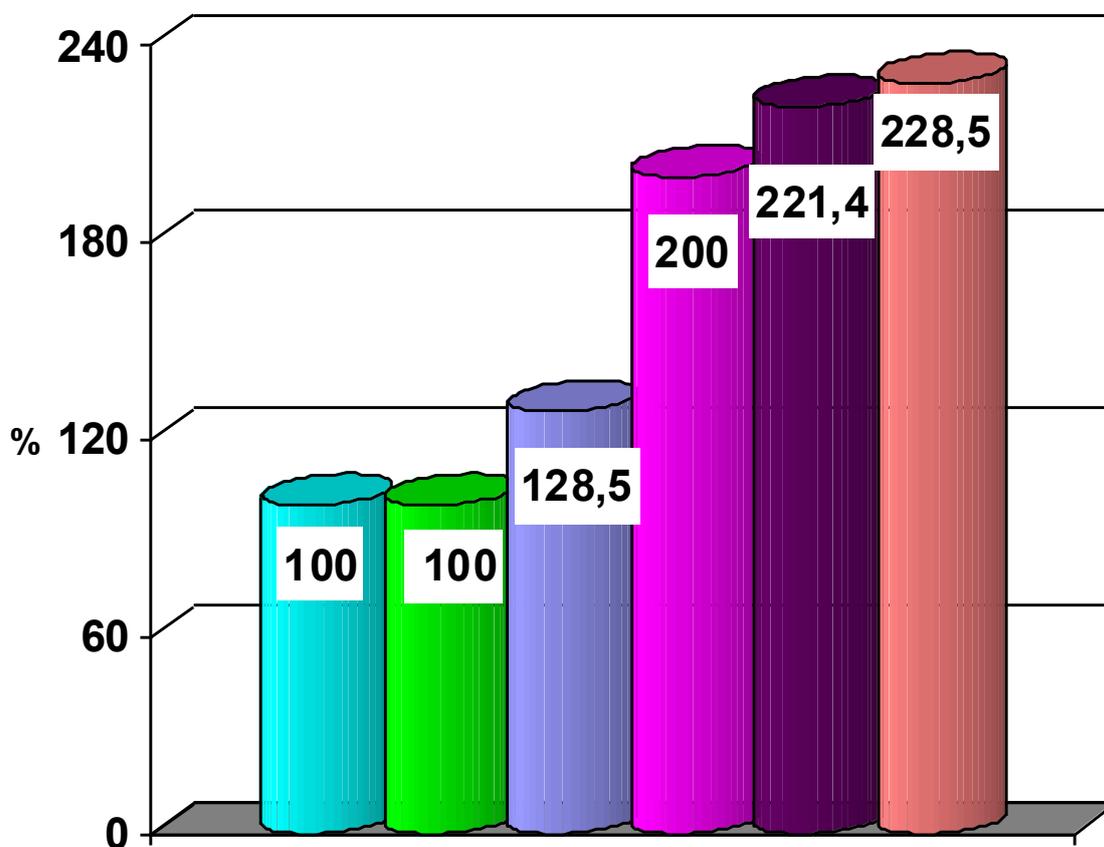


Рисунок 3.3 – Толщина срезов очага свечения от глубоких (слева на право) срезов к поверхностным в процентах. За 100% принималась толщина второго среза (n_1)

Из рисунка 3.3 следует, что толщина 3 – го среза светящегося очага в САУ сердца кошки достоверно не отличалась от толщины 2 – го среза. Толщина 4 – го среза увеличилась на 28,6%, 5 – го среза – на 100,0%, 6 – го среза – на 121,4% и 7 -го среза – на 128,5%.

Площади срезов очага свечения в САУ сердца наркотизированной кошки в исходном состоянии представлены на рисунке 3.4.

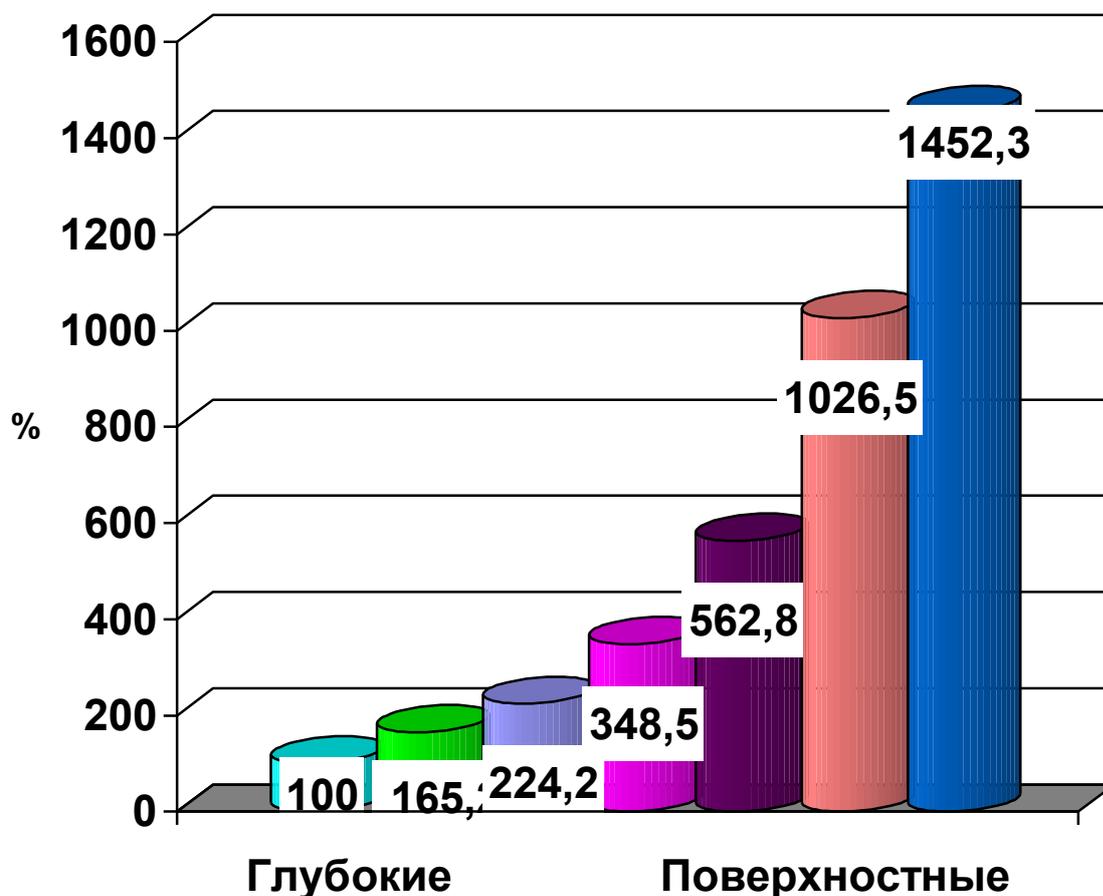


Рисунок 3.4 – Площади срезов очага свечения от глубоких к поверхностным (в процентах) в синоатриальной области сердца кошки в исходном состоянии. За 100% принималась площадь самого глубокого (наибольшего по интенсивности свечения) очага (S_1)

Из рисунка 3.4 следует, что площадь 2 – го среза превышала площадь первого среза светящегося очага в сердце кошки на 65,2%. Площадь 3 – го среза увеличилась на 124,2%, 4 – го среза – на 248,5%, 5 – го среза – на 462,8% 6 – го среза – на 926,7%, 7 – го среза – на 1352,3%.

На рисунках 3.5 и 3.6 представлены гистограммы яркостей очага свечения и длин волн.

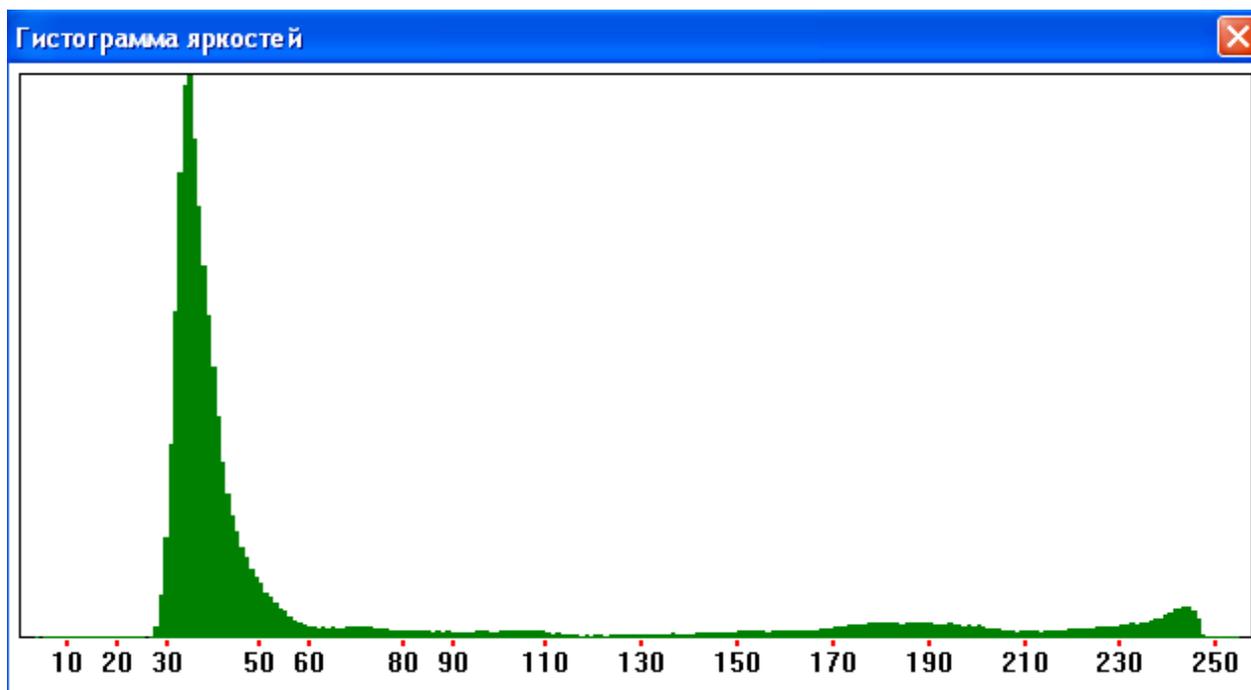


Рисунок 3.5 – Гистограмма яркостей свечения в синоатриальной области сердца наркотизированной кошки. По оси абсцисс – значения яркости свечения в пикселях, а по оси ординат – в битах

Из рисунка 3.5 видно, что в САУ сердца кошки яркость очага свечения в исходном состоянии была равна $248,0 \pm 3,8$ пикселям, а диапазон длин волн был равен $460, \pm 1,3 - 570,7 \pm 2,6$ нм.

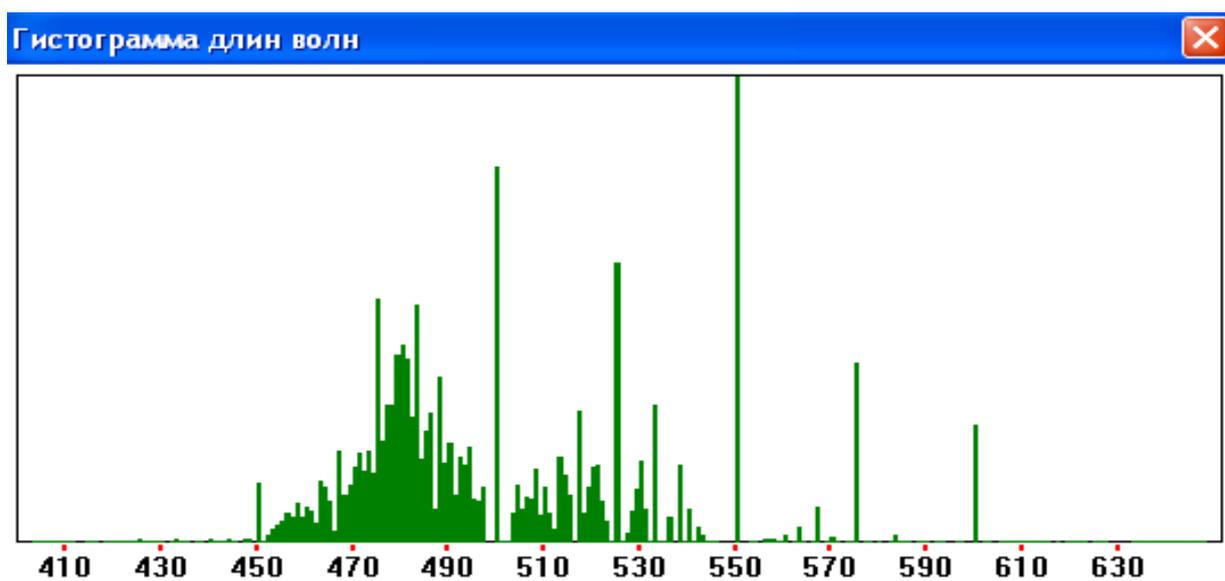


Рисунок 3.6 – Гистограмма длин волн. По оси абсцисс – значения длин волн в нм

В САУ сердца наркотизированной кошки определяется очаг свечения в устье верхней полой вены.

Из электрокардиограммы следует, что возникновение очага свечения предшествовало зубцу Р. Время между появлением очага свечения и зубцом Р на электрокардиограмме было постоянным. Указанное доказывает, что именно очаг свечения в синоатриальной области сердца наркотизированной кошки является маркером участка инициации возбуждения. Внутри очага свечения был виден очаг наибольшей яркости свечения. Зоны менее интенсивного свечения были расположены за ним.

В САУ сердца наркотизированной кошки компьютерной программой были сделаны 7 срезов с одинаковой интенсивностью свечения светящегося очага. Самый маленький по площади срез был наиболее глубоким и наиболее интенсивным по свечению. Самым поверхностным и наименьшим по интенсивности свечения был наиболее большой по площади срез.

Наиболее широкие поверхностные срезы с наибольшей площадью показывают, что возбуждение проводилось быстрее именно в наиболее поверхностных срезах, нежели в более глубоких.

ГЛАВА 4

ОЧАГ СВЕЧЕНИЯ В СИНОАТРИАЛЬНОЙ ОБЛАСТИ СЕРДЦА НАРКОТИЗИРОВАННОЙ КОШКИ ПРИ СТИМУЛЯЦИИ БЛУЖДАЮЩЕГО НЕРВА

При стимуляции БН залпами электрических импульсов у наркотизированных кошек при брадикардии ЧСС была равна $114,7 \pm 2,0$ в минуту (рисунок 4.1).

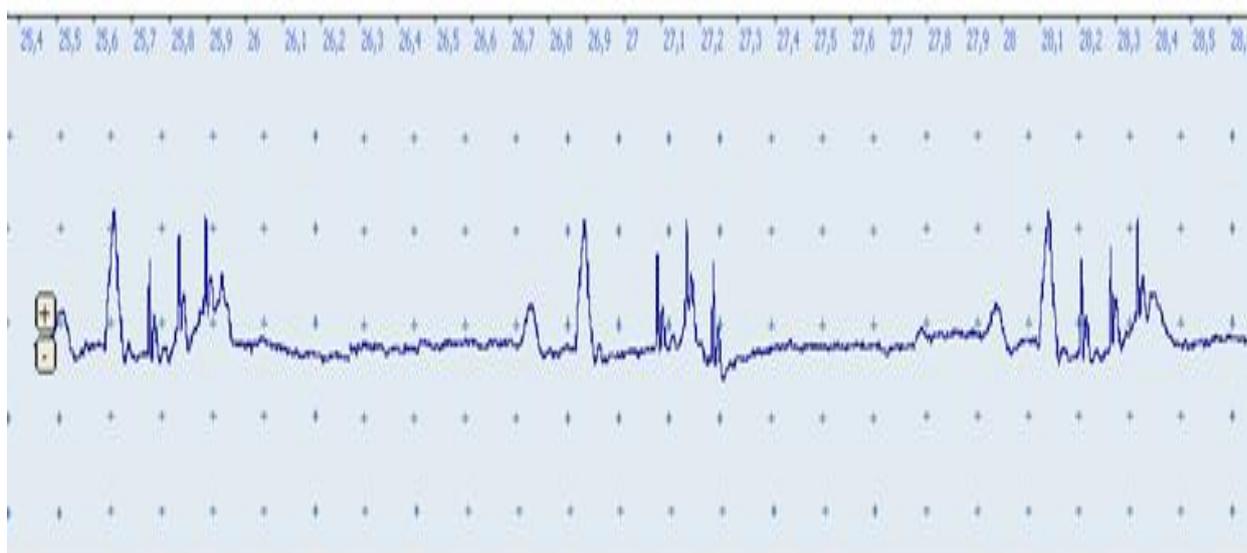


Рисунок 4.1 – ЭКГ наркотизированной кошки при отсутствии брадикардии. Вольтаж – 1 см, скорость записи – 50 мм в секунду

При стимуляции блуждающего нерва импульсами отмечалось урежение ритма сердца: по сравнению с исходной частота сердечных сокращений уменьшалась на 9,1% и составляла $114,7 \pm 2,0$ в минуту.

ЧСС наркотизированных кошек при исходном состоянии была равна $125,7 \pm 2,2$ ударам в одну минуту и становилась реже в условиях раздражения БН – $114,7 \pm 2,0$, то есть, уменьшалась сравнительно с исходной на 9,1 % ($p < 0.001$).

При создании вокруг сердца наркотизированной кошки высокочастотного электромагнитного поля в области САУ сердца определялся очаг свечения. Центр этого светящегося очага в исходном состоянии находился в $2,1 \pm 0,04$ мм

по диагонали от устья краниальной поллой вены, а при стимуляции блуждающего нерва – в $41,0 \pm 0,5$ мм ($p < 0,001$).

Время между обнаружением в сердце очага свечения и зубцом Р на электрокардиограмме наркотизированной кошки колебалось: от $0,07 \pm 0,02$ секунды до $0,14 \pm 0,02$ секунды ($p < 0,001$).

При стимуляции БН площадь очага свечения была равна $25,14 \pm 0,92$ мм и превышала таковую в исходном состоянии ($19,17 \pm 0,73$ мм²) на 31,1%. Площадь очага наибольшей яркости свечения при стимуляции блуждающего нерва достоверно не отличалась от таковой в исходном состоянии. Таким образом, определяется увеличение скорости распространения волны деполяризации от очага первоначального возбуждения. Это хорошо согласуется с общеизвестным фактом увеличения скорости распространения возбуждения в правом предсердии при стимуляции БН.

При применении компьютерной программы «3d» имели цветное объёмное отображение очага свечения, что позволило получить послойно 7 срезов, а также определить направление распространения свечения и его интенсивность.

Возбуждение в САУ происходило как в вертикальном, так и в горизонтальном направлении. Возбуждение же в более поверхностных слоях синоатриальной области сердца происходило быстрее, чем в глубоких.

Яркость очага свечения в САУ достоверно не изменялась и была равна $248,0 \pm 3,8$ бит при исходном состоянии, а в условиях стимуляции блуждающего нерва электрическими импульсами при отсутствии вагусно-сердечной синхронизации она составляла $250,0 \pm 0,3$ бит.

Диапазон длин волн достоверно не отличался и был равен $460,7 \pm 1,3$ – $570,7 \pm 2,6$ нм в исходном состоянии и $460,9 \pm 1,8$ – $600,5 \pm 2,1$ нм в условиях раздражения БН электрическими импульсами.

На компьютерном снимке центр светящегося очага в сердце кошки удалялся по диагонали от устья краниальной поллой вены на $41,0 \pm 0,5$ мм, что превышает расстояние в условиях исходного ритма сердечных сокращений на 99,0%.

На электрокардиограмме время между проявлением очага свечения В САУ сердца кошки и зубцом Р изменялось от $0,07 \pm 0,02$ секунды до $0,14 \pm 0,02$ секунды.

Наибольшая площадь очага свечения в сердце наркотизированной кошки на компьютерном снимке была равна $25,14 \pm 1,02$ мм² (таблица 4.1), что превышало площадь очага свечения при исходном ритме на 31,1%.

Площадь очага наивысшей яркости свечения в сердце была равна $1,29 \pm 0,08$ мм² и не отличалась от этого показателя при исходной частоте сердечных сокращений.

Особенностью расстояний между срезами очага свечения при стимуляции блуждающего нерва было отсутствие закономерности, которая имела место в исходном состоянии. В исходном состоянии (глава 3) расстояние между срезами уменьшалось от самого глубокого среза к поверхностному, что указывало на увеличение скорости распространения возбуждения к поверхности синоатриальной области. Это свидетельствовало о разном влиянии блуждающего нерва на скорость распространения возбуждения в разных срезах светящегося очага.

При стимуляции БН возбуждение распространялось более быстро в поверхностных слоях, нежели в глубоких. Это видно из таблицы 4.1: поверхностные срезы – более широкие и площадь их – большая (рисунки 4.2 и 4.3).

В синоатриальной области сердца наркотизированных кошек яркость очага свечения при раздражении правого БН пучками залпов электрических импульсов составляла $250,0 \pm 0,3$ бит, диапазон длин волн – от $460,9 \pm 1,8$ до $600 \pm 2,1$ нм.

В САУ наркотизированной кошки расстояние между срезами светящегося очага достоверно не отличалось.

Таблица 4.1 – Параметры срезов очага свечения в синоатриальной области сердца наркотизированной кошки в отсутствии вагусно-сердечной синхронизации ($M \pm m$) В каждой подгруппе $n=70$

Параметры	Номер среза очага свечения в синоатриальной области сердца						
	1	2	3	4	5	6	7
Расстояние, проходимое в срезе по горизонтали (d), в мм		$0,16 \pm 0,01$	$0,16 \pm 0,01$ $P_2 > 0,05$	$0,16 \pm 0,01$ $P_3 < 0,001$	$0,19 \pm 0,01$ $P_4 < 0,001$	$0,32 \pm 0,01$ $P_5 < 0,001$	$0,37 \pm 0,01$ $P_6 < 0,001$
Расстояние между слоями (h), в мм		$0,0440 \pm 0,0003^*$	$0,0440 \pm 0,0004^*$	$0,0440 \pm 0,0003^*$	$0,0441 \pm 0,0005^*$	$0,0440 \pm 0,0005^*$	$0,0440 \pm 0,0003^*$
Площадь срезов (S) в мм ²	$1,29 \pm 0,08$	$1,88 \pm 0,09$ $P_1 < 0,001$	$2,90 \pm 0,08$ $P_2 < 0,001$	$4,29 \pm 0,12$ $P_3 < 0,001$	$8,31 \pm 0,38$ $P_4 < 0,001$	$16,25 \pm 0,55$ $P_5 < 0,001$	$25,14 \pm 0,92$ $P_6 < 0,001$

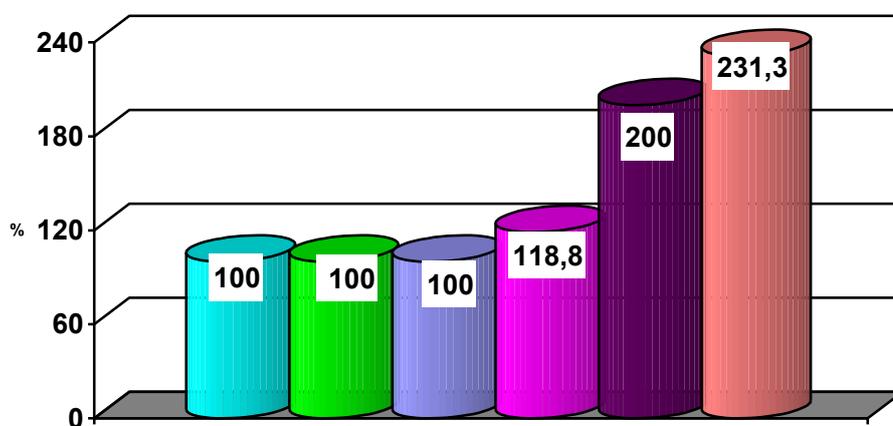


Рисунок 4.2 – Расстояние, проходимое в срезах по горизонтали при стимуляции БН от глубоких к поверхностным (слева на право)

На рисунке 4.2 показано, что расстояния, проходимые по горизонтали при стимуляции БН, 2-го, 3-го и 4-го срезов светящегося очага в синоатриальной области сердца наркотизированной кошки не различались между собой. Расстояние 5-го среза увеличилось на 18,8%, 6-го – на 100,0%, а 7-го – на 131,3%.

Площадь срезов очага свечения во время стимуляции периферического конца перерезанного правого БН в отсутствие вагусно – сердечной синхронизации представлена на рисунке 4.3.

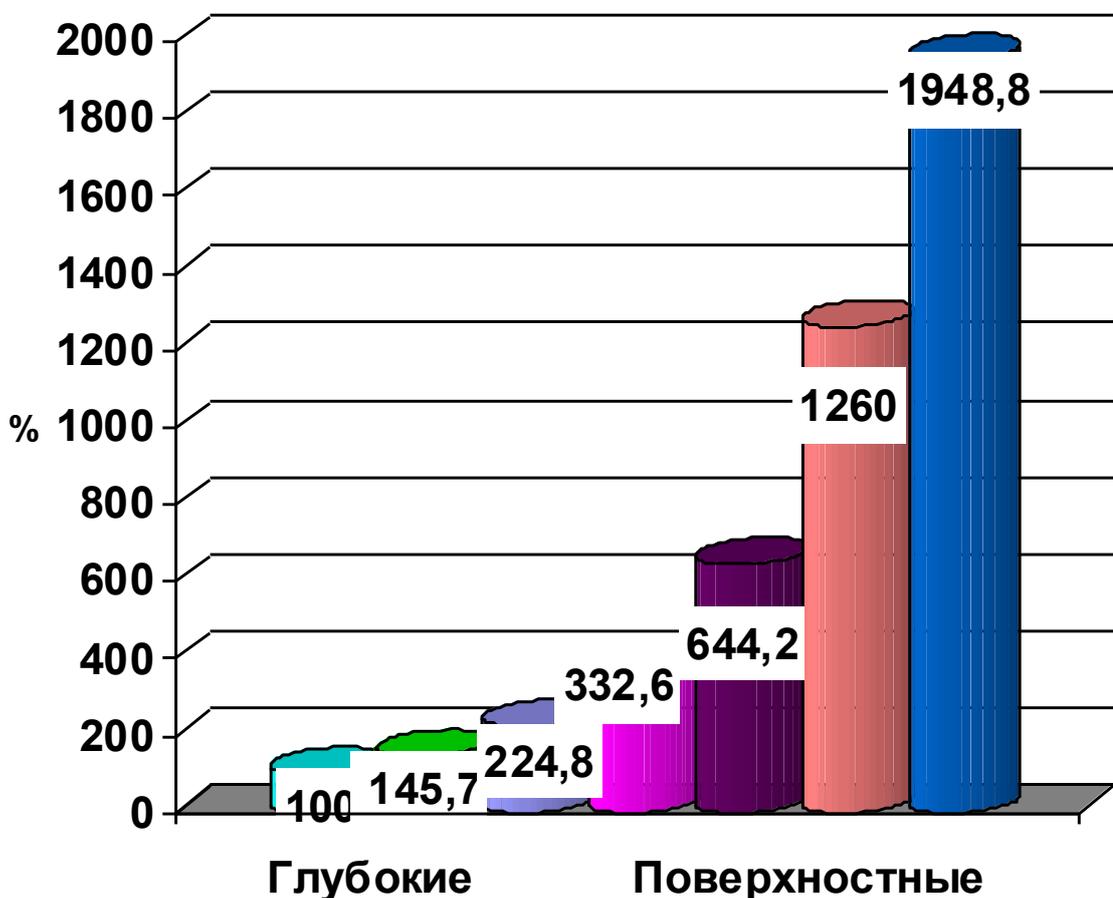


Рисунок 4.3 – Площадь срезов очага свечения от глубоких к поверхностным при брадикардии. За 100 % принята площадь самого глубокого (наиболее интенсивного) первого среза очага свечения (S_1)

Рисунок 4.3 показывает, что площадь 2 – го среза превышала площадь первого среза очага свечения на 45,7%. Площадь 3 – го среза увеличилась на 124,8%, 4 – го среза – на 232,6%, 5 – го среза – на 544,2%, 6 – го среза – на

1160,0%, а 7 - го среза – на 1948,8%.

Гистограммы яркостей очага свечения и длин волн отображены в рисунках 4.4, 4.5.

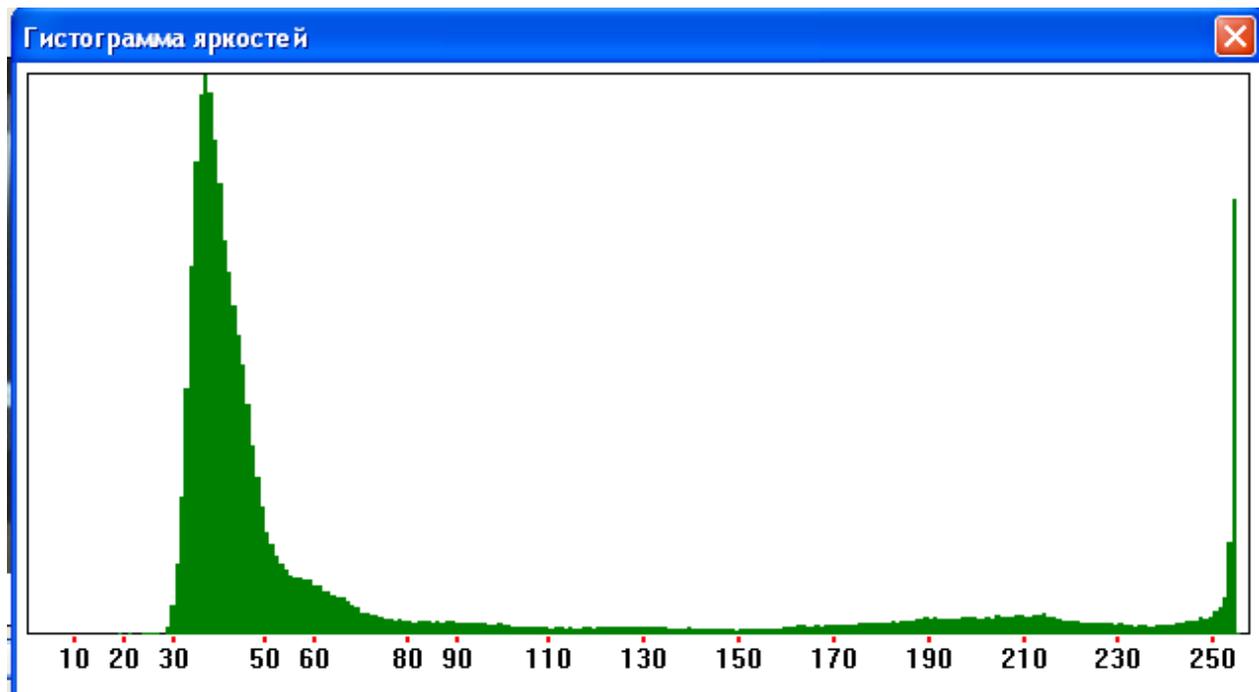


Рисунок. 4.4 – Гистограмма яркостей свечения в САУ наркотизированной кошки при стимуляции периферического конца перерезанного правого БН в отсутствии вагусно-сердечной синхронизации. По оси абсцисс – значения яркости свечения в пикселях, а по оси ординат – в битах

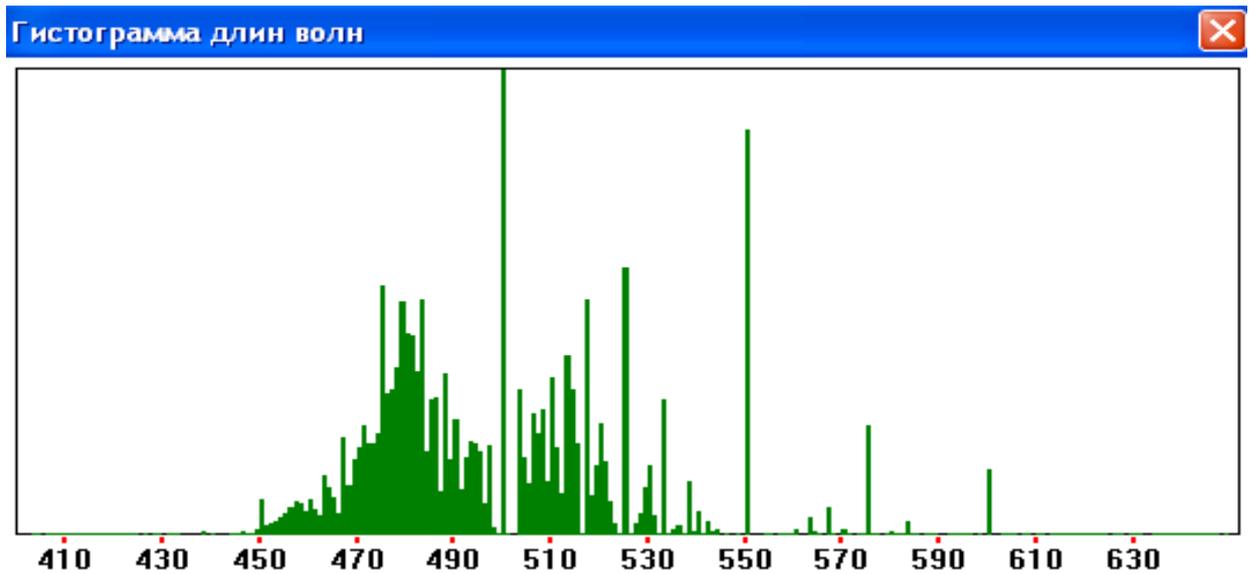


Рисунок 4.5 – Гистограмма длин волн в синоатриальной области наркотизированной кошки при стимуляции периферического конца перерезанного правого БН в отсутствии вагусно-сердечной синхронизации. По оси абсцисс – значение длин волн в нм

В САУ сердца наркотизированных кошек во время раздражения периферического конца БН пучками залпов электрических импульсов яркость очага свечения была равна $250,0 \pm 0,3$ битам, а диапазон длин волн $460,9 \pm 1,8 - 600,5 \pm 2,1$ нм.

Во время нанесения раздражения на БН электрическими импульсами, в отсутствие вагусно-сердечной синхронизации, на компьютерном снимке определялось смещение центра светящегося очага в сердце наркотизированной кошки по диагонали от устья краниальной полой вены к каудальной.

Площадь очага наибольшей яркости свечения при брадикардии не отличалась достоверно от таковой при исходной частоте сердечных сокращений.

Площадь всего очага свечения на компьютерном снимке при брадикардии превышала площадь очага свечения при исходном ритме, что свидетельствовало об увеличении скорости проведения возбуждения.

Полученные экспериментальные данные показали, что раздражение БН в периодическом режиме не вызывает увеличение площади очага инициации, что принципиально отличает это явление от вагусно-сердечной синхронизации, когда инициация очага в сердце резко увеличивается в размерах. Наряду с этим имеется изменение скорости распространения возбуждения по миокарду предсердия, о чём говорят данные сравнения площадей проекции срезов во время исходного состояния и в условиях раздражения периферического конца перерезанного БН. Возбуждение из пейсмейкера переходило на синоатриальную область сердца наркотизированной кошки. Процесс возбуждения исходил из глубины к поверхности САУ с отрицательным градиентом интенсивного свечения. На это указывала цветовая гамма изображения увеличивающегося возбуждения.. В синоатриальной области сердца кошки при раздражении в исходном состоянии и в периодическом режиме наблюдался только один очаг внутреннего свечения .

Таким образом, метод визуализации очага инициации возбуждения САУ сердца кошки в высокочастотном электромагнитном поле предполагает хорошую информативность этого метода. При этом методе имеется возможность регистрации очага первоначального возбуждения в сердце на основе его свечения непосредственно в месте его появления; возможность оценки протекания процесса возбуждения по характеру изменений самого очага свечения; возможность исследовать диаметры и площади срезов возбуждённой ткани.

ГЛАВА 5

ДИНАМИКА ОЧАГА СВЕЧЕНИЯ В СИНОАТРИАЛЬНОЙ ОБЛАСТИ СЕРДЦА НАРКОТИЗИРОВАННОЙ КОШКИ ПРИ ВАГУСНО – СЕРДЕЧНОЙ СИНХРОНИЗАЦИИ**5.1 Результаты наблюдений очага свечения в синоатриальной области сердца наркотизированной кошки при вагусно-сердечной синхронизации, вызванной раздражением блуждающего нерва залпами из 3 электрических импульсов**

ЧСС у наркотизированных кошек в условиях вагусно-сердечной синхронизации при раздражении БН пучками залпов из 3 электрических импульсов сравнительно с исходной частотой сердечных сокращений становилась реже на 12,4% и составляла $110,2 \pm 2,2$ ударов в минуту (рисунок 5.1).

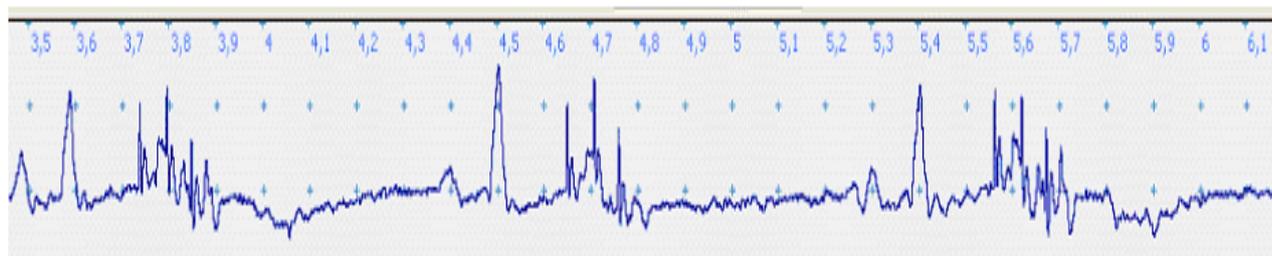


Рисунок 5.1 – Электрокардиограмма кошки при вагусно-сердечной синхронизации при раздражении БН пучками залпов из 3 электрических импульсов. Вольтаж – 1 см, скорость записи – 50 мм в секунду

На компьютерном снимке центр светящегося очага в САУ сердца продвинулся на $4,99 \pm 0,05$ миллиметра по диагонали от устья краниальной полой вены, что на 142,20% больше этого показателя при исходном ритме сердечных сокращений.

На электрокардиограмме время между появлением очага свечения в

сердце и зубцом Р было равно $0,12 \pm 0,02$ секунды.

На компьютерном снимке площадь очага свечения в сердце в условиях вагусно-сердечной синхронизации при стимуляции БР пучками залпов из 3 электрических импульсов была равна $44,82 \pm 1,48$ мм². Это было больше площади очага свечения в условиях стимуляции нерва без синхронизации на 78,3%, а при исходном ритме – на 133,8%.

Площадь очага наибольшей яркости свечения была равна $2,90 \pm 0,11$ мм² и превышала площадь при стимуляции нерва вне синхронизации на 124,8%, а при исходном ритме – на 119,7% (таблица 5.1).

При вагусно-сердечной синхронизации в САУ сердца возбуждение продвигалось как в вертикальном, так и в горизонтальном направлениях (рис.5.2). Продвижение возбуждения в вертикальном направлении шло быстрее. Расстояния между срезами превышали толщину срезов (таблица 5.1).

При вагусно-сердечной синхронизации расстояние между срезами становилось меньше от самого глубокого среза к менее поверхностному, что при равном интервале времени срезов указывало на увеличение скорости распространения возбуждения к поверхности синоатриальной области.

Происходило увеличение расстояний, проходимых возбуждением (свечением) в каждом срезе в горизонтальной плоскости, в то время как расстояние между срезами очага свечения достоверно не изменялось.

В условиях вагусно-сердечной синхронизации при раздражении периферического конца правого БН пучками залпов из 3 электрических импульсов яркость очага свечения в САУ сердца составляла $250,7 \pm 0,7$ бит, а диапазон длин волн равнялся от $455,0 \pm 2,1$ до $540,3 \pm 1,4$ нм.

Таблица 5.1 Параметры срезов очага свечения в синоатриальной области сердца наркотизированной кошки в условиях вагусно-сердечной синхронизации (3 импульса в залпе) ($M \pm m$) В каждой подгруппе $n=70$.

Номер среза	Вагусно-сердечная синхронизация		
	3 импульса в залпе	5 импульсов в залпе	7 импульсов в залпе
	1	2	3
Площадь срезов (S) в мм ²			
S область наиболее интенсивного свечения очага	2,90±0,11	5,05±0,20 P ₁ <0,001	8,06±0,60 P ₂ <0,001 P ₃ <0,001
S2	4,20±0,15	7,41±0,26 P ₁ <0,001	9,89±0,62 P ₂ <0,001 P ₃ <0,001
S3	5,69±0,24	10,19±0,39 P ₁ <0,001	13,91±0,92 P ₂ <0,001 P ₃ <0,001
S4	10,63±0,53	14,63±0,59 P ₁ <0,001	20,73±0,13 P ₂ <0,001 P ₃ <0,001
S5	13,70±0,44	26,22±0,89 P ₁ <0,001	31,82±0,12 P ₂ <0,001 P ₃ <0,001
S6	29,09±0,91	47,70±1,20 P ₁ <0,001	60,54±0,21 P ₂ <0,001 P ₃ <0,001
S7	44,80±1,48	67,92±1,72 P ₁ <0,001	84,49±0,31 P ₂ <0,001 P ₃ <0,001
Расстояние, проходимое в срезе по горизонтали (d) в мм			
d2	0,12±0,01	0,16±0,01 P ₁ <0,001	0,16±0,01 P ₂ <0,001 P ₃ >0,05
d3	0,13±0,01	0,19±0,01 P ₁ <0,001	0,17±0,01 P ₂ <0,001 P ₃ >0,05
d4	0,16±0,01	0,26±0,01 P ₁ <0,001	0,36±0,02 P ₂ <0,001 P ₃ <0,001
d5	0,37±0,01	0,47±0,01 P ₁ <0,001	0,46±0,01 P ₂ <0,001 P ₃ >0,05
d6	0,46±0,01	0,48±0,01 P ₁ <0,001	0,66±0,02 P ₂ <0,001 P ₃ <0,001

d7	0,84±0,01	0,50±0,01 P ₁ <0,001	0,74±0,01 P ₂ <0,001 P ₃ <0,001
----	-----------	------------------------------------	---

Примечание: P - достоверность между столбцами: P₁ – между 1 и 2, P₂ – между 3 и 1, P₃ – между 3 и 2

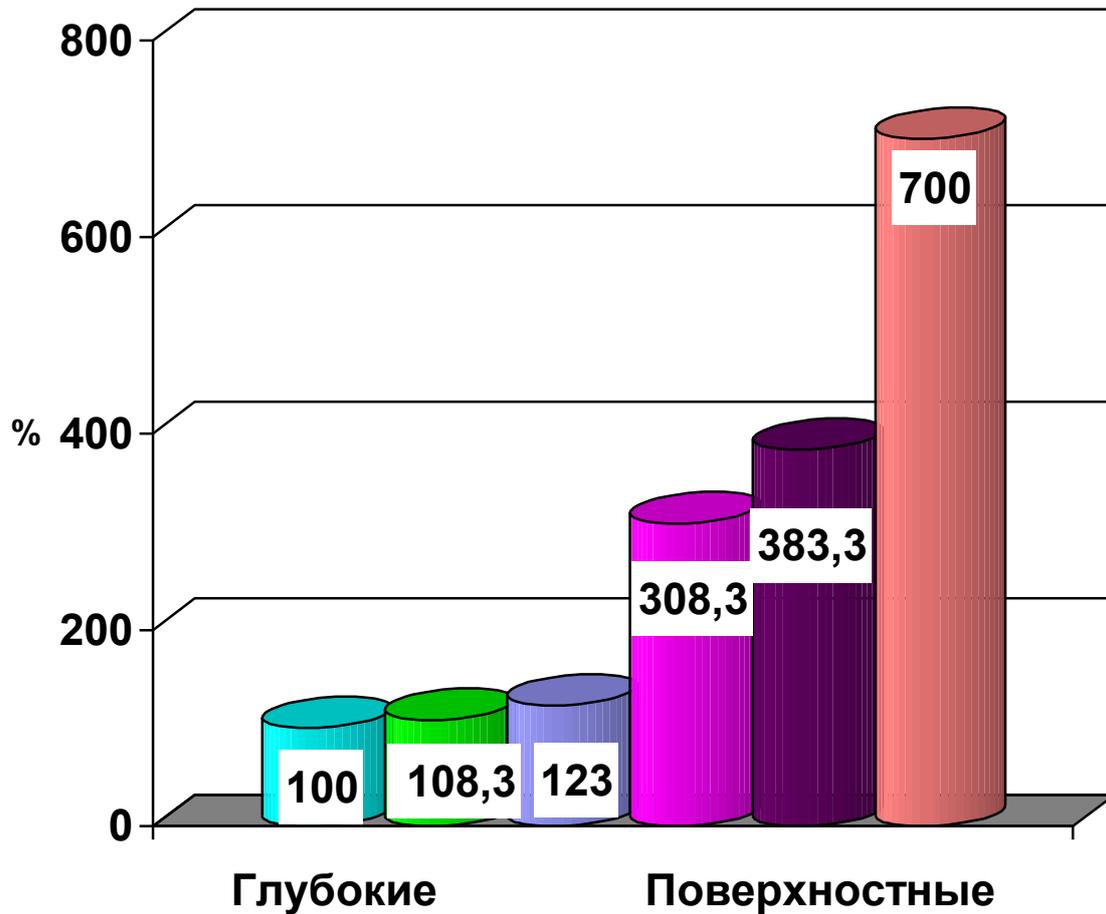


Рисунок 5.2 – Расстояние, проходимое в срезах по горизонтали очага свечения сердца от глубоких к поверхностным в процентах во время вагусно-сердечной синхронизации при стимуляции БН залпами из 3 электрических импульсов. За 100% принято расстояние во втором срезе

Из рисунка 5.2 видно, что расстояние 3 – го среза светящегося очага в САУ сердца кошки стала больше на 8,3%, 4 – го среза – на 23,0%, 5 – го – на 208,3%, 6 – го – на 283,3%, 7 – го среза – на 600,0% .

Расстояние между 2 – м и 3 – м срезами, между 3 – м и 4 – м срезами светящегося очага в САУ сердца наркотизированной кошки было на 3,8% больше расстояния между 1 – м и 2 – м срезами. Расстояние между 4 – м и 5 – м срезами стало больше на 5,1%, расстояние между 5 – м и 6 – м срезами – на 6,4%, а между 6 – м и 7 – м срезами – на 10,3% (рисунок 5.3).

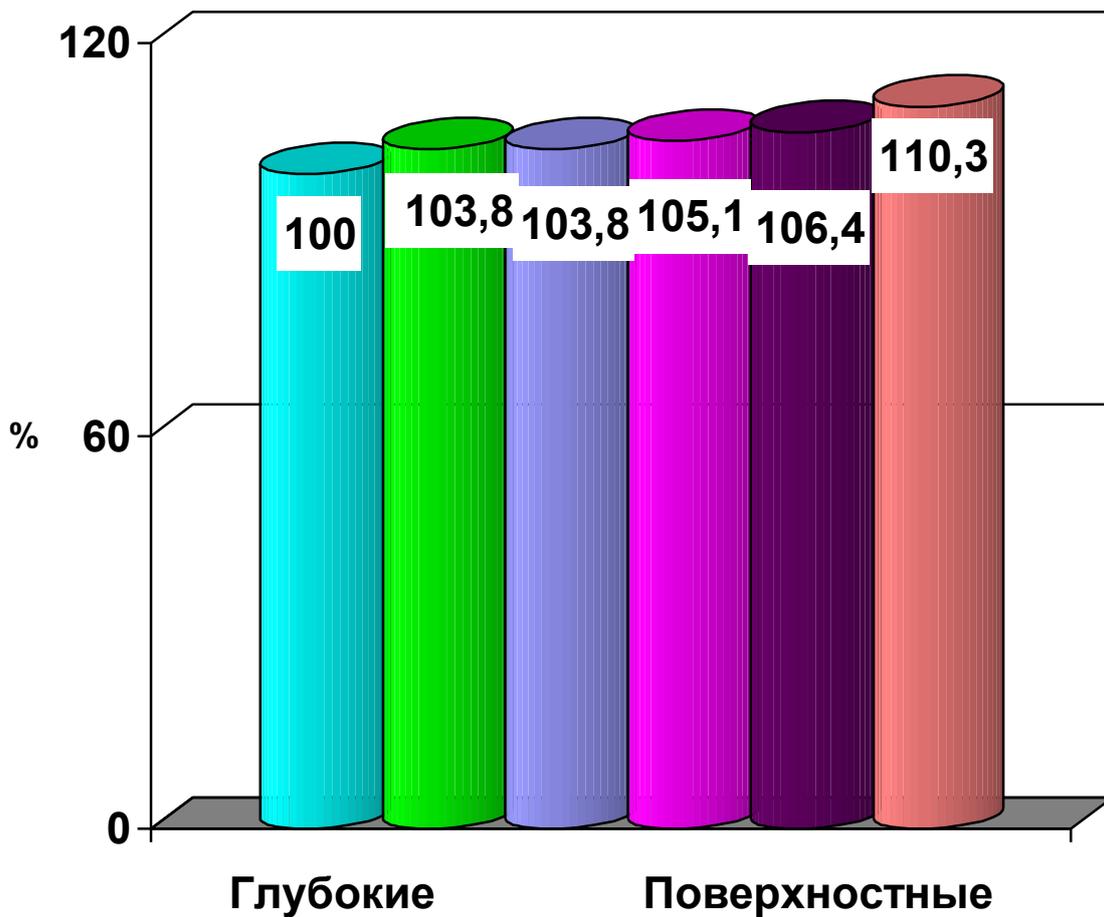


Рисунок 5.3 – Расстояния между срезами очага свечения в сердце от глубоких к поверхностным в процентах в условиях вагусно-сердечной синхронизации, вызванной стимуляцией БН залпов из 3 электрических импульсов. За 100% принято расстояние между первым и вторым глубокими срезами очага

Площадь срезов очага свечения при вагусно-сердечной синхронизации, вызванной стимуляцией БН пучками залпов из 3 электрических импульсов представлена на рис. 5.4.

На рисунке 5.4 видно, что площадь 2 – го среза превышала площадь 1 – го среза светящегося очага на 44,8%. Площадь 3 – го среза стала больше на 96,2%, 4 – го среза – на 266,6%, 5 – го среза – на 372,4%, 6 – го среза – на 900,3%, 7– го среза – на 1445,5%.

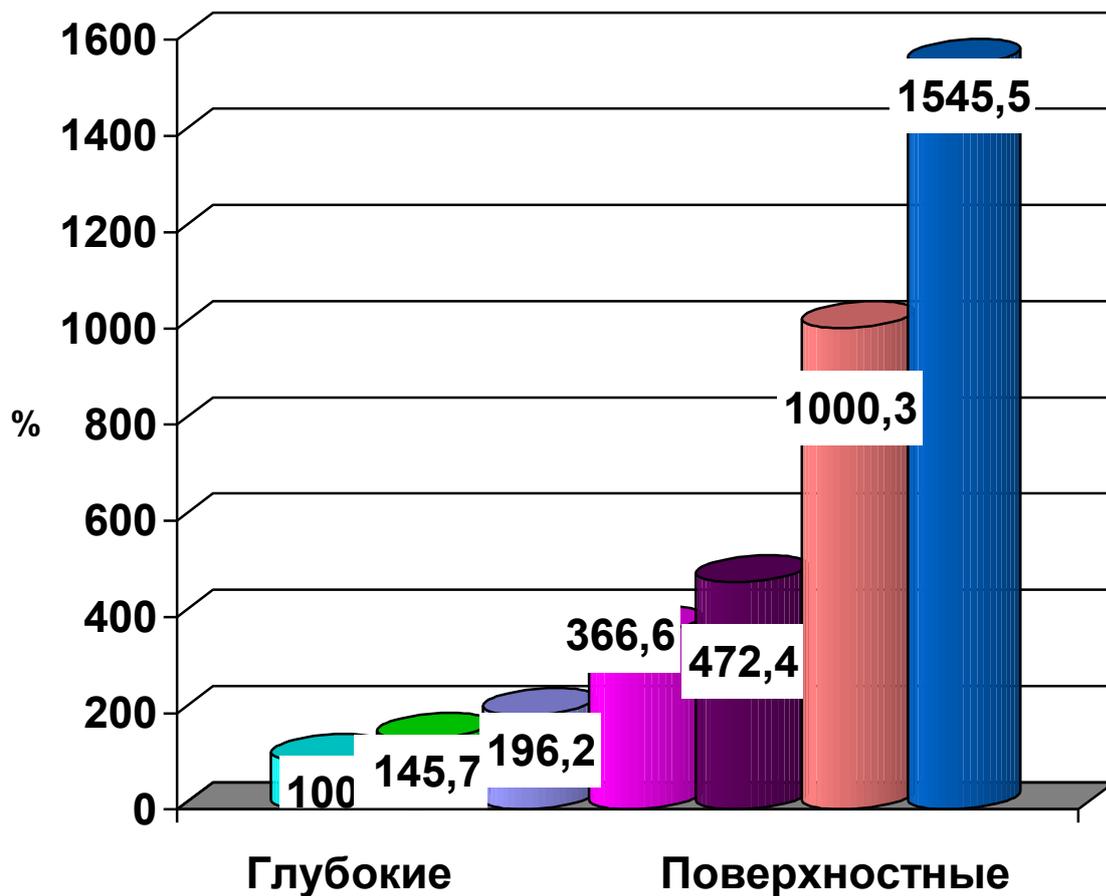


Рисунок 5.4 – Площадь срезов очага свечения сердца от глубоких к поверхностным в условиях вагусно-сердечной синхронизации при стимуляции БН пучками залпов из 3 электрических импульсов. За 100% принята площадь самого глубокого (более интенсивного) очага (S_1) в мм²

Гистограммы яркостей очага свечения и длин волн показаны на рисунках 5.5., 5.6.

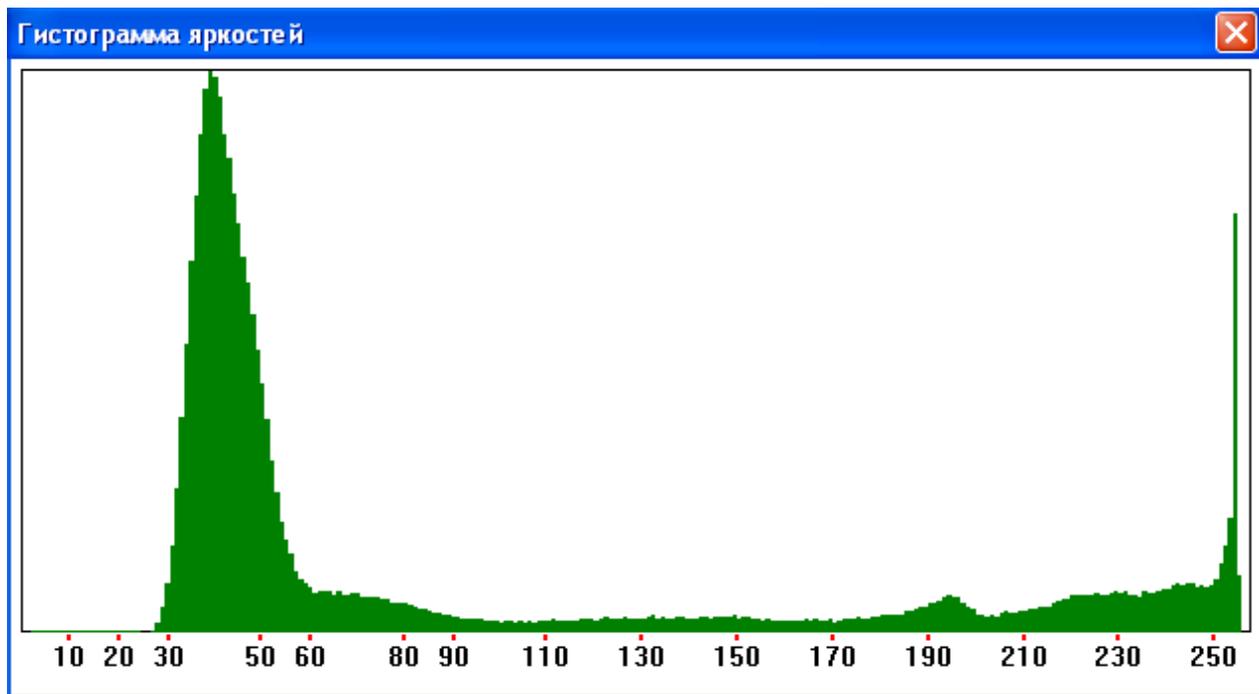


Рисунок 5.5 – Гистограмма яркостей очага свечения в сердце в условиях стимуляции периферического конца перерезанного правого БН пучками залпов из 3 импульсов. Вагусно-сердечная синхронизация. По оси абсцисс – значения яркости свечения в пикселях, а по оси ординат – в битах

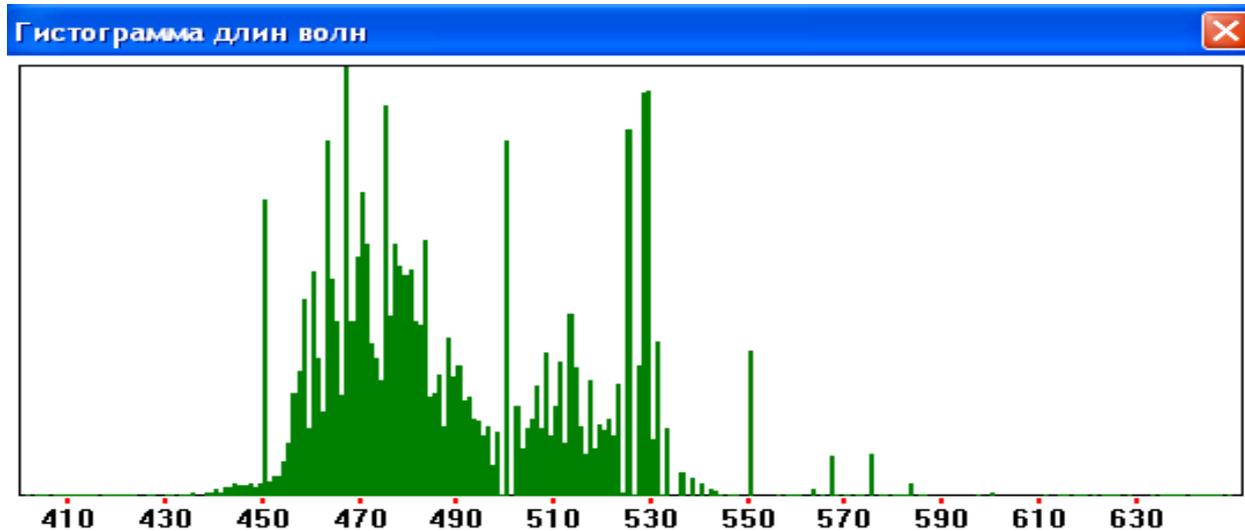


Рисунок 5.6 – Гистограмма длин волн очага свечения в сердце в условиях стимуляции периферического конца перерезанного правого БН пучками залпов из 3 импульсов. Вагусно-сердечная синхронизация. По оси абсцисс – значения длин волн в нм

В САУ сердца наркотизированных кошек в условиях вагусно-сердечной

синхронизации при раздражении периферического конца правого БН пучками залпов из 3 электрических импульсов яркость очага свечения составляла $250,7 \pm 0,7$ бит, диапазон же длин волн был равен $450,5 \pm 2,1 - 540,3 \pm 1,4$ нм.

5.2 Результаты наблюдений очага свечения в синоатриальной области сердца наркотизированной кошки при вагусно-сердечной синхронизации, вызванной раздражением блуждающего нерва залпами из 5 электрических импульсов

На рисунке 5.7. можно видеть, что ЧСС у наркотизированных кошек в момент вагусно-сердечной синхронизации при раздражении БН пучками залпов из 5 электрических импульсов была равна $84,1 \pm 1,8$ ударам в минуту.

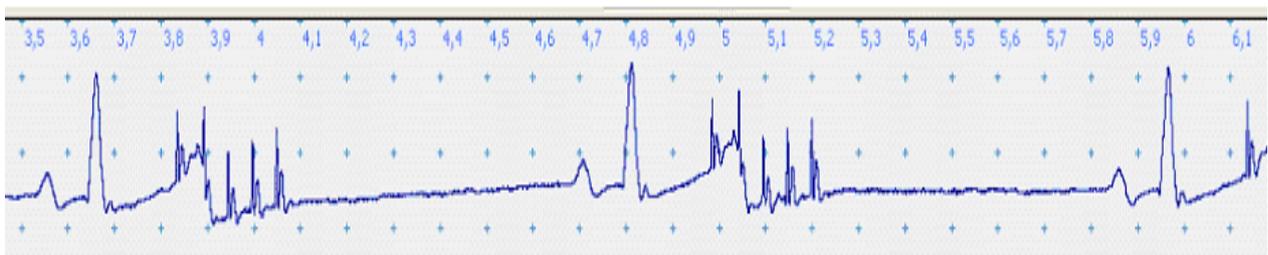


Рисунок 5.7 – Электрокардиограмма кошки во время вагусно-сердечной синхронизации при раздражении БН пучками залпов из 5 электрических импульсов по отношению к исходной. Вольтаж – 1 см, скорость записи – 50 мм в секунду

Частота сердечных сокращений у кошек при 5 импульсах в залпе урежалась на 33,1% , а при 3 импульсах в залпе – на 23,7%.

На компьютерном снимке видно смещение центра светящегося очага сердца по диагонали от устья краниальной полой вены на $60,6 \pm 0,4$ миллиметров. Это на 21,4% больше того расстояния, которое наблюдается в период вагусно-сердечной синхронизации при 3 импульсах в залпе.

На ЭКГ время между появлением очага свечения и зубцом Р было равно $14,0 \pm 0,1$ секундам.

На компьютерном снимке при вагусно-сердечной синхронизации в период стимуляции БН пучками залпов из 5 электрических импульсов наибольшая площадь очага свечения в сердце наркотизированной кошки составляла $67,92 \pm 1,72 \text{ мм}^2$, что на 51,6% превышало площадь очага свечения во время вагусно-сердечной синхронизации в период раздражения БН пучками залпов из 3 электрических импульсов (таблица 5.2).

Площадь области наибольшей яркости свечения была равна $5,05 \pm 0,2 \text{ мм}^2$ и превышала площадь очага наивысшей яркости свечения в период вагусно-сердечной синхронизации 3 импульсами в залпе на 74,1%.

В период вагусно-сердечной синхронизации во время раздражения периферического конца перерезанного блуждающего нерва пучками залпов из 5 электрических импульсов светящийся очаг в сердце был разбит на 7 срезов.

Расстояние между срезами уменьшалось от самого глубокого среза к поверхностному.

Происходило увеличение расстояний, проходимых возбуждением (свечением) в каждом срезе в горизонтальной плоскости, в то время как изменений расстояний между срезами очага свечения в сердце достоверно не отмечалось.

В синоатриальной области сердца наркотизированных кошек в период вагусно-сердечной синхронизации при раздражении периферического конца правого БН пучками залпов из 5 электрических импульсов яркость очага свечения составляла $250,8 \pm 0,9$ бит, а диапазон длин волн составлял от $430,0 \pm 3,2$ до $630,3 \pm 2,5$ нм.

Расстояния срезов очага свечения при вагусно-сердечной синхронизации, вызванной стимуляцией БН залпами из 5 электрических импульсов, представлены на рисунке 5.8.

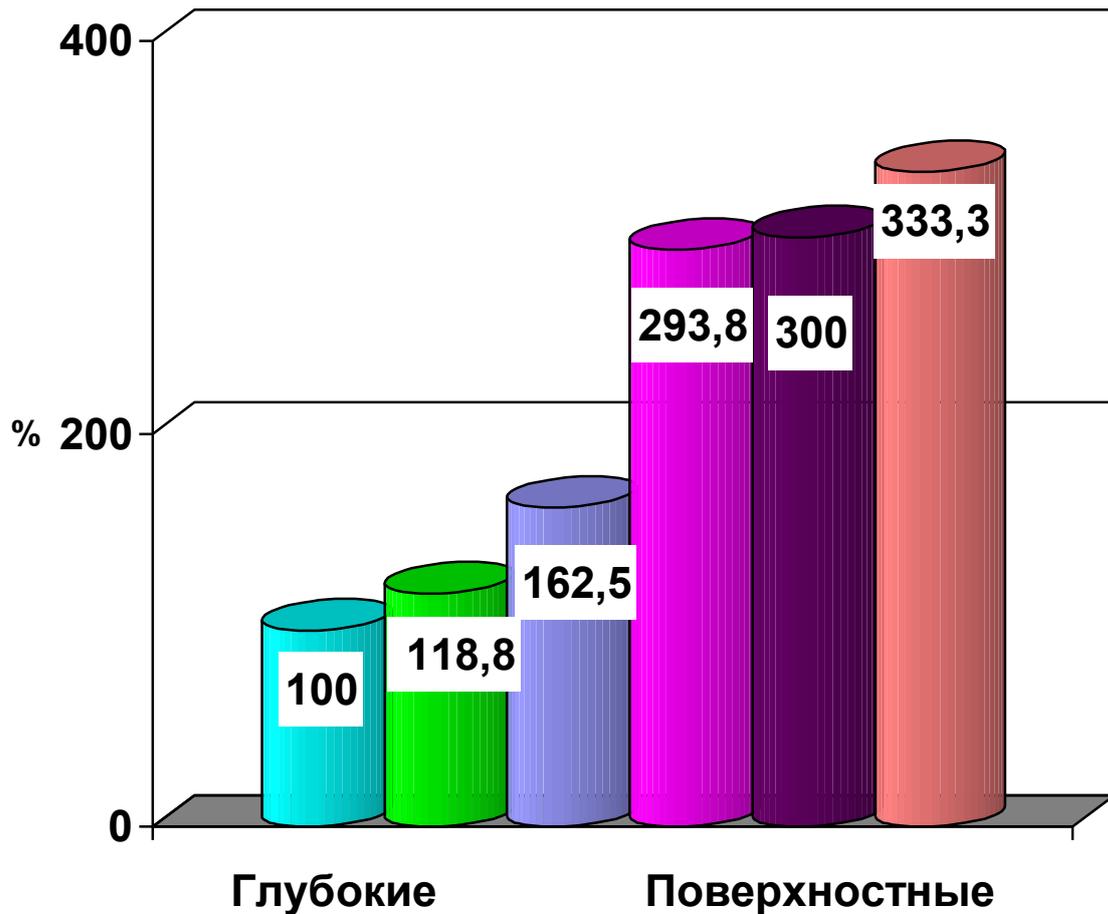


Рисунок 5.8 – Расстояния срезов очага свечения от глубоких к поверхностным в период вагусно-сердечной синхронизации при стимуляции БН пучками залпов из 5 электрических импульсов. За 100% принята толщина второго среза (n_1)

На представленном рисунке видно, что расстояние 3 – го среза светящегося очага в синоатриальной области сердца наркотизированной кошки стало больше на 18,8%, 4 – го среза – на 62,0%, 5 – го – на 193,8%, 6 – го – на 200,%, 7 – го среза – на 233,3%.

Расстояния между срезами представлены на рисунке 5.9.

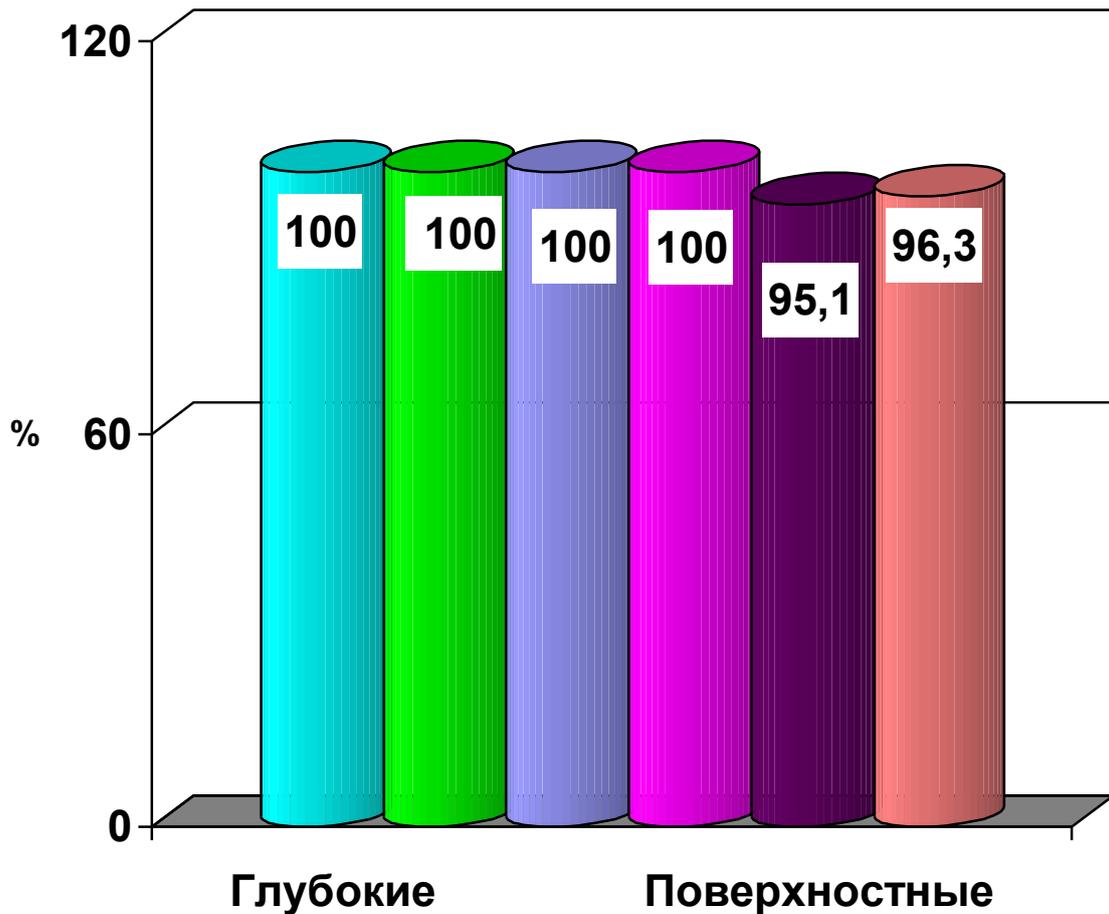


Рисунок 5.9 – Расстояния между срезами очага свечения от глубоких к поверхностным в период вагусно-сердечной синхронизации при стимуляции БН пучками залпов из 5 электрических импульсов. За 100% принято расстояние между первым и вторым глубокими срезами очага

На рисунке 5.9 приводятся расстояния между срезами очага свечения в сердце наркотизированной кошки (от глубоких к поверхностным) в период вагусно-сердечной синхронизации при стимуляции БН пучками залпов из 5 электрических импульсов.

Как видно из приведенного рисунка, во время вагусно-сердечной синхронизации, вызванной раздражением БН пучками залпов из 5 электрических импульсов, расстояния между 2 – м и 3 – м, 3 – м и 4 – м, 4 – м и 5 – м срезами светящегося очага в синоатриальной области сердца наркотизированной кошки

не представляли отличий от расстояния между 1 – м и 2 – м срезами. Расстояние между 5 – м и 6 – м срезами стало меньше на 4,9%, а расстояние между 6 – м и 7 – м срезами уменьшилось на 3,7%.

На рисунке 5.10 приведена площадь срезов очага свечения в сердце (от глубоких к поверхностным) в период вагусно-сердечной синхронизации при стимуляции БН пучками залпов из 5 электрических импульсов.

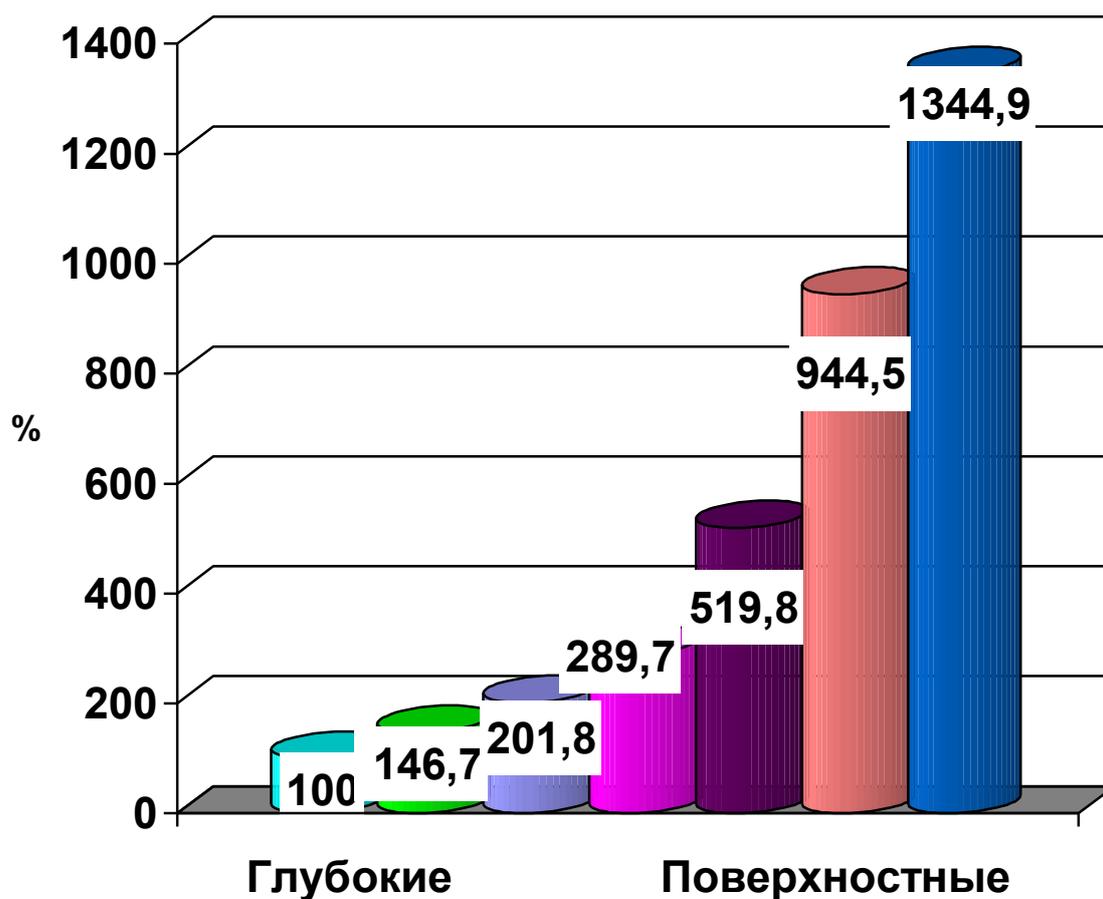


Рисунок 5.10 – Площадь срезов очага свечения при вагусно-сердечной синхронизации, вызванной стимуляцией БН пучками залпов из 5 электрических импульсов. За 100% принята площадь самого глубокого (наибольшего по интенсивности свечения) очага (S_1)

Из рисунка 5.10 видно, что площадь 2 – го среза превышала площадь 1 – го среза светящегося очага на 46,7%. Площадь 3 – го среза стала больше на

101,8%, 4 – го среза – на 189,7%, 5 – го среза – на 419,2,%, 6 – го среза – на 844,5,%, 7 – го среза – на 1244,5%.

Гистограммы яркостей очага свечения и длин волн приведены на рисунках 5.11 и 5.12.

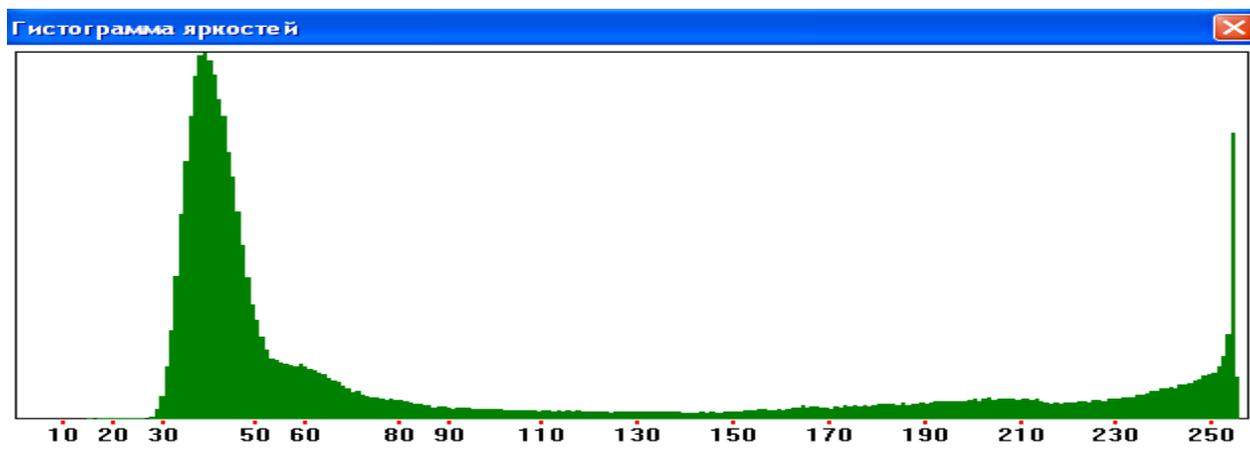


Рисунок 5.11 – Гистограмма яркостей очага свечения во время стимуляции периферического конца перерезанного правого БН пучками залпов из 5 импульсов. Вагусно-сердечная синхронизация. По оси абсцисс – значение яркости свечения в пикселях, а по оси ординат – в битах

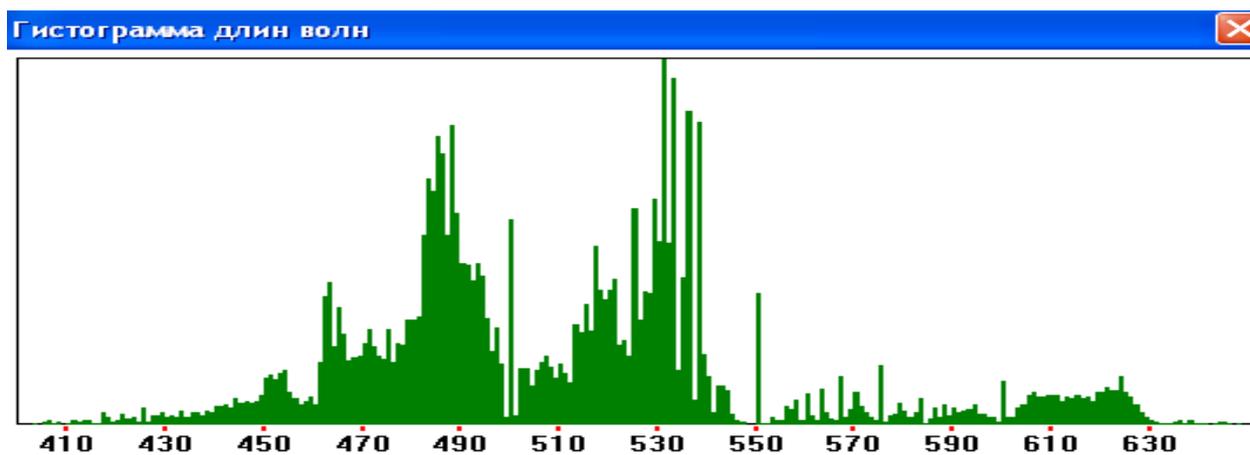


Рисунок 5.12 – Гистограмма длин волн очага свечения в сердце во время стимуляции периферического конца перерезанного правого БН пучками залпов из 5 импульсов. Вагусно-сердечная синхронизация. По оси абсцисс – значение

длин волн в нм

Яркость очага свечения в САУ сердца наркотизированных кошек в период вагусно-сердечной синхронизации, вызванной раздражением периферического конца правого БН пучками залпов из 5 электрических импульсов, составляла $250,8 \pm 0,9$ бит, а диапазон длин волн был равен $430,0 \pm 3,2 - 630,3 \pm 2,5$ нм.

5.3 Результаты наблюдений очага свечения в синоатриальной области сердца наркотизированной кошки при вагусно-сердечной синхронизации, вызванной раздражением блуждающего нерва залпами из 7 электрических импульсов

Ритм сердца в период вагусно-сердечной синхронизации в условиях раздражения БН пучками из 7 электрических импульсов был равен $67,7 \pm 1,7$ ударам в одну минуту (рисунок 5.13).

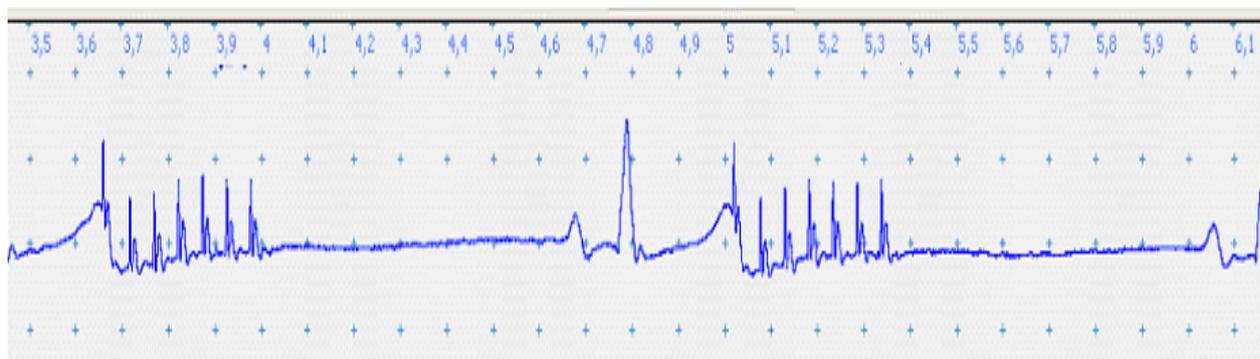


Рисунок 5.13 –. Электрокардиограмма наркотизированной кошки во время вагусно-сердечной синхронизации, вызванной стимуляцией БН пучками залпов из 7 электрических импульсов. Вольтаж – 1 см, скорость записи – 50 мм в секунду

Частота сердечных сокращений в период вагусно-сердечной синхронизации во время стимуляции нерва залпами из 7 электрических импульсов была на 19,5 % меньше, чем при 5 импульсах и на 39,4% реже, чем при 3 импульсах в залпах.

На компьютерном снимке центр светящегося очага сдвигался на $68,2 \pm$

0,5 мм по диагонали от устья краниальной полой вены. Это на 12,5 % больше, чем расстояние в период вагусно-сердечной синхронизации в момент стимуляции нерва пучками залпов из 5 электрических импульсов.

На электрокардиограмме время между появлением очага свечения в сердце наркотизированной кошки и зубцом Р было равно $15,0 \pm 0,1$ секундам.

На компьютерном снимке во время вагусно-сердечной синхронизации, вызванной стимуляцией БН пучками залпов из 7 электрических импульсов, площадь очага свечения в сердце составляла $84,49 \pm 3,15$ мм², что на 24,4% превышало площадь очага свечения в сердце в период вагусно-сердечной синхронизации во время раздражения БН пучками залпов из 5 электрических импульсов (таблица 5.3).

Площадь области наибольшей интенсивности свечения очага была равна $8,06 \pm 0,60$ мм² и превышала площадь области наибольшего свечения в период вагусно-сердечной синхронизации 5 импульсами в залпе на 59,6%.

Светящийся очаг в период вагусно-сердечной синхронизации в момент раздражения периферического конца перерезанного БН пучками залпов из 7 электрических импульсов был также разбит на 7 срезов по интенсивности их свечения.

В САУ сердца наркотизированных кошек в период вагусно – сердечной синхронизации в условиях раздражения периферического конца правого БН пучками залпов из 7 электрических импульсов яркость очага свечения составляла $254,4 \pm 0,5$ бит, диапазон длин волн колебался от $410,0 \pm 2,5$ до $630,0 \pm 2,8$.

Расстояния срезов очага свечения в сердце наркотизированной кошки во время вагусно-сердечной синхронизации, вызванной стимуляцией БН залпом из 7 электрических импульсов, представлены на рисунке 5.14.

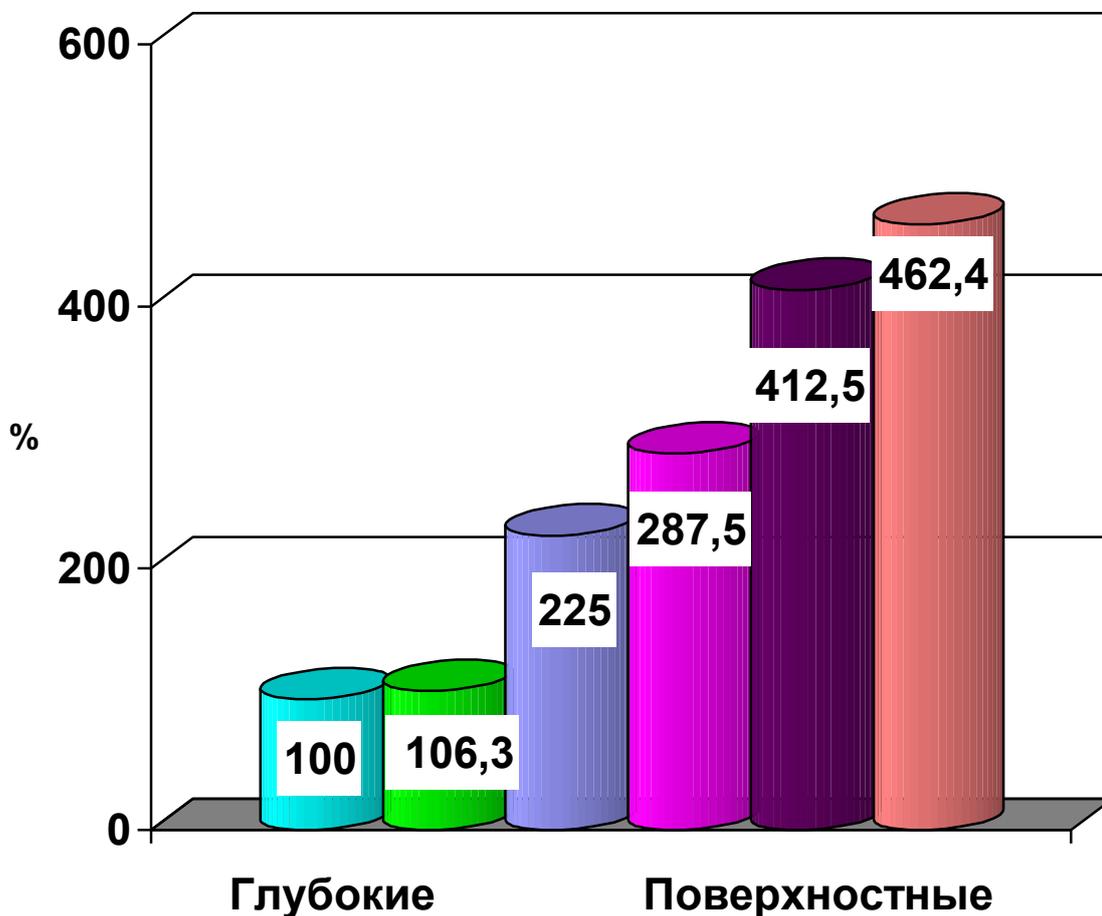


Рисунок 5.14 – Расстояния срезов очага свечения от глубоких к поверхностным в период вагусно-сердечной синхронизации, вызванной стимуляцией БН залпами из 7 электрических импульсов. За 100% принято расстояние второго среза

Из этого рисунка видно, что расстояние 3 – го среза светящегося очага в области синоатриальной зоны сердца наркотизированной кошки стала больше на 6,3%, 4 – го среза – на 125,0%, 5 – го – на 187,5%, 6 – го – на 312,5%, 7 – го среза – на 362,4%.

На рисунке 5.15 представлены данные расстояний между срезами очага свечения в сердце (от глубоких слоёв к поверхностным) в период вагусно-

сердечной синхронизации, вызванной стимуляцией БН пучками залпов из 7 электрических импульсов.

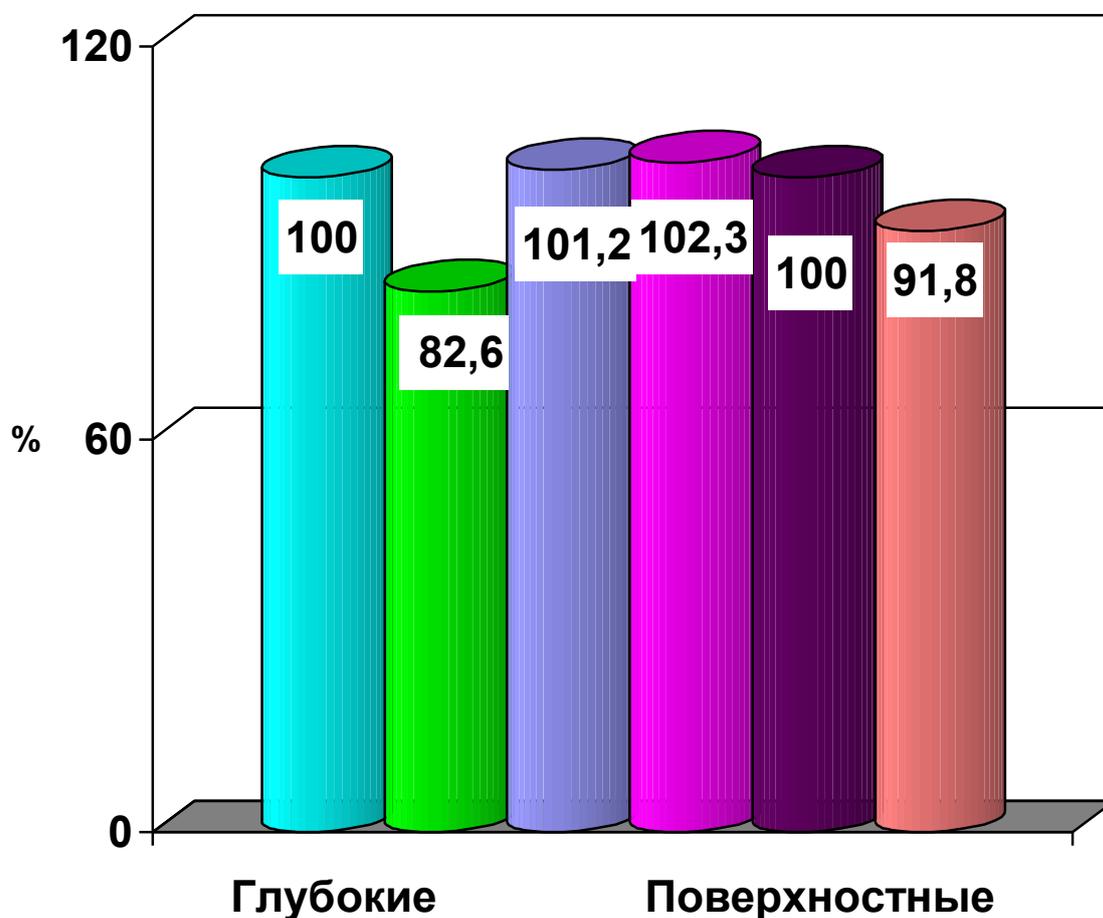


Рисунок 5.15 – Расстояния между срезами очага свечения в сердце от глубоких к поверхностным во время вагусно-сердечной синхронизации, вызванной стимуляцией БН пучками залпов из 7 электрических импульсов. За 100% принято расстояние между первым и вторых глубокими срезами очага

Из этого рисунка видно, что при вагусно-сердечной синхронизации, вызванной 7 импульсами в залпе, расстояние между 3 – м и 2 – м срезами светящегося очага в синоатриальной области сердца наркотизированной кошки было меньше расстояния между 1 – м и 2 – м срезами на 17,4%. Расстояние между 3 – м и 4 – м срезами стало больше на 1,2%, между 4 – м и 5 – м срезами – увеличилось на 2,3%, расстояние между 5 – м и 6 – м срезами достоверно не изменялось, а между 6 – м и 7 – м срезами стало меньше на 8,2% .

В период вагусно-сердечной синхронизации, вызванной стимуляцией БН пучками залпов из 7 электрических импульсов, площадь срезов очага свечения в сердце наркотизированной кошки представлена на рисунке 5.16.

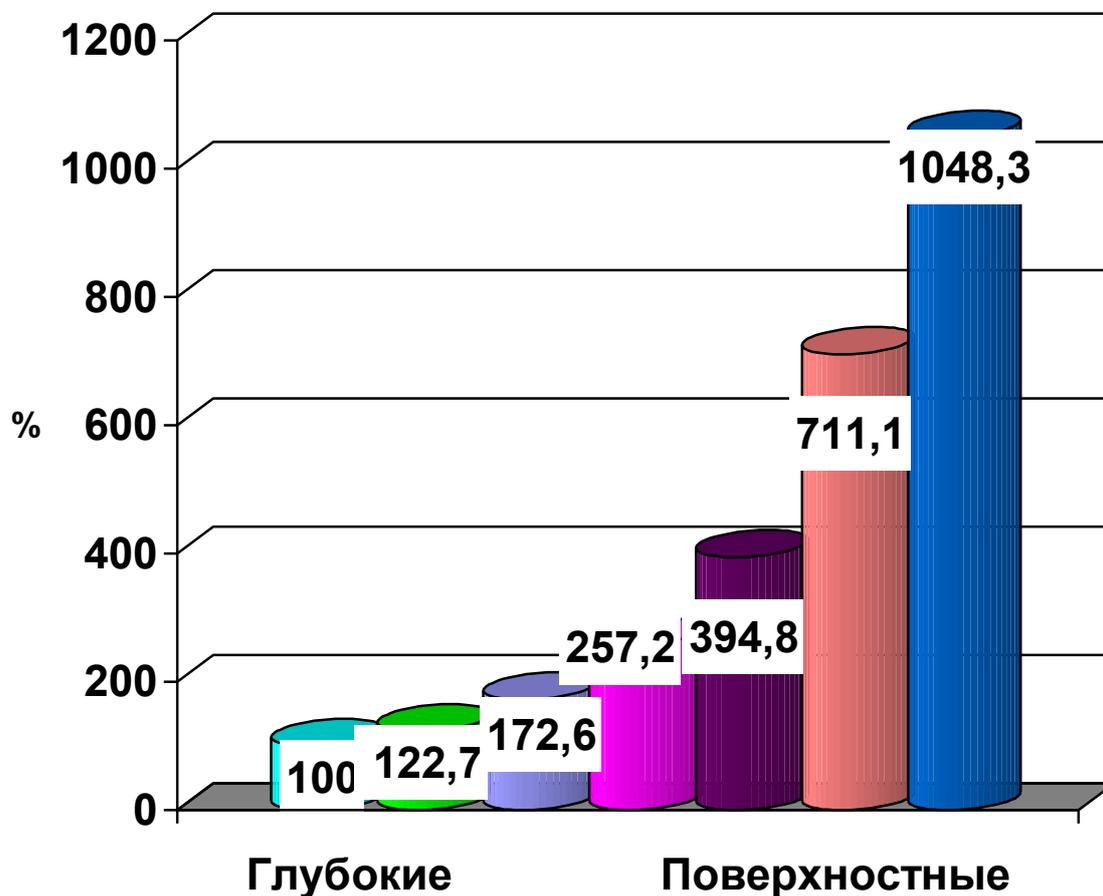


Рисунок 5.16 – Площадь срезов очага свечения от глубоких к поверхностным в момент вагусно-сердечной синхронизации, вызванной стимуляцией БН пучками залпов из 7 электрических импульсов. За 100% взята площадь самого глубокого, наиболее интенсивного по свечению очага

Из этого рисунка видно, что площадь 2 – го среза была больше площади 1 – го среза светящегося очага в сердце на 22,7%. Площадь 3 – го среза стала больше на 72,6%, 4 – го среза – на 157,2%, 5 – го среза – на 394,8%, 6 – го среза – на 711,1%, 7 – го среза – на 1048,3%.

Гистограммы яркостей очага свечения и длин волн представлены на рисунках 5.17, 5.18.

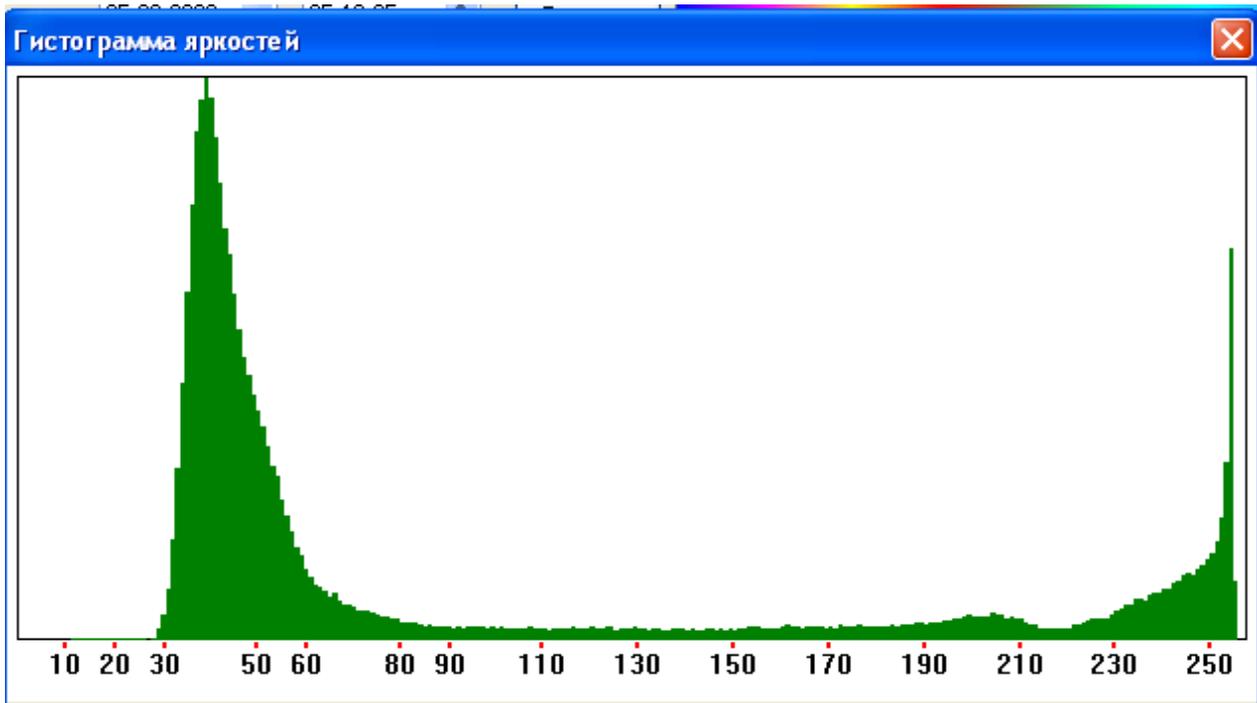


Рисунок 5.17 – Гистограмма яркостей очага свечения в период стимуляции периферического конца перерезанного правого БН пучками залпов из 7 импульсов. Вагусно-сердечная синхронизация. По оси абсцисс – значения яркости свечения в пикселях, а по оси ординат – в битах

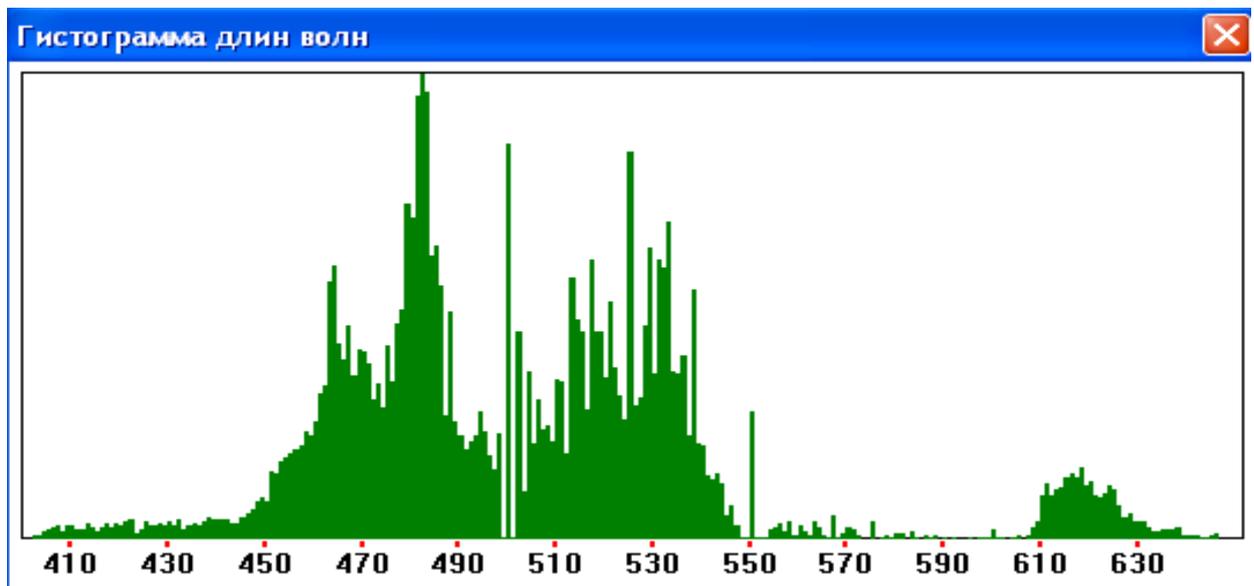


Рисунок 5.18 – Гистограмма длин волн очага свечения в сердце в момент стимуляции периферического конца перерезанного правого БН пучками залпов из 7 импульсов. Вагусно-сердечная синхронизация. По оси абсцисс –

значение длин волн в нм

Из вышеприведенных результатов экспериментальных исследований можно сделать вывод, что в момент вагусно-сердечной синхронизации при раздражении БН пучками залпов электрических импульсов, очаг первоначального возбуждения в сердце наркотизированной кошки становится в размерах больше.

Следовательно, сердце наркотизированной кошки усваивает заданный стимуляцией БН ритм. Это проявляется как расширенный очаг свечения в сердце. Этот расширенный очаг может являться маркером усвоения заданного ритма, который поступает к нему по блуждающему нерву при его залповой стимуляции.

ГЛАВА 6

АНАЛИЗ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

В данной работе исследования проводились в трёх сериях опытов у наркотизированного тиопенталом натрия теплокровного животного – кошки, синоатриальная область сердца которой была помещена в высокочастотное электромагнитное поле (1024 Гц): 1) при исходном ритме сокращения сердца до раздражения блуждающего нерва; 2) во время раздражения БН до получения вагусно-сердечной синхронизации; 3) при ее развитии путем стимуляции блуждающего нерва залпами из 3, 5, 7 электрических импульсов.

Анализ полученных в эксперименте фактов предполагал исследование частоты сердцебиений, определение площади очага первоначального возбуждения, площади очага наибольшей яркости свечения, срезов, расстояний между срезами, яркостей очага свечения в синоатриальной области и диапазона длин волн.

В исходном состоянии ЧСС была равна $125,7 \pm 2,2$ ударам в одну минуту. При воздействии на сердце высокочастотного электромагнитного поля ЧСС достоверно не изменялась ($P > 0,05$). При стимуляции БН электрическими импульсами частота сердечных сокращений была равна $114,7 \pm 2,0$ в одну минуту. ЧСС по сравнению с исходной уменьшилась на 9,1%. При вагусно-сердечной синхронизации, при раздражении БН залпами из 3, 5 и 7 электрических импульсов ЧСС была соответственно $110,2 \pm 2,2$; $84,1 \pm 1,8$ и $67,7 \pm 1,7$ в одну минуту. ЧСС при вагусно-сердечной синхронизации достоверно не отличалась от таковой при стимуляции БН залпами из 3, 5 и 7 электрических импульсов, когда синхронизации не было. В то же время в момент вагусно-сердечной синхронизации по сравнению с исходной ЧСС становилась реже соответственно на 12,4%; на 33,1% и на 39,4%. В САУ возникал очаг свечения. На компьютерном снимке центр светящегося очага в сердце наркотизированной кошки диагностировался на расстоянии $20,6 \pm 0,4$

мм по диагонали от устья краниальной полой вены, на $49,9 \pm 0,5$; на $60,6 \pm 0,4$ и на $68,2 \pm 0,5$ мм соответственно в исходном состоянии, в момент раздражении блуждающего нерва вне синхронизации и в период вагусно-сердечной синхронизации в процессе стимуляции нерва залпами из 3, 5 и 7 электрических импульсов, что во всех сериях опытов свидетельствовало об увеличении указанного расстояния. На ЭКГ во всех сериях опытов время между появлением очага свечения и зубцом Р также увеличивалось и составляло $0,07 \pm 0,01$; $0,14 \pm 0,02$; $0,12 \pm 0,02$; $14,0 \pm 0,1$ и $15,0 \pm 0,1$ секунды соответственно.

При визуализации светящегося очага в исходном состоянии, в период раздражения периферического конца перерезанного блуждающего нерва без синхронизации и во всех опытах с вагусно-сердечной синхронизацией в момент стимуляции БН пучками залпов из 3, 5 и 7 электрических импульсов очаг свечения регистрировался в толще синоатриального узла в виде одного очага, как и при компьютерном картировании (В.М. Покровский с соавт., 2000), так и при визуализации в высокочастотном электромагнитном поле очага свечения в венозном синусе сердца лягушки (М.Ю. Перова, 2010).

Площадь очага свечения на компьютерном снимке была равна $191,7 \pm 7,3$; $251,4 \pm 10,2$; $448,2 \pm 14,8$; $679,2 \pm 17,2$ и $844,9 \pm 31,5$ мм² соответственно сериям опытов. Следовательно, площадь очага свечения в сердце наркотизированной кошки достоверно увеличилась на 31,1%; 33,8%; 51,6% и 54,4% соответственно сериям проведенных опытов. Внутри очага свечения в сердце наркотизированной кошки определялся очаг наибольшей яркости свечения площадью $13,2 \pm 0,8$; $12,9 \pm 0,8$; $29,0 \pm 1,1$; $50,5 \pm 2,0$ и $80,6 \pm 6,0$ мм² соответственно сериям опытов. Таким образом, видно, что площадь очага наибольшей яркости свечения в момент раздражения БН без синхронизации не отличалась от аналогичной при исходной частоте сердечных сокращений, но превышала площадь при вагусно-сердечной синхронизации при 3, 5 и 7 электрических импульсов в залпах, соответственно на 24,4%; 74,1%; 119,7% соответственно сериям опытов.

Возможность получения срезов светящегося очага в сердце наркотизированной кошки позволяет сравнивать площадь свечения среза, толщину срезов, расстояния между срезами до вагусно-сердечной синхронизации и после её получения с целью оценки степени участия центрального генератора ритмогенеза в формировании процесса возбуждения в пейсмейкере сердца теплокровного животного.

Особенностью расстояний между срезами очага свечения при стимуляции блуждающего нерва было отсутствие закономерности, которая имелаась в исходном состоянии. В исходном состоянии расстояние между срезами уменьшалось от самого глубокого среза к поверхностному, что свидетельствовало об увеличении скорости распространения возбуждения к поверхности синоатриальной области. Это указывало на разное влияние блуждающего нерва на скорость распространения возбуждения в разных срезах светящегося очага.

В синоатриальном узле сердца наркотизированных кошек в исходном состоянии в момент раздражения БН без синхронизации и при вагусно-сердечной синхронизации в период раздражения периферического конца перерезанного БН пучками залпов из 3, 5 и 7 импульсов яркость очага свечения составляла соответственно: $248,0 \pm 3,8$; $250,0 \pm 0,3$; $250,8 \pm 0,9$ и $254,4 \pm 0,5$ пикселей, а диапазон длин волн в этих сериях опытов соответственно был равен: $460,7 \pm 1,3 - 570,7 \pm 2,6$; $460,9 \pm 1,8 - 600,5 \pm 2,1$; $455,5 \pm 2,1 - 540,3 \pm 1,4$; $430,0 \pm 3,2 - 630,3 \pm 2,5$ и $410,0 \pm 2,5 - 630,0 \pm 2,8$ нм. Анализ полученных результатов показал отсутствие различий в яркости очага свечения в синоатриальном узле сердца кошек и в диапазоне длин волн во всех сериях проведенных опытов.

Таким образом, данные о локализации очага первоначального возбуждения и количестве очагов возбуждения методом визуализации в высокочастотном электромагнитном поле у кошек совпадают с аналогичными данными, полученными в опытах на кошках при компьютерном картировании и методом визуализации очага свечения в венозном синусе сердца лягушек.

Способ визуализации очага свечения в высокочастотном электромагнитном поле позволил получить дополнительные сведения о характеристиках очага свечения в синоатриальном узле наркотизированных кошек о площади, диаметре и расстоянии между срезами. Эти данные позволяют более подробно характеризовать характер возбуждения в пейсмейкере сердца организма теплокровного животного (кошки).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Концепция В.М. Покровского (2007) об иерархической системе ритмогенеза сердца предусматривает три звена: головной мозг, в котором происходит инициация ритма в форме залпов нервных импульсов; блуждающие нервы, по которым залпы нервных импульсов поступают к синоатриальному узлу сердца и синоатриальный узел, в котором при взаимодействии залпов нервных импульсов с автоматогенными структурами сердца происходит формирование ритма сердца.

Настоящая работа посвящена изучению механизмов усвоения сердцем ритма залпов импульсов, поступающих к синоатриальному узлу.

Можно предположить два вида явлений в синоатриальном узле сердца при поступлении туда по БН нервных "залпов":

1) под влиянием нервных "залпов" возникают потенциалы действия в пейсмекере синоатриального узла; до поступления нервных "залпов" генерации потенциалов действия нет, т.е. узел работает в "ждущем" режиме. Казалось бы это предположение входит в противоречие с таким свойством сердца как автоматия. Однако, известно, что ряд органов, например, скелетная мышца, которые в естественных условиях работают в "ждущем" режиме, т.е. их внешняя специфическая работа происходит только под воздействием поступающих к ним нервных "залпов", при их денервации начинают обладать самопроизвольной активностью, в частности в денервированных скелетных мышцах появляются некоординированные сокращения (Cannon, Rosenblueth, 1949). Поэтому, можно думать, что в естественных условиях, т.е. в отсутствие денервации, автоматия сердца не проявляется, находясь как бы в резерве, а сердце работает в "ждущем" режиме;

2) под влиянием нервных "залпов" происходит перестройка работы пейсмекера, т.е. ритм клеток синоатриального узла - это результат взаимодействия пейсмекера с поступающими к нему "пусковыми" сигналами из центральной нервной системы и происходит как бы наслаение двух

сигналов: "пускового" (нервного) и фонового (пейсмейкерного). Более вероятен второй путь. Согласно данным, полученным на кошках, маркером усвоения сердцем ритма блуждающего нерва является расширение первоначального очага возбуждения в синоатриальном узле. При наличии такой формы нервной регуляции ритма сердца она бы проявлялась уже в исходном состоянии, то есть, первоначальный очаг возбуждения занимал бы обширную площадь в синоатриальном узле. Однако, по результатам исследования площадь очага свечения в синоатриальном узле была сравнительно небольшая.

Ее значительное расширение происходило лишь при феномене управляемой брадикардии в период раздражения БН электрическими импульсами.

Небольшая площадь очага свечения в синоатриальном узле сердца наркотизированной кошки до раздражения БН пучками электрических импульсов объясняется тем, что естественный ритмогенез сердца был подавлен наркозом и в этих условиях в качестве генератора ритма сердца действовал только пейсмейкер синоатриального узла.

Увеличение площади очага свечения (очага первоначального возбуждения) в синоатриальном узле сердца наркотизированного животного (кошки) в условиях усвоения сердцем ритма блуждающих нервов может явиться одним из механизмов наблюдаемого явления.

Почему очаг расширяется? Это может быть связано как с блуждающим нервом, так и с синоатриальным узлом.

В целом ряде работ, в которых проведено морфофункциональное разволокнение блуждающего нерва (Katona et al., 1970), выкапливание полезного сигнала при помощи нейрофизиологической компьютерной установки «Нейрон» (А.Г. Похотько, 1989), в эфферентных сердечных волокнах БН были определены залпы нервных импульсов.

Следовательно, в составе БН выделяются эфферентные сердечные волокна, нейрональная активность которых носит залпообразный характер, и волокна с периодической импульсацией.

Первые обеспечивают синхронизацию, а вторые оказывают тоническое влияние, вызывая урежение ритма сердца.

Одновременное поступление сигналов в ряд близко расположенных участков синоатриального узла и вызывают расширение очага первоначального возбуждения. Поэтому, когда возникает вагусно-сердечная синхронизация, площадь очага свечения увеличивается.

Если импульсы поступали к синоатриальному узлу не одновременно, а последовательно (в нашем исследовании в периодическом режиме раздражения), то возбуждением охватывался только один локус и площадь очага свечения была незначительной.

Однако, если это так, то как объяснить, что естественная залпообразная импульсация в эфферентных сердечных волокнах завуалирована и для ее выявления требуется либо разволокнение нерва, либо метод выкапливания залпообразной сердечной импульсации.

Объяснить это можно следующим. Терминальной части экстракардиальных нервов присущ принцип мультипликации. Он состоит в том, что один преганглионарный нейрон контактирует с множеством постганглионарных нейронов, т.е. биоэлектрическая активность экстракардиального парасимпатического волокна подвергается пространственному дисперсированию и умножению. Таким образом, электрический стимул, нанесённый на блуждающий нерв и вызывающий в нём небольшой залп импульсов в постганглионарной части (внутрисердечной нервной системе) вызывает в электронейрограмме значительно большую амплитуду и большее количество осцилляций (М.Г. Удельнов, 1975; Ю.П. Пушкарев, 1994).

Усиление биоэлектрической импульсации во внутрисердечной нервной системе приводит к выбросу большего количества ацетилхолина.

Установлено, что ацетилхолин в концентрациях 105 – 170 – 105 – 130 г/мл оказывает облегчающее действие на процесс дисперсирования возбуждений в ганглиозно-синаптических образованиях внутрисердечной нервной системы, а в концентрациях 105 – 110 – угнетающее (М.Г. Удельнов, 1975). Поэтому, можно предположить и такой механизм. При залповой стимуляции блуждающего нерва, характер которой приближен к естественной, вырабатывается оптимальное количество ацетилхолина, что усиливает эффект и обеспечивает феномен синхронизации. При периодическом режиме стимуляции ацетилхолина выделяется много, это угнетает эффект и не приводит к синхронизации.

Не исключен также и иной механизм, когда в одном случае возбуждение передается по транзиту, минуя многочисленные синаптические цепи, а при "тоническом" задерживается в них. Тогда при "пусковом" механизме одновременно возбуждается "критическая масса" элементов, необходимых для феномена управления ритмом сердца (временная дисперсия), а при тоническом это происходит асинхронно и феномен не возникает.

Развитие синхронизации может быть связано с непосредственным "быстрым" действием ацетилхолина на пейсмейкерные клетки, минуя систему "second messenger" (А.Н. Алипов, 1993). Медиатор вызывает открытие IACH – каналов. Они пропускают ионы калия. Увеличение калиевой проницаемости, если нервная "посылка", поступающая к пейсмейкеру по блуждающим нервам, по времени выпадает на фазу медленной диастолической деполяризации, вызывая гиперполяризацию клеточной. Последнее обуславливает увеличение длительности медленной диастолической деполяризации и урежение ритма.

Если залп нервных импульсов достигает пейсмейкера синоатриального узла сердца во время спайки ПД, то увеличение калиевой проницаемости приводит к укорочению последнего и к повышению частоты ПД. Таким образом, в зависимости от того, в какую фазу ПД приходится нервная

"посылка", а следовательно, действие выделяющегося из терминалей нерва ацетилхолина на IACH – канал, будет или урежение или учащение частоты сердечных сокращений. В итоге этой фазозависимости возможна точная регулировка длины сердечного цикла ("синхронизация"), а значит и управление ритмом сердца.

На центральный ритмогенез сердца оказывает влияние наркоз. Он подавляет этот процесс ритмогенеза. Работ по регистрации залпообразной нейрональной эфферентной сердечной активности в блуждающем нерве у теплокровных животных вне наркоза в литературе мы не встретили.

Выявлять залпы импульсов в блуждающем нерве, связанные с сердечным ритмом, электрофизиологическими методами затруднительно. Однако можно использовать оптический метод – метод визуализации.

Преимуществом регистрации сердечной активности в вагосимпатическом стволе у лягушки является то, что там находятся только сердечные волокна.

В вагосимпатических стволах лягушки в высокочастотном электромагнитном поле наблюдали два очага свечения. Эти очаги отличались размерами. Относительно меньший по размеру очаг имел площадь на сканограмме $58,9 \pm 1,4 \text{ мм}^2$. Меньший размер, по-видимому, обусловлен меньшим количеством сердечных эфферентных волокон в нерве нежели афферентных, возникновением очага перед возбуждением венозного синуса сердца лягушки, перемещением его к сердцу, позволили малый очаг свечения обозначить как маркер эфферентного сердечного сигнала. Скорость проведения эфферентного сигнала была $5,6 \pm 0,3 \text{ м/с}$ (В.М. Покровский с соавт., 2014).

Большой очаг свечения на сканограмме имел площадь $118,9 \pm 1,8 \text{ мм}^2$. Он наблюдался после возбуждения сердца лягушки. Перемещался большой очаг по ваго-симпатическому стволу от сердца. Он был обозначен как афферентный. Скорость распространения афферентного сигнала составила $16,6 \pm 0,2 \text{ м/с}$ (В.М. Покровский с соавт., 2014).

Резюмируя вышеизложенное, можно сказать, что сердце наркотизируемой кошки усваивает заданный стимуляцией БН ритм, что выглядит как расширенный очаг свечения. Этот очаг может служить маркером усвоения заданного ритма, приходящего к нему по блуждающему нерву при его залповой стимуляции.

В целом полученные результаты говорят о большой информативности метода визуализации очага инициации возбуждения в пейсмейкере САУ сердца кошки в высокочастотном электромагнитном поле. Предлагаемый способ даёт определённые возможности обнаружения очага первоначального возбуждения в сердце кошки по анализу его свечения именно в участке его возникновения, а не на поверхности эпикарда; изучить развитие процесса возбуждения в процессе изменений очага свечения и, кроме того, иметь возможность измерить и изучить диаметры и площади срезов возбуждённой ткани.

Из вышеописанных экспериментальных фактов следует, что в период отсутствия вагусно-сердечной синхронизации (при брадикардии) происходит увеличение скорости проведения в синоатриальной области сердца наркотизированной кошки, а в момент вагусно-сердечной синхронизации при раздражении пучками залпов электрических импульсов очаг первоначального возбуждения сердца наркотизированной кошки увеличивается в размерах.

Следовательно, сердце наркотизированной кошки воспринимает заданный стимуляцией блуждающего нерва ритм, что воспроизводится как расширенный очаг свечения, который может быть маркером усвоения заданного ритма, поступающего к нему по блуждающему нерву при его залповой стимуляции.

ВЫВОДЫ

1. В высокочастотном электромагнитном поле визуализируется очаг свечения в синоатриальной области сердца кошки в устье краниальной поллой вены. В центре очага имеется область наибольшей интенсивности свечения, вокруг которой расположены зоны менее интенсивного свечения.
2. Урежение ритма сердца, вызываемое стимуляцией периферического конца перерезанного блуждающего нерва электрическим током, вызывает смещение центра очага свечения по диагонали от устья краниальной поллой вены в сторону каудальной вены. На компьютерном снимке центр светящегося очага в сердце наркотизированной кошки диагностировался на расстоянии $20,6 \pm 0,4$ мм по диагонали от устья краниальной поллой вены в исходном состоянии; при раздражении блуждающего нерва вне синхронизации очаг смещался на расстояние до $60,6 \pm 0,4$ мм и в период вагусно-сердечной синхронизации в процессе стимуляции нерва залпами из 3, 5 и 7 электрических импульсов на расстояние до $68,2 \pm 0,5$ мм.
3. Степень брадикардии при вагусно-сердечной синхронизации определяет ширину слоёв срезов в очаге свечения в синоатриальной области сердца кошки : чем реже ритм сердца, тем больше ширина, а следовательно и расстояние (d), проходимое возбуждением (свечением) в верхних срезах.
4. Площадь очага свечения в синоатриальной области сердца кошки определяется режимами стимуляции блуждающего нерва. Так площадь очага свечения в исходном состоянии была равна $191,7 \pm 7,3$ мм². При раздражении блуждающего нерва электрическим током, без развития вагусно-сердечной синхронизации, площадь очага свечения увеличивалась на 31,1%, а при раздражении блуждающего нерва, приводящего к развитию вагусно-сердечной синхронизации, площадь очага свечения увеличивалась в зависимости от количества импульсов в

«залпе»: при 3-х импульсах на 33,8%; при 5 импульсах на 51,6%; при 7 импульсах на 54,4%.

5. Площадь очага свечения в синоатриальной области сердца кошки в условиях вагусно-сердечной синхронизации зависит от степени брадикардии, определяемой частотой «залпов» и количеством импульсов в них. Чем больше количество импульсов в «залпах», тем более выражена брадикардия и больше площадь очага свечения. В такой же закономерности изменялась яркость очага свечения.

6. Маркером усвоения сердцем теплокровного животного ритма блуждающего нерва является увеличение площади очага свечения в синоатриальной области сердца.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Для регистрации очага свечения на теплокровном животном – кошке:

кошку вводили в наркоз; делали трахеотомию; отпрепаровывали блуждающие нервы на шее; правый нерв брали на лигатуры и пересекали. Переводили кошку на ИВЛ. На искусственном дыхании вскрывали грудную клетку и перикард. К синоатриальной области работающего сердца подводили аппарат для визуализации (сканер КЭЛСИ фирмы Elsys, Санкт-Петербург, Россия), который создавал высокочастотное электромагнитное поле (1024 Гц). Появившееся свечение фиксировалось высокочувствительной телекамерой со скоростью 1000 снимков в секунду. Записывали электрокардиограмму в первом стандартном отведении; регистрировали очаг свечения в синоатриальной области. Раздражали периферический конец перерезанного n. vagus электрическими импульсами из 3, 5, 7 импульсов в залпах. При раздражении получали вагусно-сердечную синхронизацию; регистрировали очаг свечения в исходном состоянии, при раздражении периферического конца блуждающего нерва до получения вагусно-сердечной синхронизации и при развитии вагусно-сердечной синхронизации путем стимуляции n. vagus залпами из 3, 5, 7 электрических импульсов в залпах.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

1. Полученные сведения будут использоваться в дальнейших научных исследованиях механизмов усвоения сердцем импульсов, поступающих по блуждающим нервам из мозга

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

АХ – ацетилхолин

БН – блуждающий нерв

ГРВ – газоразрядная визуализация

ГРИ – газоразрядное изображение

ГРФ – газоразрядное фотографирование

E_{\max} – максимальная диастолическая поляризация

I_b - канал независимого во времени тока утечки

I_{Ca} - канал медленного кальциевого тока

I_k - канал тока калия

I_{Na} - канал быстрого натриевого тока

I_p - канал тока натрий – калиевого насоса

I_{si} - канал медленного натрий – кальциевого тока

КХ - катехоламины

МДД – медленная диастолическая деполяризация

ОВ - овершут

ПД – потенциал действия

САУ – синоатриальный узел

СДС - сердечно – дыхательный синхронизм

ХЭ – хронотропный эффект

цАМФ – циклическая аминазинмонофосфатаза

ЦНС – центральная нервная система

ЧСС – частота сердечных сокращений

ЭКГ – электрокардиограмма

V_o_{\max} – максимальная скорость деполяризации

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1.Абрамченко В.В. Активное ведение родов СПб., 2003. - 664 с.
- 2.Андерсон Р.Х., Йен Хо С. и Беккер А.И. (R. H. Anderson, S. Yen Ho and A. E. Becker. Анатомия и гистология проводящей системы /Под ред. Б. Дж. Мандел «Аритмии сердца : механизмы, диагностика, лечение». - В 3-х т. - М., Медицина, 1996. – Т.1, – С. 40 – 106.
- 3.Абушкевич В .Г ., Барбухатти К .О ., Зубахин А .Г ., Кашина Ю .В ., Клименко Н .В ., Компаниец О .Г ., Малигонов Е .А ., Нечепуренко Н .А ., Перов Ю .М ., Покровский В .М ., Похотько А .Г ., Порханов В .А ., Решетникова Л .Е ., Сивых Н .А ., Федорченко А .Н ., Федунова Л .Е . Электрическая активность области синоатриально интактного человека и разность крайних значений частоты сердечных сокращений // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. 2004.- Т. 90, № 8-4.1, приложение С. 434.
- 4.Абушкевич В .Г ., Барбухатти К .О ., Зубахин А .Г ., Кашина Ю .В ., Клименко Н .В ., Компаниец О .Г ., Малигонов Е .А ., Нечепуренко Н .А ., Перов Ю .М ., Покровский В .М ., Похотько А .Г ., Порханов В .А ., Решетникова Л .Е ., Сивых Н .А ., Федорченко А .Н ., Федунова Л .Е . Эпикардимальное и эндокардимальное картирование области синоатриального узла интактного человека // Российский физиологический . журнал им. И.М. Сеченова.- 2004. Т. 90, № 8-4.1, приложение С. 449 – 450.
- 5.Абушкевич В .Г ., Барбухатти К .О ., Зубахин А .Г ., Кашина Ю .В ., Клименко Н .В ., Компаниец О .Г ., Малигонов Е .А ., Нечепуренко Н .А ., Перов Ю .М ., Покровский В .М ., Похотько А .Г ., Порханов В .А ., Решетникова Л .Е ., Сивых Н .А ., Федорченко А .Н ., Федунова Л .В . Сердечно-дыхательный синхронизм и электрическая активность области синоатриального узла // Российский физиол. журнал им. И.М. Сеченова.- 2004.- Т. 90, № 8-4.1, прилож.- С. 454 – 455.
- 6.Абушкевич В .Г ., Перов В .Ю ., Федунова Л .В ., Перова М .Ю ., Арделян А .Н ., Сомов Н .М . Использование эффекта Кирлиан для изучения

возбудимости беременной матки крыс // 3 Международный постоянно действующий конгресс «Экология и дети», секция «Новое в медицине». – Анапа. 2006. – С. 185-186.

7.Абушкевич В .Г ., Федунова Л .В ., Перов В .Ю ., Перова М .Ю ., Арделян А. Н ., Сомов И. М . Методика применения эффекта Кирлиан для изучения свойств матки крыс // 3 Международный постоянно действующий конгресс «Экология и дети», секция «Новое в медицине». – Анапа, 2006.– С. 213-214.

8.Абушкевич В .Г ., Арделян А .Н ., Покровский В .М ., Бурлуцкая А .В . Качественные различия влияний блуждающих нервов на сердце в остром эксперименте и целостном организме // Тезисы докладов 20 съезда физиологического общества им. И.П. Павлова. – М., 2007. – С. 113.

9.Абушкевич В .Г ., Федунова Л .В ., Перов В .Ю ., Перова М .Ю . Свечение пейсмекера венозного синуса сердца лягушки в электромагнитном поле высокой напряжённости и частоты // Сборник материалов 6 международного постоянно действующего конгресса «Экология и дети».- Анапа, 2009. - С. 364-366.

10.Абушкевич В .Г . Сердечно-дыхательный синхронизм в природе (факты констатации синхронизма и попытки их объяснения // Сердечно-дыхательный синхронизм в оценке регуляторно-адаптивных возможностей организма / под ред. В . М. Покровского. – Краснодар, 2010. – С. 15-28.

11.Ачкасов Л .В., Бойченко А .П. // Кирлиановские чтения «Кирлиан – 2000». Сборник докладов и статей (сост. А.П. Бойченко) – Краснодар: НПО «Инфорай ко,, ЛТД», 1998. – С. 139.

12.Бабский Е. Е., Мазуров М. Е. О синхронизации электрической активности водителя ритма сердца при электрической стимуляции. – Биофизика. – 1973. – Т. 18, № 2, – С. 322 - 330.

13.Бабский Е. Е. Автоматия сердца // Физиология кровообращения, физиология сердца: Руководство по физиологии / Е. Е. Бабский, С. Ю. Бердяев. – Л., Наука, 1980. – С. 87 – 91.

14.Балагуров Э. М. Точное управление частотой сердечных сокращений при

залповом раздражении блуждающего нерва у голубей // Физиология и патофизиология сердца и коронарного кровообращения. Тезисы докладов 2 Всесоюзного симпозиума – Киев, 1987. – С. 17 - 18.

15.Берн Дж. Функция химических передатчиков вегетативной нервной системы. – М., 1961. – С. 215.

16.Бойченко А. П. История развития газоразрядной фотографии – Краснодар. - 1998. – С. 69 - 74.

17.Бойченко А. П., Ачкасов Л. В. // Журнал научной и прикладной фотографии. – 2002. – Т. 47, № 2, – С. 68.

18.Бойченко А. П., Шустов М. А. Основы газоразрядной фотографии. Томск. - 2004. – С. 316.

19.Бокерия Л. А. Картирование аритмий. / Л. А. Бокерия, А. Г. Филатов // Анналы аритмологии. - 2012. - Т. 1, № 1, - С. 5 - 13.

20.Букаускас Ф. Ф., Ветейкис Р. П., Гутман А. М., Муцкус К. С. Межклеточная связь в синусном узле сердца кролика. // Биофизика. - 1977. - Т. 22, - С. 108 - 112.

21.Введенский Н. Е. Взаимное подкрепление обоих блуждающих нервов и их действие на сердце // Сеченов И. М., Павлов И. П., Введенский Н. Е. Физиология нервной системы: избранные труды. – М., Гос. Изд. Мед. Лит., 1952. – вып. 3, кн. 2, – С. 858 – 864.

22.Гоффман Б., Крейнфилд П. Электрофизиология сердца. – М., ИЛ, 1962. – С. 390.

23.Грибковский В. П., Гапоненко О. А., Киселёв В. Н., Яков Оттонович Наркевич-Йодко // Весці АН БССР. Серія фізіко-математичних наук. – 1985.- № 5, – С. 117-123.

24.Ефимов И. Р., Самбелашвили А. Т., Никольский В. Н. Прогресс в изучении механизмов электрической стимуляции сердца (ч. 1) // Вестник аритмологии. – 2002. – № 26, – С. 1-19.

25.Зубков А. А. Усвоение сердцем ритма раздражения блуждающих нервов // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины – 1936. – Т. 1, № 1, – С.

73 - 74.

26.Инюшин В. М., Грищенко В. С., Воробьев Н.А. с соавт. О биологической сущности эффекта Кирлиан (концепция биологической плазмы). – Алма-Ата: КазГУ, 1968. – С. 45.

27.Каусер Сайд Абу Эль Эла, Удельнов М. Г., Сухова Г. С. Синхронизирующее взаимодействие и механизм формирования общего ритма пейсмекера сердца. 1. Изменение в генерации ритма двух пейсмекерных образований при их биоэлектрическом взаимодействии // Биологические науки. – 1977. – № 11, – С. 86 - 90.

28.Каусер Сайд Абу Эль Эла, Удельцов М. Г., Сухова Г. С. Синхронизирующее взаимодействие и механизм формирования общего ритма пейсмекера сердца. 2. О природе и механизме синхронизирующего взаимодействия между автоматическими структурами сердца. // Биологические науки. – 1979. – № 6, – С. 46 - 49.

29.Каусер Сайд Абу Эль Эла, Удельнов М. Г., Сухова Г. С. Синхронизирующее взаимодействие и механизм формирования общего ритма пейсмекера сердца. 3. Изменение клеточного ритма, возникающего вследствие обособления фрагментов пейсмекера // Биологические науки – 1979. – № 8, – С. 70 - 72.

30.Кирлиан С. Д., Кирлиан В. Х. // Журнал учебной и прикладной фото- и кинематографии. 1961, Т. 6, – № 6, – С. 397.

31.Кирлиан В. Х., Кирлиан С. Д. В мире чудесных разрядов. – М., Знание, 1964. – С. 40.

32.Кирлиан С. Д., Кирлиан В. Х. Проблемы криминалистики и судебной медицины. - Алма-Ата. - 1965. – С. 150.

33.Кирлиан С. Д., Кирлиан В. Х. // Кирлиановские чтения «Кирлиан – 2000». Сборник докладов и статей (сост. А.П. Бойченко) – Краснодар: НПО «Инфорай ко., ЛТД», 1998. – С. 184, 188.

34.Кирлиан С. Д., Кирлиан В. Х. Высокочастотные разряды в электрическом поле конденсатора: фотографирование токами высокой частоты.

Высокочастотная электронно-ионная оптика. Краснодар. Просвещение – Юг, 2003. 56 с.

35.Кирлиан В. Х., Кирлиан Д. В. В мире чудесных разрядов. 2-е изд., доп. Краснодар: Просвещение-Юг, 2003. 29 с.

36.Конради Г. П. Значение эфферентной иннервации сердца // Физиология кровообращения: физиология сердца (руководство по физиологии). – Л., Наука, 1980. – С. 400 - 411.

37.Коротков К. Г. Эффект Кирлиан. СПб, - 1995. - С. 218.

38.Коротков К. Г. Свет после Жизни. СПб, - 1996. – С. 264.

39.Коротков К. Г. От эффекта Кирлиан к биоэлектрографии. – СПб, - 1998. - С. 340.

40.Коротков К. Г. Основы ГРВ биоэлектрографии. – СПб, - 2001. - С. 360.

41.Коротков К. Г., Саволайнен Х. Экспериментальные исследования процесса активности тела человека после смерти. // От эффекта Кирлиан к биоэлектрографии. – СПб, - 1998. – С. 187 - 201.

42.Косицкий Г. И., Червова И. А. Сердце как саморегулирующая система. – М., Наука. – 1968. – С. 131.

43.Косицкий Г. И. Аfferентные системы сердца. – М., Медицина, 1975. – С. 207.

44.Косицкий Г. И. Внутрисердечные периферические рефлексy // Физиология кровообращения: физиология сердца (руководство по физиологии). – Л., Наука, 1980. – С. 464 - 474.

45.Кручинин В. М. О совместном и раздельном влиянии блуждающего нерва на сердце // Физиологический журнал (Киев). – 1982. – Т. 28, № 3, – С. 359 – 361.

46.Кураев Г. А. Принципы и механизмы мозга // Успехи физиологических наук. – 1994. – Т. 25, № 4, – С. 71 - 77.

47.Лычкова А. Э. Усиление вагусного торможения работы сердца симпатическим нервом // Физиологический журнал СССР. – 1985. – Т.71, № 1, – С. 1214 – 1221.

48. Михеева З. И. Аfferентные нервные волокна в узловатом ганглии блуждающего нерва // Вопросы теории медицины. – Чебоксары, 1972. – С. 157 – 161.
49. Ноздрачёв А. Д. Начала физиологии. – СПб, 2001. – С. 706.
50. Ноздрачёв А. Д. Общий курс физиологии человека и животных. Физиология висцеральных систем. – М., «Высшая школа», 1991. – Т. 2, – С. 52.
51. Орбели Л. А. (1928). Физиология вегетативной нервной системы // Л.А. Орбели. Избранные труды. – Л., АН СССР, 1962. – Т. 2, - С. 97 – 137.
52. Павлов И. П. Полное собрание сочинений – М. – Л., 1951.
53. Павлов И. П. Центробежные нервы сердца. – М., АН СССР, 1952. – С. 200.
54. Перов В. Ю., Арделян А. Н., Сомов И. М., Перова М. Ю. К методике применения эффекта Кирлиан для изучения свойств матки крыс. // Современные проблемы науки и образования. М., 2006. - № 4, – С.157 - 158.
55. Перова М. Ю. Локализация пейсмекера венозного синуса сердца и регистрация динамики возбуждения в нём методом газоразрядной визуализации // Современные проблемы науки и образования.- 2007. - № 4,- С. 145 - 146.
56. Перова М. Ю., Абушкевич В. Г., Федунова Л. В., Перов В. Ю. Визуализация процесса возбуждения в пейсмекере венозного синуса сердца лягушки // Кубанский научный медицинский вестник. – 2008. - № 6 (105), – С. 49 - 51.
- 57.** Перова М. Ю., Абушкевич В. Г., Федунова Л. В., Перов В. Ю. Газоразрядная визуализация процесса возбуждения в пейсмекере венозного синуса сердца лягушки до, во время его вагусной остановки и после восстановления деятельности // Кубанский научный медицинский вестник.- 2009.- № 3 (108),- С. 94 - 100.
58. Перова М. Ю., Абушкевич В. Г., Федунова Л. В., Перов В. Ю. Газоразрядная визуализация процесса возбуждения в пейсмекере венозного синуса сердца лягушки до и после разрушения головного мозга // Кубанский научный медицинский вестник. – 2010 - № 1 (115),- С. 78 - 85.

- 59.Перова М. Ю., Абушкевич В. Г., Федунова Л. В., Перов В.Ю. Газоразрядная визуализация процесса возбуждения пейсмекера венозного синуса сердца лягушки при вагусно-сердечной синхронизации // Кубанский научный медицинский вестник .- 2010 .- № 3 - 4 (117-118), - С. 151 исы 156.
- 60.Покровский В. М., Шейх-Заде Ю. Р. Синхронизация сердечных сокращений с ритмом раздражения блуждающего нерва // Электростимуляция органов и тканей / Тезисы докладов 2-й Всесоюзной конференции – Киев, 1979. – С. 152 – 154.
- 61.Покровский В. М., Шейх-Заде Ю. Р. Точно регулируемое снижение частот сердечных сокращений при раздражении блуждающего нерва у кошек // Физиологический журнал СССР. – 1980. – Т. 16, № 5, – С. 721 – 726.
- 62.Покровский В. М. Некоторые вопросы регуляции деятельности сердца: труды Кубанского Медицинского Института. – Краснодар, 1981. –Т. 4, - С. 3 - 13.
- 63.Покровский В. М. Некоторые вопросы регуляции деятельности сердца // Нервная регуляция деятельности сердца. – Краснодар, 1981. – С. 3 - 13.
- 64.Покровский В. М., Шейх-Заде Ю. Р., Кручинин В. М. с соавт. Функциональные возможности управления ритмом сердца при залповом раздражении блуждающих нервов // Физиологический журнал СССР. – 1982. – Т. 68, № 8, – С. 1112 – 1115.
- 65.Покровский В. М., Сукач Л. И. Влияние симпатической нервной системы на управление ритмом сердца при залповом раздражении блуждающего нерва // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины – 1985. – Т. 99, № 3, – С. 274 – 277.
- 66.Покровский В. М., Абушкевич В. Г., Дашковский А. И. с соавт. Анализ влияния залпового раздражения вагосимпатического ствола на формирование ритма сердца // Физиологический журнал СССР. – 1986. – Т. 72, № 2, – С. 479 – 481.
- 67.Покровский В. М. Нервные механизмы формирования ритма сердца // Регуляция висцеральных функций: закономерности и механизмы. – Л., 1987. –

С. 192 - 202.

68.Покровский В. М., Шейх-Заде Ю. Р., Кручинин В. М., Сукач Л. И., Покровский М. В., Урмачева Т. Г. Общие принципы управления сердечным ритмом при залповом раздражении блуждающего нерва у различных животных. // Физиологический журнал СССР. - 1987. - Т. 23, № 10, - с. 1325 - 1330

69.Покровский В., Шейх-Заде Ю., Кручинин В., Урманчеева Т. Точное управление ритмом сердца у обезьян с помощью залпового раздражения блуждающего нерва. Бюллетень экспериментальной биологии и медицины - 1987. – Т. 104, – С. – 266 - 267.

70.Покровский В. М. Механизмы экстракардиальной регуляции ритма сердца // Физиологический журнал СССР. – 1988. – Т. 74, № 2, – С. 259 - 264.

71.Покровский В. М., Абушкевич В. Г., Дашковский А. И., Дяк И. А., Макухин В. В., Похотько А. Г., Скибицкий В. В., Татулян В. А., Шапиро С. В. Сердечно-дыхательный синхронизм как способ выявления поцикловой регуляции ритма сердца центральной нервной системой // Физиол. журнал СССР. – 1990. – Т. 76, № 10Ю, – С. 1340 - 1345.

72.Покровский В. М. Где рождается ритм сердца? // Наука и жизнь. – 1991. – № 5, – С. 62 - 65.

73.Покровский В. М., Осадчий О. Е., Шейх-Заде Ю. Р., Свиряев В. И., Вильковский Б. В., Зигашин Р. Х., Михалева И. И. Ваготропное действие пептидов, выделенных из мозга гибернирующих сусликов.

// Физиологический журнал 1992, Т. 78, № 4, - С. 26 - 31.

74.Покровский В. М., Осадчий О. Е. Соматостатин как модулятор вагусного влияния на ритм сердца. // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины - 1992. - № 7, С. 15 - 17.

75.Покровский В. М., Осадчий О. Е., Шейх-Заде Ю. Р., Балагуров Э. М. Специфика пусковых влияний на ритм сердца при действии гуморальных регуляторов. // Физиологический журнал - 1992 - Т. 78, № 10, С. 70 - 76.

76.Покровский В. М., Осадчий О. Е. Динамика структуры вагусного влияния на ритм сердца при воздействиях, направленных на изменение действующей концентрации ацетилхолина. // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины - 1992 - № 12, С. 570 - 573.

77.Покровский В. М., Осадчий О. Е. Специфика медиаторного звена тонических и пусковых вагусных влияний на ритм сердца.// Физиология и патофизиология сердца и коронарного кровообращения Киев, 1992, С.135 - 137.

78.Покровский В. М., Осадчий О. Е., Чередник И. Л., Курзанов А.Н. Участие мет-энкефалина в организации функциональной направленности вагусного влияния на ритм сердца.// ДАН, 1993, Т. 328, № 2, С.267 - 269.

79.Покровский В. М., Осадчий О. Е., Курзанов А. Н. Модулирующее действие нейротензина на парасимпатическую регуляцию ритма сердца. // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины - 1993. - № 5, С. 453 - 455.

80.Покровский В. М., Чередник И. Л., Осадчий О. Е., Шейх-Заде Ю Р., Курзанов А. Н. Влияние эндогенных энкефалинов на феномен синхронизации вагусного и сердечного ритмов. // Физиологический журнал им. И.М. Сеченова - 1993 - Т. 79, № 87, - С. 49 - 54.

81.Покровский В. М. Новые представления о механизмах нервной регуляции ритма сердца // Кубанский научный медицинский вестник. – 1995. – № 5-6 (12-13), – С. 76 - 80.

82.Покровский В. М., Абушкевич В. Г., Федунова Л. В. Электрофизиологический маркер управляемой брадикардии. // ДАН. – 1996. - Т. 349, - № 3, - С. 418 - 420.

83.Покровский В. М. Концепция формирования ритма сердца в центральной нервной системе (концепция центрального ритмогенеза) // Кубанский научный медицинский вестник. – 2000. – № 2, – С. 20 - 24.

84.Покровский В. М. Концепция генерации ритма сердца в центральной нервной системе // Кубанский научный медицинский вестник. – 2000. – № 2, -

С. 22 - 27.

85.Покровский В. М., Абушкевич В. Г., Федунова Л. В., Самойленко М. В., Диденко Д. Д., Зубахин А. Г., Нечепуренко А. А., Пасюга В. В., Выскубова Е. В., Хропова Т. П., Дмитриенко Л. Е., Радченко О. А. Динамика очага инициации возбуждения в области синоатриального узла при воспроизведении сердцем ритма залпов импульсов, поступающих по блуждающим нервам // Кубанский научный медицинский вестник. – 2000. – №. – С. 40 - 43.

86.Покровский В. М., Абушкевич В. Г., Борисова И. И., Новикова В. А., Потягайло Е. Г., Похотько А. Г., Татулян В. А., Хакон С. М., Харитоновна Е. В. Сердечно-дыхательный синхронизм у человека // Кубанский научный медицинский вестник. – 2000. – № 2 (50), – С. 42 - 47.

87.Покровский В. М., Абушкевич В. Г., Борисова И. И., Потягайло Е. Г., Похотько А. Г., Хакон С. М., Харитоновна Е. И. Сердечно-дыхательный синхронизм у человека // Физиология человека. – 2002. – Т. 28, № 6, – С. 100 - 103.

88.Покровский В. М. Иерархическая организация формирования ритма сердца в целостном организме // Клиническая физиология кровообращения. – 2006. – № 1, – С. 22 - 27.

89.Ржосницкий Б. А. Никола Тесла. – М., Молодая гвардия. – 1959. – 222 с.

90.Реброва О. Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA. – 3-е издание. – М., Медиа Сфера, 2006. – 312 с.

91.Романий С. Ф., Беломестных Н. В. // Конференция, посвященная 80-летию со дня рождения С.Д. Кирлиана. Сборник тезисов. – Краснодар: НПК «Сатурн», 1979. – 53 с.

92.Романий С. Ф., Чёрный З. Д. Неразрушающий контроль материалов по методу Кирлиана. – Днепропетровск: ДГУ, 1991. – 144 с.

93.Сеченов И. М. К учению о действии блуждающего нерва на сердце.

Избранные произведения. Том второй. Физиология нервной системы. Издательство академии наук СССР. 1956. - С. 608-609.

94.Сеченов И. М. Ещё о действии блуждающего нерва на сердце. Избранные произведения. Том второй. Физиология нервной системы. Издательство академии наук СССР. 1956. – С. 610 – 612.

95.Синёв А. Ф., Крымский Л. Д. Хирургическая анатомия проводящей системы сердца. – М.: Медицина, 1985. – 271 с.

96.Скоков Ю. В., Беломестных Н. В., Фельдман В. И. с соавт. Метод Кирлиан – газоразрядный метод неразрушающего контроля / Отчёт ВНИИ источников тока (краснодарское отделение). – Краснодар, 1984. – 185 с.

97.Смирнов А. И. Роль тонуса блуждающих нервов в экономной форме сердечной деятельности. – М., Медицина, 1967. – С. 52.

98.Смирнов В. М., Рогузин К. К., Пунаева М. З. Анализ механизмов регуляции частоты сердечных сокращений блуждающим нервом // Физиологический журнал СССР. – 1979. – Т. 65, № 10, – С. 1513 – 1519.

99.Сухова Г. С., Удельнов М. Г., Хорват И. К вопросу о механизмах синхронизации возбуждения в сердце // Биологические науки. – 1979. – № 8, – С. 70.

100.Удельнов М. Г. Нервная регуляция сердца (Структурно – функциональные основы тормозящего и усиливающего влияния нервной системы). – М., МГУ, 1961. – С. 382.

101.Удельнов М. Г. Физиология сердца. – М., МГУ, 1975. – С. 203.

102.Удельнов М. Г., Соколова Н. А., Копылова Г. Н. Взаимоотношения между парасимпатической и симпатической иннервацией при регуляторном управлении активностью сердца и других внутренних органов // Успехи физиологических наук. – 1977. – Т. 8, № 1, – С. 19 – 43.

103.Ульянинский Л. С. Влияние раздражения симпатических нервов на вагусное ускользание сердца // Физиологический журнал СССР. – 1967. – Т.

53, № 11, – С. 1376 – 1386.

104. Чазов Е. И. Современные проблемы физиологии сердечно – сосудистой системы // Бюллетень ВКНЦ АМН СССР. – 1984. – Т. 7, № 1, – С. 3 – 16.

105. Шейх-Заде Ю. Р. Влияние одиночного раздражения блуждающего нерва на ритм сердечных сокращений у кошек // Физиологический журнал СССР. – 1981, - Т. 91, № 7, – С. 1027 – 1034.

106. Шейх-Заде Ю. Р. Усвоение сердцем вагусного ритма возбуждение и его роль в регуляции деятельности миокарда // Диссертация на соискание ученой степени доктора медицинских наук. Краснодар, 1989. – 272 с.

107. Шейх-Заде Ю. Р. Влияние залпового раздражения блуждающего нерва на деятельность сердца // Материалы юбилейной научной сессии Кубанского медицинского института им. Красной Армии. – Краснодар, 1990. – С. 113 – 115.

108. Шейх-Заде Ю. Р., Голунова Т. Д., Покровский В. М. Точно регулируемое снижение частоты сердечных сокращений при стимуляции вагосимпатического ствола у кошек // Физиологический журнал СССР. – 1981. – Т. 67, № 7, – С. 1027 – 1034.

109. Шейх-Заде Ю. Р., Кручинин В. М., Сукач Л. И. с соавт. Общие принципы управления сердечным ритмом при залповом раздражении блуждающего нерва у различных животных // Физиологический журнал СССР. – 1987. – Т. 73, № 10, – С. 1325 – 1330.

110. Федоров В. В., Розенштраух Л. В., Ефимов И. Р. М., издание Центр «Академия», 2005. – С. 1077 – 1078.

111. Федунова Л. В. Распространение возбуждения в синоатриальном узле сердца при залповом раздражении блуждающего нерва у кошки. Диссертация кандидата медицинских наук. Краснодар. – 1995. – 170 с.

112. Цверева Г. К. Никола Тесла. – Л., - 1974. – 213 с.

113. Цыганок С. С., Парахонский А. П. Исследование методом Кирлиан

состояния симпатoadреналовой системы при сосудистой патологии подвоздействием СКЭНАРА. Первая Всероссийская научно-практическая конференция «Теория и практика газоразрядной фотографии». Сборник научных трудов. Под ред. А.П. Бойченко, М.А. Шустова. Краснодар – 2003. С. 48 - 50.

114.Шустов М. А., Протасевич Е. Т. Теория и практика газоразрядной фотографии. – Томск. - 2001. – 252 с.

115.Шустов М. А., Протасевич Е. Т. Электроразрядная фотография. – Томск. - 1999. – 244 с.

116.Blair S. M., Daeies F. Observation on the conducting system of the heart // J. Anat. – 1935, - V. 69, – P. 303 – 324.

117.Boineau J P, Schuessler R B, Roeske W R, Autry L J, Miller C B, Wylds A C. Quantitative relation between sites of atrial impulse origin and cycle length // Am. J. Physiol. – 1983. - V. 245, - № 5, Pt 1. P.781-789.

118.Bromberg B I, Hand D E, Schuessler R B, Boineau J P. Primary negativity does not predict dominant pacemaker location: implications for sinoatrial conduction.// Am. J.physiol. - 1995. - V. 269, № 3, Pt 2,- P. 877 - 887.

119.Chang B C, Schuessler R B, Stone C M, Branham B H, Canavan T E, Boineau J P, Cain M E,Corr P B, Cox J L. Computerized activation sequence mapping of the human atrial septum. // Ann. Thorac. Surgery - 1990. -V. 49, № 2, - P. 231 - 241.

120.Chouhan R. S., Rajaram P., Srinivasa A., Rao Sh. A theoretical Model for electrographic Image Modulation in cancers // Proceedings of 6 International Congress on Psychotronic Research. – Zagreb. - 1986. – 623 p.

121.Cox J L, Canavan T E, Schuessler R B, Cain M E, Lindsay B D, Stone C, Smith P K, Corr P B, Boineau J P. The surgical treatment of atrial fibrillation. 2. Intraoperative electrophysiologic mapping and description of the electrophysiologic basis of atrial flutter and atrial fibrillation. // J.Thorac Cardiovasc Surgery - 1991. - V. 101, № 3, - P. 406 - 426.

122. Hariman R J, Hoffman B F, Naylor R E. Electrical activity from the sinus node region in conscious dogs. // *Circ Res.* – 1980. - V. 47, № 5, – P. 775 - 791.
123. Hirst, G. D. S., Beckett, E. A. H., Sanders, K. M. and Ward, S. M. Regional variation in contribution of myenteric and intramuscular interstitial cells of Cajal
124. Korotkov K., Kaariainen P. Gas discharge visualization technique applied to the study of a physical stress among sportsmen's. // *J. Pathophysiology.* – 1998. – V.5, – P. 5.
125. Levy, M.N. Paradoxical effect of vagus nerve stimulation on heart rate in dogs / M.N. Levy, P.J. Martin, T. Iano, H. Zieske // *Circ. Res.* – 1969. – V. 25, №3. – P. 303-314.
126. Mandel P. Energetische Terminalpunkt-Diagnose. – 1990. - P. 216 – 219.
127. Mandel P. "The effects of acupuncture on Kirlian images in migraine and arthritic patients", Lois June Booth. - 1983. – P. 121 – 123.
128. Pokrovskii V. M. Cardiorespiratory synchronization. Human // V. M. Pokrovskii, V. G. Abushktvich, I. I. Borisova (et al.) // *Physiology.* – 2002. – V. 28 № 6. – P. 728 – 731. Translated from *Fiziologiya Cheloveka.* – V. 28, № 6, - P. 116 – 119.
129. Pokrovskii V. Alternative View on the mechanism of cardiac Rhythmogenesis // *Heart, Lung and Circulation.* – 2003. – V.12, Issue 1. – P. 18 – 24.
130. Pokrovskii V. M. Integration of the heart rhythmogenesis levels: heart rhythm generation in the brain. *Journal of integrative neuroscience.* – 2005. – V. 1, № 2, – P. 161 – 168.
131. Pokrovskii V. Integration of the Heart Rhythmogenesis Levels: Heart Rhythm Generator in the Brain // *Journal Methodist De Bakey Heart Center.* – 2006. – V. 2, № 2, – P. 19 – 23.
132. Pokrovskii V. Hierarchy of the heart rhythmogenesis levels is a factor in increasing the reliability of cardiac activity // *Medical Hypotheses.* – 2006. – Vol.

109, № 1, – P. 158 – 164.

133. Pokrovskii V., Abushkevich V. Interaction of Brain and Intracardiac Levels of Rhythmogenesis Hierarchical System of Heart Rhythm Formation // Journal of Integrative Neuroscience. – 2008. – Vol. 7, № 4, – P. 457 – 462.

134. Pokrovsky V. M. The regulatory-adaptive state and evaluation of stressresistance in humans / V. M. Pokrovsky, A. N. Mingalev // Human Physiology. – 2012. – Vol. 38, № 1, – P. 63 – 66.

135. Reid, J.V.O. The cardiac pacemaker: effects of regularly spaced nervous input / J.V.O. Reid // Reid Amer. Heart. J. – 1969. – V. 78, № 1. – P. 58-64.

136. Rodefeld M D, Branham B H, Schuessler R B, Hand D E, Gamache C M, Platt J W, Labarbera S P, Cox J L, Boineau J P. Global electrophysiological mapping of the atrium: computerized three-dimensional mapping system // Pacing Clin Electrophysiol. - 1997. - V.20, № 9, - Pt 1, - P. 2227 - 2236.

137. Sakai T, Hirota A, Momose-Sato Y, Sato K, Kamino K. Optical mapping of conduction patterns of normal and tachycardia-like excitations in the rat atrium // Jpn. J. Physiology - 1997. - V. 47, № 2, - P. 179 - 188.

138. Schuessler R. B., Kawamoto T., Hand D. E., Mitsuno M., Bromberg B. I. Cox J. L., Boineau J P. Simultaneous epicardial and endocardial activation sequence mapping in the isolated canine right atrium . // Circulation. - 1993. - V. 88, № 1, - P. 250 - 263.

139. Suga, H. Modulation characteristics of heart rate by vagal stimulation / H. Suga, M. Oshima // Jap. J. Med. Electronics Biol. Eng. – 1968. – V. 6, № 6 – P. 465-471.

140. Suga, H. Periodic variation of heart rate caused by repetitive electric stimulation of cardiac vagus nerve / H. Suga, M. Oshima // J. Physiol. Soc. – 1969. – V. 31, № 1 – P. 33-34.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в ведущих научных изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки
России

1. **Сомов, И. М.** Характеристика очага возбуждения в синоатриальной области сердца кошки при вагусно-сердечной синхронизации. / И. М. Сомов // Кубанский научный медицинский вестник. – 2014. – № 5 (147). – С. 113 – 117.
2. **Сомов, И. М.** Визуализация очага первоначального возбуждения в синоатриальном узле сердца кошки. / И.М. Сомов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 108 (04). – С. 1 – 16.
3. Визуализация процесса возбуждения в синоатриальной области сердца кошки при раздражении блуждающего нерва. / В.М. Покровский, **И. М. Сомов** // Медицинский вестник Северного Кавказа. – 2015. – Т. 10, № 1. – С. 70 – 72.
4. Выявление очага возбуждения в глубине ткани методом визуализации в высокочастотном электрическом поле. / Ю. Ю. Перова, В. А. Минкин, **И. М. Сомов**, В. Г. Абушкевич, А. С. Саркисян, А. Н. Арделян, Л. А. Скориков, Н. М. Шулая // Кубанский научный медицинский вестник. – 2016. – № 2 (157). – С. 122 – 126.

Работы, опубликованные в других изданиях

5. Представление об иерархической организации ритмогенеза сердца – основа для создания патогенетических моделей аритмий / В. М. Покровский, В. Г. Абушкевич, Д. В. Гурбич, М. С. Клыкова, А. Н. Арделян, **И. М. Сомов**, А. В. Бурлуцкая, А. А. Нечепуренко // 21 съезд физиол. о – ва им. И.П. Павлова: тез. докл. – М.: Калуга, 2010. – С. 487.

6. **Сомов, И. М.** Анализ процесса возбуждения в пейсмекере сердца кошки при вагусно-сердечной синхронизации. / И. М. Сомов // Материалы XXIII международной заочной научно-практической конференции. «Научная дискуссия: вопросы математики, физики, химии, биологии». – М., 2014. – № 11(21). – С. 77 – 79.
7. **Сомов, И. М.** Наш опыт исследования очага возбуждения в синоатриальной области сердца кошки при вагусно-сердечной синхронизации. / И. М. Сомов // Материалы XX международной научно-практической конференции. «Наука вчера, сегодня, завтра». – Новосибирск, 2015. – № 1(18). – С. 60 – 63.
8. **Сомов, И. М.** Очаг свечения в синоатриальном узле сердца кошки в исходном состоянии. / И.М. Сомов // Материалы XXXIII международной заочной научно-практической конференции. – М., 2015. – № 1 (33). – С. 78 – 82.
9. **Сомов, И. М.** Выявление очага инициации возбуждения в синоатриальном узле сердца кошки. И.М. Сомов // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 1. – С. 102.
10. **Сомов, И. М.** Изучение очага возбуждения в синоатриальной области сердца кошки при вагусно-сердечной синхронизации / И. М. Сомов // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 2 (часть 1). – С. 99.
11. **Сомов, И. М.** Оптимизация изучения визуализации очага возбуждения в САУ сердца кошки в экспериментальных исследованиях физиолога / И. М. Сомов // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 2 (часть 2). – С. 128.
12. **Сомов, И. М.** Роль высокочастотного электрического поля в исследовании очага инициации в пейсмекере сердца кошки при раздражении перерезанного конца блуждающего нерва» / И.М. Сомов // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 2 (часть 2). – С. 171 – 172.
13. **Сомов, И. М.** Современные возможности визуализации процесса возбуждения в САУ сердца кошки при раздражении блуждающего нерва / И. М. Сомов // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 2 (часть 3). – С. 426.

14. **Сомов, И. М.** Место способа визуализации очага свечения в пейсмейкере сердца кошки при экспериментальных исследованиях / И. М. Сомов // *Международный журнал экспериментального образования*. – 2015. – № 3 (часть 1). – С. 98 – 99.
15. **Сомов, И. М.** Современные подходы в исследовании очага инициации в синоатриальной области сердца кошки в исходном состоянии опытов / И.М. Сомов // *Международный журнал экспериментального образования*. – 2015. – № 3 (часть 1). – С. 101.
16. **Сомов, И. М.** Некоторые аспекты изучения очага возбуждения в пейсмейкере сердца кошки в исходном состоянии экспериментов / И. М. Сомов // *Международный журнал экспериментального образования*. – 2015. – № 3 (часть 1). – С. 108.
17. **Сомов, И. М.** Визуализация очага инициации возбуждения в синоатриальной области сердца кошки при вагусно-сердечной синхронизации. / И. М. Сомов // *Материалы международной научно-практической конференции «Новая наука: от идеи к результату»*. – Сургут. – Стерлитамак: РФ РИЦ АМИ, 2016. – № 3 , часть 2. – С. 21– 23.
18. **Сомов, И. М.** Роль высокочастотного электрического поля в экспериментальных исследованиях очагов возбуждения в пейсмейкере сердца кошки. / И. М. Сомов // *Материалы международной научно-практической конференции «Современные тенденции в науке, технике, образовании»*. – Смоленск, 2016. – С. 18 – 20.
19. **Сомов, И. М.** Современные тенденции в изучении свечения очага возбуждения в синоатриальной области сердца кошки / И. М. Сомов // *Международный журнал экспериментального образования*. – 2016. – № 3 (часть 1). – С. 79.
20. Визуализация процесса возбуждения в возбудимых тканях / Н. В. Махнова, В. А. Минкин, А. Н. Арделян, И. А. Головин, Е. И. Грицаев, А. В. Коданев, Н. В. Корнилова, Ю. Ю. Перова, В. В. Попков, А. С. Саркисян, **И. М. Сомов**, Н. М. Шулая, Л. А. Скорикова // *Материалы V Съезда физиологов СНГ*. – Сочи, 2016. –

С. 161.

21. **Сомов, И. М.** Исследование визуализации очага первоначального возбуждения в синоатриальном узле сердца кошки при усвоении ритма блуждающего нерва / И. М. Сомов // «XIV Международный постоянно действующий конгресс «Экология и дети». Сборник материалов. 1 том. Медико-экологические и социально-экономические проблемы инновационных биоэнергоинформационных технологий в эколого-оздоровительной системе молодого поколения, пути решения». – Анапа, 2017. – С. 250 – 252.

Приложение Б

«УТВЕРЖДАЮ»

Ректор ФГБОУ ВО КубГМУ

Минздрава России

Алексеев С.Н.

«24» апреля 2018г.

АКТ

об использовании предложения

НАИМЕНОВАНИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ: Визуализация процесса возбуждения в синоатриальном узле сердца кошки

НАИМЕНОВАНИЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ в рамках которой разработано предложение: «Визуализация очага первоначального возбуждения в синоатриальной области сердца кошки».

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ: заведующий кафедрой нормальной физиологии, доктор медицинских наук профессор Покровский Владимир Михайлович.

ИСПОЛНИТЕЛЬ: аспирант кафедры нормальной физиологии Сомов Иван Михайлович.

ДАТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРЕДЛОЖЕНИЯ с 14. 02. 2017 года.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ИХ ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ: полученные данные позволяют регистрировать процесс возбуждения в синоатриальном узле сердца кошки, что позволяет изучать механизм ритмогенеза сердца. Это имеет значение для фундаментальной физиологии и кардиологии.

Заведующий кафедрой нормальной физиологии
профессор

 В.М. Покровский

С началом использования ознакомлен

 И.М. Сомов