На правах рукописи

Корнилова Наталья Владимировна

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ В СЕДАЛИЩНОМ НЕРВЕ ЛЯГУШКИ В ВЫСОКОЧАСТОТНОМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ

03.03.01 – физиология

Автореферат диссертация
на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Краснодар – 2019

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Кубанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России).

Научный руководитель: доктор медицинских наук, профессор
Абушкевич Валерий Гордеевич.

Официальные оппоненты:
Овсянников Виктор Григорьевич, доктор медицинских наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ростовский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра патологической физиологии, заведующий кафедрой.

Дружинин Дмитрий Сергеевич, кандидат медицинских наук, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра нервных болезней с медицинской генетикой и нейрохирургией, ассистент кафедры.

Ведущая организация: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет».

Защита состоится 11 декабря 2019 года в 13.00 час. на заседании диссертационного совета Д 208.038.01 на базе ФБОУ ВО КубГМУ Минздрава России (350063, Краснодар, ул. Седина, 4, ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и официальном сайте (http://www.ksma.ru) ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России.

Автореферат разослан «____» _____ 2019 г.

Учёный секретарь
диссертационного совета Д 208.038.01
доктор медицинских наук,
профессор Гуменюк Сергей Евгеньевич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Для современной физиологии и нейрохирургии актуальным является создание более информативных методов регистрации возбуждения в нервных стволах. Используемая регистрация активности нервных волокон с применением многоэлектродных матриц - щёток, погружаемых в нервный ствол, обладает недостаточной информативностью из-за большой величины электродов по отношению к нервным волокнам (Д.Р. Сафин с соавт.,2010).

Это несоответствие между размерами электродов и волокон можно преодолеть при помощи нейровизуализации, в частности, люминесцентных методов, например, флуоресцентного метода – по свечению процесса возбуждения. Для этого используют флуоресцентные красители, наносимые на нерв. Красители изменяют свое свечение в зависимости от процесса возбуждения. Свечение регистрируется специальным детектором (О.В. Степаненко с соавт, 2007; А.А. Кучмий с соавт.,2012).

Однако эти методы имеют недостатки. Флуоресцентные вещества влияют на ткани. Регистрация возможна только с поверхности нерва (С.В. Иванова, Л.И. Кирпиченок, 2008). В связи с этим, требуется создание и апробация методов регистрация процесса возбуждения внутри ствола нерва.

Как известно флуоресценция это один из видов люминесценции. Люминесценцию в тканях можно также вызвать высокочастотным электромагнитным полем (К.Г. Коротков, 2007).

Цель работы – характеризовать распространение возбуждения в седалищном нерве лягушки в высокочастотном электрическом поле.

Задачи исследования:

1. Установить возможность визуализации распространения возбуждения в седалищном нерве лягушки в высокочастотном электрическом поле.

2. Сравнить параметры визуализации распространения возбуждения в седалищном нерве от места электростимуляции нерва в проксимальном и дистальном направлениях: к месту выхода нерва из позвоночника и к мышце.

3. Методом визуализации определить значения скорости распространения очагов свечения в седалищном нерве и сопоставить их с литературными данными скорости распространения возбуждения в нервных волокнах групп А, В, с по Гассеру.

Новизна результатов исследования. В настоящем исследовании впервые:

1. Осуществлена визуализация распространения возбуждения в седалищном нерве в высокочастотном электрическом поле;

2. Сопоставлены параметры визуализации распространения возбуждения в седалищном нерве от места электростимуляции нерва в проксимальном и дистальном направлениях: к мышце и от участка электростимуляции нерва до места выхода нерва из позвоночника;

3. Определены значения скорости распространения крупных, средних и мелких очагов свечения в седалищном нерве и сопоставлены с литературными данными скорости распространения возбуждения в нервных волокнах групп А, В, с по Гассеру.

Теоретическая и практическая значимость работы.

Расширены возможности изучения распространения возбуждения в седалищном нерве лягушки. Получены сведения об охвате возбуждением разных групп нервных волокон по скорости распространения возбуждения и по глубине их залегания в нервном стволе.

Создан метод визуализации процесса возбуждения в седалищном нерве лягушки. Результаты исследования могут использоваться в научных исследованиях распространения возбуждения по соматическим нервам.

Методология и методы исследования.

Имеются сведения о визуализации процесса возбуждения в вегетативных нервах в высокочастотном электрическом поле (В.М. Покровский с соавторами, 2016; Ю.Ю. Перова с соавт., 2017). Работ по визуализации процесса

возбуждения в высокочастотном электрическом поле в соматическом нерве нет. Работа построена на новой методологии – выявлении возбуждения в разных по скорости проведения нервных волокнах, в разных направлениях в седалищном нерве лягушки в ответ на раздражение нерва электрическими импульсами по очагам свечения в высокочастотном электромагнитном поле.

У обездвиженных путем разрушения спинного мозга 75 озерных лягушек на бедре выделяли седалищный нерв. Под нерв подводили предметное стекло со скошенными краями для отделения нерва от мышц лапки. Над ним располагали установку, КЭЛСИ, выпускаемую фирмой ELSYS. создающую высокочастотное электрическое поле (1024 Гц) и получали краевое свечение нерва. В первой серии экспериментов участок седалищного нерва при выходе из спинного мозга (позвоночника) стимулировали электрическими импульсами пороговой величины, создаваемые электростимулятором. Об этом судили по сокращению мышц лапки лягушки. Во второй серии опытов стимулировали участок нерва возле коленного сустава. В третьей серии экспериментов нерв раздражали посредине. При этом внутри нерва на каждый импульс возникали движущие очаги свечения, которое регистрировали телекамерой (до 1000 кадров в секунду) в виде avi – видеофильма. Последний компьютерной программой делили на кадры.

Результаты опытов анализировали по количеству светящихся очагов в нерве при его стимуляции. Определяли место появления очагов в нерве, направление их движения по нерву при стимуляции центрального участка перерезанного нерва, выходящего из спинного мозга, при раздражении периферического участка перерезанного нерва, около коленного сустава, при стимуляции нерва посредине. Рассчитывали линейную скорость движения очагов по нервным пучками. В режиме 3D по интенсивности свечения компьютерная программа делила очаги свечения на срезы, определяла расстояние между срезами и площадь проекций срезов.

При помощи компьютерной программы «STATISTICA 6,0» определяли нормальность распределения. Нормальное распределение позволяло

использовать параметрические методы статистической обработки. По вариантам полученных результатов программа определяла M, δ, ±m. Определяли t-критерий Стьюдента. По значению t-критерий Стьюдента, зная степень свободы n' определяли показатель достоверности P. При сравнении средних величин достоверным считалось различие между ними при P <0,05.

Апробация результатов работы.

Диссертационный материал апробирован на Международной научной конференции (Майкоп, 2015), V Съезде физиологов СНГ (Сочи, 2016), XXIII съезде Физиологического общества имени И.П. Павлова (Воронеж, 2017)

Публикации.

Опубликовано 6 печатных работ - 3 из них в изданиях, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий или входящих в международные реферативные базы данных и системы цитирования, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России для опубликования основных научных результатов диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук и издания, приравненные к ним.

Структура и объем работы.

Диссертация изложена на 110 страницах компьютерного текста и состоит из введения, обзора литературы, описания методов исследования, 3 глав собственных наблюдений, заключения, выводов, библиографии (126 источников, из них на русском языке 53 и на иностранных языках 73). Работа содержит 8 таблиц и 32 рисунков.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Вне симуляции нерва в высокочастотном электрическом поле наблюдали краевое свечение (рисунок 1, фрагмент А).

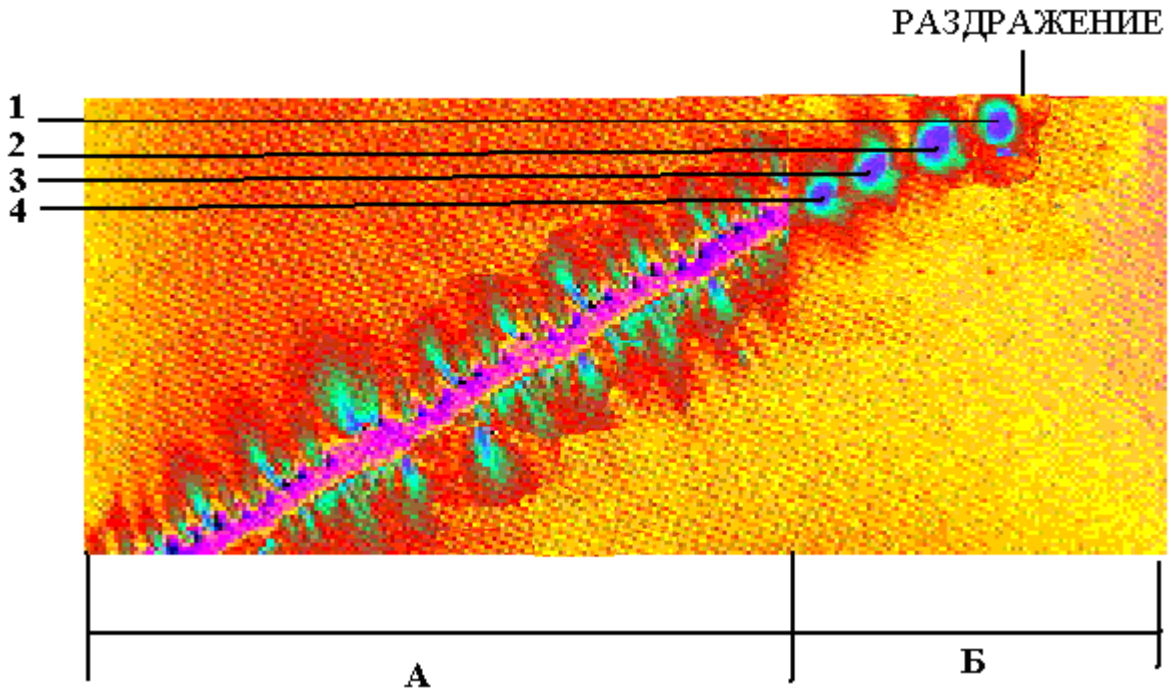


Рисунок 1 - Свечение седалищного нерва лягушки в высокочастотном электрическом поле. **А** – до раздражения нерва (эффект Кирлиан). **Б** – очаги 1, 2, 3, 4 внутреннего свечения в ответ на Одиночный электрический стимул

При раздражении седалищного нерва одиночными импульсами с частотой 1 Гц наблюдали одиночные мышечные сокращения лапки лягушки. Порог раздражения составлял 0,6±0,1 В.

При стимуляции нерва одиночными импульсами в нерве появлялись очаги внутреннего свечения (рисунок 1, фрагмент Б). При прекращении стимуляции они исчезали.

При раздражении центрального конца седалищного нерва возбуждение распространялось в сторону мышцы (рисунок 1).

Скорость перемещения очагов различалась. Если считать светящиеся очаги в нерве маркерами очагов возбуждения, то по скорости проведения можно условно выделить волокна группы А и В.

Компьютерная программа по одинаковости интенсивности свечения выделяла 6 проекций очагов свечения (рисунок 2).

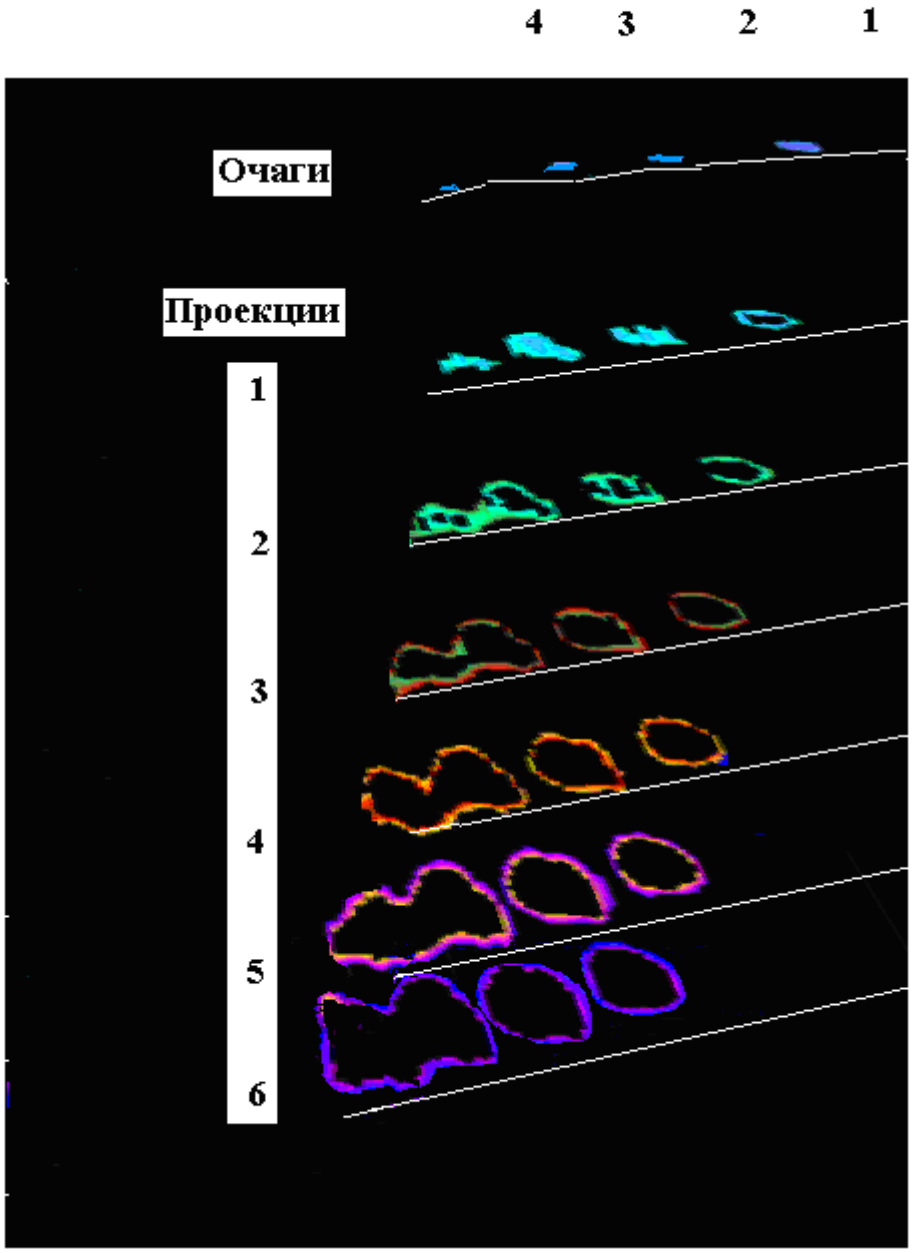


Рисунок 2 - Соотношение расстояний между очагами свечения и проекций очагов свечения в седалищном нерве

Очаги свечения и их проекции различались по площади (таблица 1).

Таблица 1 - Сопоставление площадей светящихся очагов, движущихся в сторону спинного мозга и их проекций в седалищном нерве лягушки при его стимуляции электрическими импульсами 1Гц

Показатели	n= 25	Группы волокон по скорости проведения очагов свечения			
		А			**В**
		Аα	**Аß**	**Аγ**	
		Номера очагов			
		1	2	3	4
Скорость проведения очагов свечения в м/с	M± m δ	45,2±0,5 2,5	21,6±0,4 2,2 P_1<0,001	14,6±0,4 1,8 P_2<0,001 P_3<0,001	10,3±0,3 1,7 P_4<0,001 P_5<0,001 P_6<0,001
Площадь очагов свечения на сканограмме в мм^2	M± m δ	8,1±0,5 2,6	4,1±0,2 1,2 P_1<0,001	3,8±0,2 1,2 P_2<0,001 P_3>0,05	2,9±0,2 0,8 P_4<0,001 P_5<0,001 P_6<0,001
Площадь проекций очагов свечения на сканограмме в мм^2					
1	M± m δ	14,2±0,1 0,5	9,6±0,4 2,1 P_1<0,001	16,6±0,4 1,8 P_2<0,001 P_3<0,001	7,3±0,3 1,7 P_4<0,001 P_5<0,001 P_6<0,001
2	M± m δ	20,2±0,5 2,5	15,4±0,4 2,2 P_1<0,001	20,6±0,4 1,8 P_2<0,001 P_3<0,001	14,2±0,3 1,5 P_4<0,001 P_5>0,05 P_6<0,001
3	M± m δ	24,2±0,5 2,4	12,4±0,4 2,2 P_1<0,001	38,4±0,4 1,9 P_2<0,001 P_3<0,001	37,2±0,3 1,6 P_4<0,001 P_5<0,001 P_6>0,05
4	M± m δ	49,8±0,5 2,3	64,5±0,4 2,2 P_1<0,001	66,9±0,5 1,3 P_2<0,001 P_3<0,001	60,7±0,3 1,5 P_4<0,001 P_5<0,001 P_6<0,001

5	M± m δ	62,6±0,5 2,6	84,8±0,5 2,3 P_1<0,001	97,8±0,3 1,3 P_2<0,001 P_3<0,001	92,5±0,4 2,2 P_4<0,001 P_5<0,001 P_6<0,001
6	M± m δ	85,2±0,5 2,5	100,4±0,4 2,2 P_1<0,001	178,6±0,3 1,8 P_2<0,001 P_3<0,001	113,6±0,3 1,3 P_4<0,001 P_5<0,001 P_6<0,001

Примечание. p_1 – показатель достоверности между данными столбцов 1 и 2; p_2 – столбцов 1 и 3; p_3 – столбцов 2 и 3; p_4– столбцов 1 и 4; p_5– столбцов 2 и 4; p_6– столбцов 3 и 4;

Как видно из таблицы 1 наибольшую площадь из очагов свечения, движущихся к мышце, имеет очаг, соответствующий по скорости волокнам Aα, затем AÝ и Aß. Наименьшую площадь - очаг свечения волокон группы B (рисунок 3).

Если исходить из того, что площадь очага свечения отражает количество вовлекаемых в процесс возбуждения волокон, то больше всего возбуждается Aα волокон и меньше волокон группы B седалищного нерва лягушки.

На сканограмме (рисунок 2) видно, что очаги свечения находятся не на одном уровне. Возможно, они отражают распространение возбуждения в группах нервных волокон, идущих в толще нерва на разной глубине.

В то же время проекции очагов свечения указывают на одинаковость слоев залегания нервных пучков с разной скоростью проведения.

Расстояние между каждым светящимся очагом, движущемся в сторону мышцы и его проекциями в седалищном нерве лягушки при его стимуляции электрическими импульсами достоверно не изменялось.

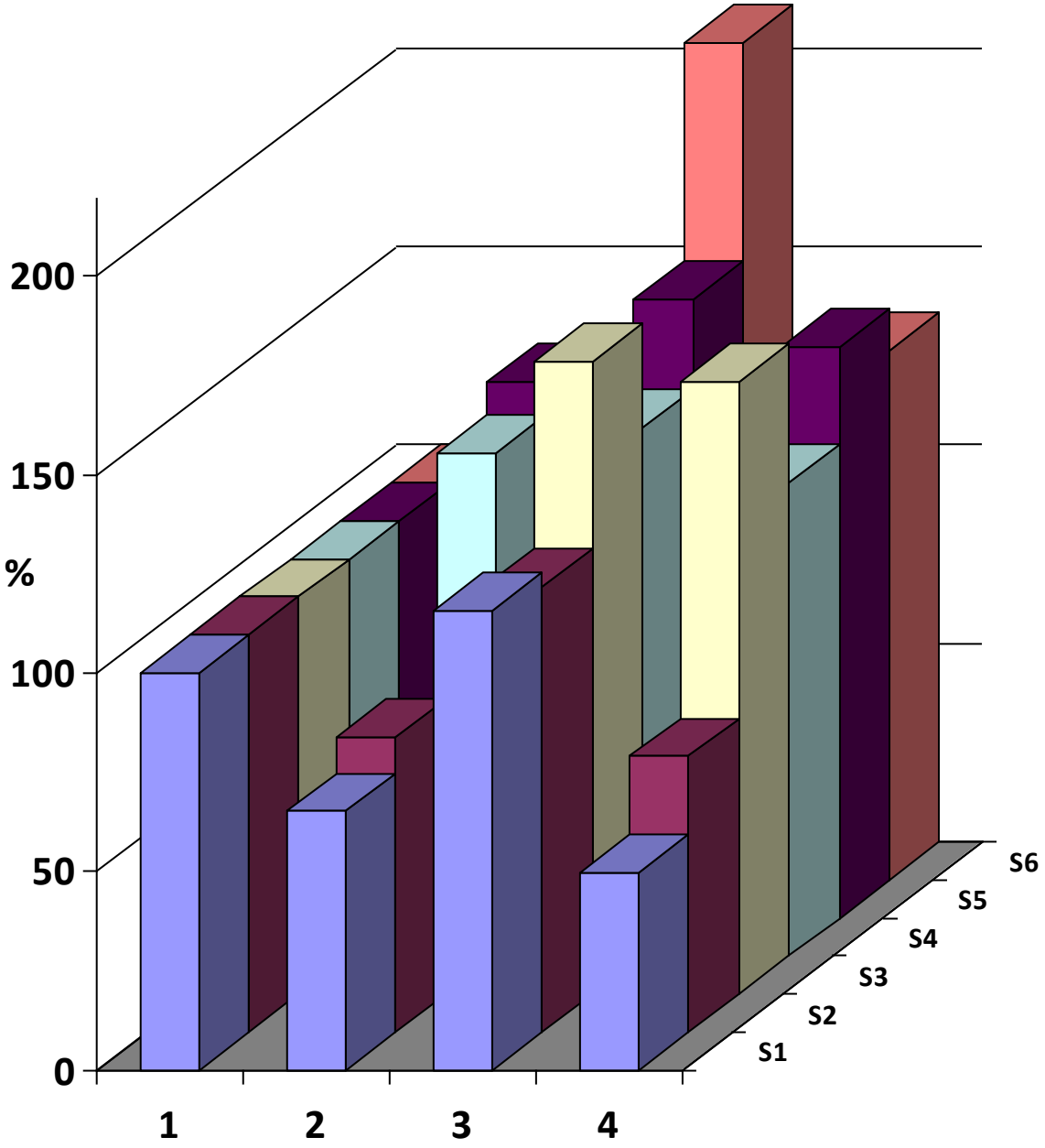
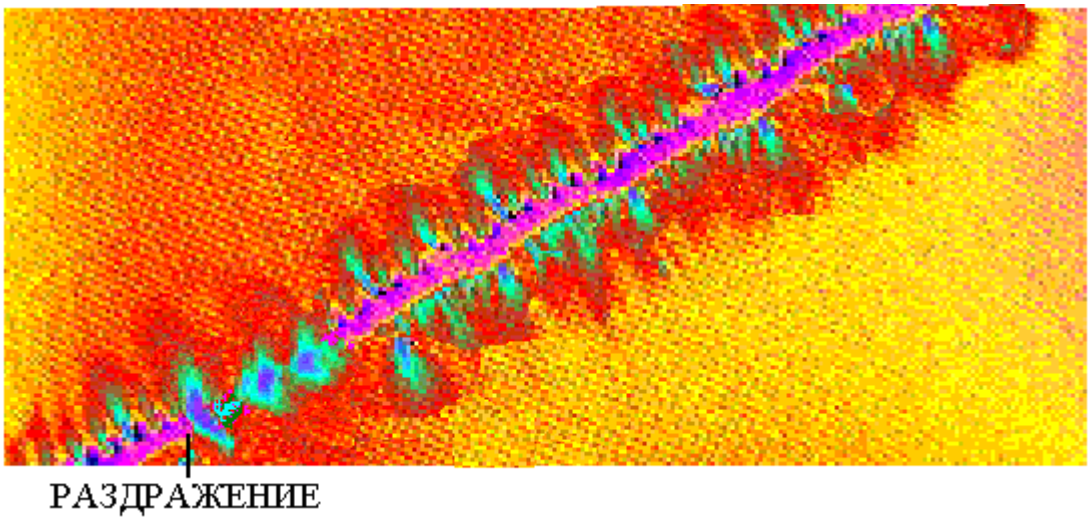


Рисунок 3 - Соотношение площадей проекций (S1, S2, S3, S4, S5, S6) очагов свечения в седалищном нерве лягушки, движущихся в сторону лапки лягушки при стимуляции нерва электрическими импульсами 1Гц. Очаг свечения 1 отражает возбуждение волокон Aα, очаг 2 – Aß, очаг 3 – AÝ, очаг 4 – B. Площадь очага 1 принята за 100%

В высокочастотном электрическом поле вне стимуляции седалищного нерва лягушки наблюдали только краевое свечение, а при раздражении периферического конца нерва, наряду с краевым свечением, - очаги внутреннего свечения. При раздражении периферического конца нерва очаги возбуждения 5, 6, 7 распространялись в сторону спинного мозга (рисунок 4, таблица 2).

7 6 5



ОЧАГИ СВЕЧЕНИЯ КРАЕВОЕ СВЕЧЕНИЕ

Рисунок 4 - Краевое свечение седалищного нерва лягушки в высокочастотном электрическом поле и 5, 6, 7 очаги свечения внутри нерва при раздражении его периферического конца

Наибольшую площадь из очагов свечения, движущихся к мышце, имеет очаг, соответствующий по скорости волокнам Aα, затем Aγ и Aß. Больше всего возбуждается Aα волокон и меньше волокон группы Aß седалищного нерва лягушки.

При раздражении нерва посередине возбуждение распространяется в два конца. В наших наблюдениях очаги свечения 1, 2, 3, 4 перемещались в сторону мышцы, а очаги 4, 5, 6, 7 в сторону спинного мозга.

Таблица 2 - Сопоставление площадей светящихся очагов, движущихся в сторону спинного мозга и их проекций в седалищном нерве лягушки при его стимуляции электрическими импульсами 1Гц

Показатели	n=25	Группы волокон по скорости проведения очагов свечения		
		А		
		Аα	**Аß**	**Аγ**
		Номера очагов		
		5	6	7
Скорость проведения очагов свечения в м/с	M±m δ	45,2±0,5 2,4	21,5±0,4 2,2 P_1<0,001	15,6±0,4 1,8 P_2<0,001 P_3<0,001
Площадь очагов свечения на сканограмме в мм^2	M±m δ	7,4±0,5 2,5	6,8±0,4 1,9 P_1<0,001	3,8±0,2 1,1 P_2<0,001 P_3<0,001
Площадь проекций очагов свечения на сканограмме в мм^2				
1	M±m δ	20,2±0,5 2,4	40,6±0,4 2,2 P_1<0,001	12,6±0,4 1,9 P_2<0,001 P_3<0,001
2	M±m δ	40,2±0,5 2,5	62,4±0,4 2,2 P_1<0,001	20,5±0,3 1,7 P_2<0,001 P_3<0,001
3	M±m δ	48,2±0,5 2,5	84,4±0,4 2,2 P_1<0,001	26,4±0,5 1,9 P_2<0,001 P_3<0,001
4	M±m δ	88,7±0,3 1,3	127,5±0,4 2,2 P_1<0,001	59,8±0,2 1,2 P_2<0,001 P_3<0,001
5	M±m δ	146,6±0,5 2,5	159,8±0,4 2,3 P_1<0,001	119,8±0,3 1,3 P_2<0,001 P_3<0,001
6	M±m δ	208,4±0,5 2,4	147,6±0,5 2,4	113,6±0,3 1,8

			P_1<0,001	P_2<0,001 P_3<0,001
7	M±m δ	208,4±0,5 2,4	147,6±0,5 2,4 P_1<0,001	113,6±0,3 1,8 P_2<0,001 P_3<0,001

Примечание. Обозначения как в таблице 1.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Настоящее исследование посвящено созданию и апробированию метода визуализации распространения возбуждения в соматическом (седалищном) нерве в высокочастотном электрическом поле. Принципами создания метода являлась высокая разрешающая способность, простота, дешевизна, устранение недостатков применяемых методов визуализации возбуждения в нерве.

Предложенный метод принципиально отличается от используемых флюоресцентных методов визуализации возбуждения, основанных на свечении флулорецентного вещества нанесенного на поверхность ткани, при стимуляции красителя лучом лазера **(**Л.В. Розенштраух с соавт., 2009).

Однако регистрация при помощи оптического метода возможна только с поверхности, что является очень существенным, так как в толще нервного ствола проходит огромная масса нервных волокон, нейрональная активность которых данным методом не отражается.

Поэтому в нашем исследовании мы использовали свечение седалищного нерва в высокочастотном электрическом поле.

В высокочастотном электрическом поле вне раздражения седалищного нерва лягушки, в нерве наблюдали краевое свечение. Краевое свечение живых и неживых объектов было открыто супругами Кирлиан (С.Д. Кирлиан В.Х., Кирлиан, 1964) - «эффект Кирлиан» (А.П.Бойченко, М.А. Шустов, 2003).

Эффект Кирлиана это коронный разряд в высокочастотном электрическом поле. Он присущ как живым, так и неживым объектам. При этом на живых

объектах он отражает состояние самого объекта (А.П.Бойченко, М.А. Шустов, 2004).

В высокочастотном электрическом поле при стимуляции нерва электрическими импульсами от электростимулятора, имеет место появление в нем движущихся очагов свечения на фоне краевого свечения. Эти очаги исчезали при прекращении раздражения, в то время как краевое свечение сохранялось. Очаги свечения вызывали сокращения лапки лягушки. Это указывает на то, что очаги являются маркерами процесса возбуждения в нерве.

Общеизвестно, что организмом животных и человека генерируются электрические и другие поля. Факт существования квантовых потоков в живых системах привел к возникновению квантовой биологии – науке об изучении биологических процессов на уровне квантов (В.П. Казначеев,2015; Л.В. Танин, 2007).

Вопрос о квантовых потоках в биологических системах в литературе поднят в шестидесятые годы 20 века, а исследования биологической роли квантовых потоков начиная с работ А.Г. Гурвича. А.Г. Гурвич в 1923 году описал митогенетический эффект (Б.Н Тарусов, 1967).

В 30-е годы прошлого века был сконструирован прибор для измерения такого свечения – фотоумножитель (Ю.Ф.Владимиров, Е.В.Проскурина, 2009).

Полученные данные при помощи этого прибора показали, что живые ткани постоянно испускают слабые световые потоки в спектре 360 – 800 нм.

Причем, это свечение отличается от митогенетического не только спектральными характеристиками, но и биологическим действием: оно не оказывает влияние на клеточное деление. Интенсивность свечения зависела от уровня обменных процессов и получило название спонтанного метаболического свечения (Хабибуллин Р. Р. Федосов А. В., 2006).

Информационную роль в биологических системах могут выполнять квантовые потоки. Поскольку в живых клетках происходят сотни тысяч ферментативных реакций, а каждая полиферментативная реакция протекает с

участием квантовых механизмов, то они являются источником характерного для этих клеток электромагнитного поля (В.П. Казначеев с соавт., 2015).

Регистрация оптического излучения нерва выполненное подтверждает это предположение. Излучение было записано с помощью квантометра. В качестве объекта был взят седалищный нерв лягушки, излучение которого стимулировалось электрическими импульсами, подаваемыми на препарат (В.П. Казначеев с соавт., 2015).

Таким образом, наблюдаемые в наших опытах очаги свечения в нерве, по-видимому имеют природу, близкую к слабого свечению. Для его выявления в нерве мы использовали высокочастотное электрическое поле.

В нашем исследовании показано, что при раздражении центрального конца седалищного нерва электрическими импульсами с частотой 1Гц в нем возникали очаги свечения, которые двигались в сторону мышцы и вызывали одиночные мышечные сокращения.

При стимуляции периферического конца седалищного нерва электрическими импульсами в нем так же возникали очаги свечения, которые двигались в сторону спинного мозга.

При раздражении седалищного нерва по середине одни светящиеся очаги распространялись в сторону мышцы, а другие в сторону спинного мозга. Это указывает на двухстороннее проведение возбуждения в нервных волокнах.

Если считать светящиеся очаги в нерве маркерами очагов возбуждения, то по скорости проведения можно условно выделить волокна группы А (Аα, Аß, АЎ) и В. На это указывает сравнение скорости движения очагов свечения с литературными данными скорости проведения возбуждения по волокнам седалищного нерва (таблица 3).

Скорость распространения возбуждения в нервных миелиновых волокнах зависит от их толщины: чем волокно толще, тем больше скорость

Как известно, существует прямая зависимость между толщиной волокна и скоростью проведения нервных импульсов. В толстых миелиновых волокнах

скорость проведения нервного импульса больше, чем в тонких. Площадь очагов свечения на сканограммах уменьшалась от группы Aα к группе B (таблица 4).

Таблица 3 - Сопоставление скорости светящихся очагов в седалищном нерве лягушки при его стимуляции электрическими импульсами 1Гц с литературными данными скорости распространения возбуждения по волокнам группы А и волокнам В седалищного нерва лягушки.

Показатели	Группы волокон по скорости проведения очагов свечения			
	А			**В**
	Aα	**Aß**	**Aγ**	
Скорость проведения очагов свечения в м/с по данным исследования	45,2±0,5	21,6±0,4	14,6±0,4	10,3±0,3
Скорость проведения очагов свечения в м/с по данным И.В. Мухина, А.В. Грибкова (2010)	42,0	25,0	16,0	10 - 15

Таблица 4 - Площади светящихся очагов в седалищном нерве лягушки при его стимуляции электрическими импульсами 1Гц с литературными данными количества нервных волокон группы А волокнам В в седалищном нерве лягушки.

Показатели	Группы волокон в седалищном нерве лягушки			
	А			**В**
	Aα	**Aß**	**Aγ**	
Площадь очагов свечения на сканограмме в мм^2	8,1±0,5	4,1±0,2	3,8±0,2	2,9±0,2
	3,2 – 8,0			2,4
Диаметр волокон в мкм по данным И.В. Мухина, А.В. Грибкова (2010)	2,5 – 16,0			3,0
Количество волокон в седалищном нерве лягушки по данным И.В. Мухина, А.В. Грибкова (2010)	2000			

Известно, что нервные волокна сгруппированы в отдельные пучки различного калибра. Седалищный нерв относится к многопучковым нервам.

На сканограммах видно, что очаги свечения находятся не на одном уровне. Возможно, они отражают распространение возбуждения в группах нервных волокон, идущих в толще нерва на разной глубине. В то же время, проекции очагов свечения указывают на одинаковость слоев залегания нервных пучков с разной скоростью проведения.

Таким образом, проекции очагов свечения на поверхности седалищного нерва не отражают очаги свечения, а, следовательно, и процессы возбуждения в глубине нерва. Именно это является основным преимуществом предлагаемого метода по отношению к методу регистрации оптического сверхслабого излучения нерва и флюоресцентных методов визуализации возбуждения.

ВЫВОДЫ

1. В высокочастотном электрическом поле в седалищном нерве лягушки при раздражении электрическими импульсами целостного нерва, периферического или центрального конца перерезанного нерва наряду с краевым выявлено внутреннее свечение, представленое светящимися очагами, отличающимися по площади и скорости распространения.

2. При прекращении раздражения нерва внутреннее свечение исчезало, в то время как краевое свечение продолжалось. При прекращении действия электрического поля краевое свечение исчезало. Следовательно, очаги внутреннего свечения отражают процесс возбуждения нервных волокон.

3. При стимуляции центрального конца перерезанного седалищного нерва в высокочастотном электрическом поле наблюдались 4 светящихся очага, которые перемещались в направлении к лапке и вызывали её сокращение.

4. Раздражение периферического конца перерезанного седалищного нерва вызывало очаги свечения, которые двигались в сторону спинного мозга.

5. Стимуляция седалищного нерва посередине приводило к появлению

двух групп очагов. Одна группа двигалась к спинному мозгу, другая − к лапке.

6. В высокочастотном электрическом поле выявляется процесс возбуждения в нервных волокнах Aα, Aβ, Aγ, B.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Данные настоящего исследования служат основой для изучения процесса проведения пусковых сигналов в соматических нервах.

2. Рекомендуется включить их в лекционный курс по нормальной физиологии.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

1. Полученные сведения будут использоваться в дальнейших научных исследованиях процесса распространения возбуждения по нервам.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в ведущих научных изданиях рекомендованных ВАК РФ

1.*Визуализация возбуждения в седалищном нерве лягушки в высокочастотном электрическом поле / Н.В. Корнилова, В.Г. Абушкевич, А.Г. Похотько, Е.Г. Потягайло // Кубанский научный медицинский вестник. – 2015. – № 5 (154). – С. 85-89.

2.*Корнилова, Н.В. Визуализация распространения возбуждения в седалищном нерве лягушки / Н.В. Корнилова // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 6; URL: www.science-education.ru/130-23445 (дата обращения: 04.12.2015).

3.*Визуализация процесса возбуждения в нервах лягушки / В.М. Покровский, В.Г. Абушкевич, Н.В. Корнилова [и др.] // Кубанский научный медицинский вестник. – 2018. – Т. 25, №4. – С. 51-54.

Работы, опубликованные в других журналах

4.Похотько, А.Г. Визуализация возбуждения в нерве / А.Г. Похотько, Н.В. Корнилова, В.Г. Абушкевич // В сборнике: Механизмы функционирования нервной, эндокринной и висцеральных систем в процессе онтогенеза материалы Международной научной конференции, посвященной 75-летию Адыгейского государственного университета. – 2015. – С. 387-389.

5. Визуализация процесса возбуждения в возбудимых тканях / Ю.Ю. Перова, В.А. Минкин, Н.В. Корнилова [и др.] // V съезд физиологов СНГ: сб. науч. тр. – Сочи, 2016. – С. 161.

6. Абушкевич, В.Г. Визуализация возбуждения в нерве в высокочастотном электрическом поле / В.Г. Абушкевич, Н.В. Корнилова, А.Г. Похотько // Материалы XXIII Физиологического общества имени И.П. Павлова. – Воронеж. – 2017. – С. 1644-1645.