

УДК 612.172.61:073.81] – 092.9

ВЫЯВЛЕНИЕ ОЧАГА ИНИЦИАЦИИ ВОЗБУЖДЕНИЯ В СИНОАТРИАЛЬНОМ УЗЛЕ СЕРДЦА КОШКИ

Сомов И.М.

*ГБОУ ВПО «Кубанский государственный медицинский университет» Минздрава России,
Краснодар, e-mail: iv.somov@yandex.ru*

Были проведены 14 экспериментов на сердцах наркотизированных кошек, со вскрытой грудной клеткой и перикардом, при искусственной вентиляции лёгких. На синоатриальную область работающего сердца помещали устройство для визуализации, создающее высокочастотное электрическое поле. В условиях наркоза наблюдали свечение пейсмекера. В исходном состоянии отмечали только один очаг внутреннего свечения. Он располагался в устье верхней полой вены. Внутри очага свечения выделялся очаг наибольшей яркости свечения. За ним следовали зоны менее интенсивного свечения. В более поверхностных срезах возбуждение распространялось быстрее, чем в более глубоких. Об этом свидетельствовали более широкие поверхностные срезы и большая их площадь. Возбуждение из пейсмекера распространялось на ткань синоатриальной области сердца кошки, при этом проекция участка свечения возбуждённой ткани имела форму перевёрнутого конуса. Распространившийся процесс возбуждения направлен из глубины к поверхности ткани синоатриальной области сердца с отрицательным градиентом интенсивности свечения.

Ключевые слова: высокочастотное электрическое поле, свечение очага возбуждения

IDENTIFY THE GLOW OF INITIATION OF THE EXCITATION IN THE SINOAtrial NODE OF THE HEART CATS

Somov I.M.

Kuban State Medical University, Krasnodar, e-mail: iv.somov@yandex.ru

Pacemaker emission zone into depolarization zone was observed in 14 experiments on the hearts of anesthetized cats, who were on mechanical ventilation with an open chest and pericardium, located in into high-frequency electric field. Pacemaker glow zone during its self-excitation, in the phase of the depolarization was observed. Only one hearth inner glow was observed in its original state. It was situated at the mouth of the superior vena cava. Inside the hearth glow hearth greatest brightness stood out. Followed by the zone less intense glow. Excitation in more superficial layers of pacemaker spread faster than in deeper. The more superficial cuts and most of their area. Excitement from the pacemaker was extended to the tissue of sinoatrial field of the heart of the cats. In this case the projection of area of emission of the excited tissue was in the form of an inverted cone. The spread excitation process was directed from depth to the surface of the tissue of the heart pacemaker with a negative gradient of the intensity of the emission.

Keywords: high-frequency electric field, hearth emission of excitement in pacemaker

Проблема формирования ритмогенеза сердца является актуальной для многих направлений естественнонаучного знания [14].

Ретроспектива научных подходов к изучению ритмогенеза сердца констатирует несколько тенденций. С целью исследования инициации ритмогенеза пейсмекером сердца в последнее время используются методы эпикардального, эндокардального, глобально-пространственного компьютерного картирования, метод оптического потенциала. Но все эти методы позволяют изучать лишь проекцию волны возбуждения на поверхность эпикарда или эндокарда, хотя источник возбуждения – пейсмекер лежит в глубине ткани.

В 2006 году В.Ю. Перов с соавт. [1, 2, 8] в беременной матке крысы, помещённой в высокочастотное электрическое поле, наряду с краевым свечением матки (эффект Кирилан) [3, 4, 5, 6, 7] наблюдал очаг свечения внутри матки [1]. В исследованиях М.Ю. Перовой с соавт. [9, 10, 11, 12, 13]

очаг внутреннего свечения был обнаружен в венозном синусе сердца лягушки. Его было показано, что очаг свечения отражает очаг первоначального возбуждения в венозном синусе сердца лягушки, выявляемый методом компьютерного картирования.

Наша работа явилась продолжением изучения процесса возбуждения в синоатриальной области сердца как перспективного метода исследования, обладающего высокой чувствительностью, безопасного для изучаемого биологического объекта, позволяющего получить новую информацию. Мы исходили из того, что визуализация очага свечения первоначального возбуждения в синоатриальном узле сердца теплокровного животного не изучена.

Цель исследования – визуализация очага первоначального возбуждения в синоатриальном узле (САУ) сердца кошки при раздражении периферического конца перерезанного блуждающего нерва.

Материал и методы исследования

Эксперименты были проведены на 14 беспородных кошках весом $3,5 \pm 0,4$ килограмма под тиопенталовым наркозом (40 мг на один кг веса) со вскрытой грудной клеткой и перикардом. После вскрытия перикарда на синоатриальную область работающего сердца помещали устройство для визуализации (сканер КЭЛСИ фирмы EISYS, Санкт-Петербург, Россия), позволявшее создать высокочастотное электрическое поле. При создании высокочастотного электрического поля (частота 1024 Гц) в течение 64 секунд осуществляли регистрацию очага свечения в синоатриальной области сердца.

В качестве параметров использовали площадь очага свечения на сканограмме, площадь очага интенсивного свечения, количество томографических слоёв очага свечения, толщину томографических срезов и расстояние между ними, гистограмму яркости свечения и длину волн очага.

Электрокардиограмму записывали в первом стандартном отведении. При этом возникало краевое свечение Кирлиан, а в фазу деполяризации визуально определялось свечение пейсмекера синоатриальной области сердца кошки в глубине ткани. Свечение регистрировалось в каждом опыте высокочувствительной телекамерой (1000 снимков в секунду), при помощи программы очаг инициации возбуждения раскрашивался в различные цвета в зависимости от интенсивности свечения и это было представлено в виде 30-секундного видеофильма. Применяя программу «3d», сканировали семь срезов очага свечения, определяли площади, диаметры и расстояния между срезами с целью оценки интенсивности процесса возбуждения пейсмекера. Наряду с этим определяли локализацию очага свечения в зоне пейсмекера, расстояние его от устья полых вен и направление распространения процесса возбуждения. Размеры очага визуализации возбуждения измерялись на сканограмме и они могут не соответствовать действительным размерам сердца.

Программа строила изохронную карту распространения возбуждения, что позволяло определить время и место первоначального возникновения возбуждения.

Наблюдения проводились в исходном состоянии.

Для статистического анализа результатов использованы программы «Statistica 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 $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

У 14 наркотизированных кошек, находящихся на искусственной вентиляции лёгких, со вскрытой грудной клеткой и перикардом, в исходном состоянии газоразрядная визуализация показала краевое свечение Кирлиан вокруг сердца кошки и расположение в САУ сердца единичного очага свечения первоначального возбуждения в глубине ткани пейсмекера. В исходном состоянии центр этого светящегося очага располагался

на расстоянии $20,6 \pm 0,4$ мм по диагонали от устья краниальной полых вен.

В исходном состоянии частота сердечных сокращений у наркотизированных кошек составляла $125,7 \pm 2,2$ в одну минуту.

При создании в области сердца высокочастотного электрического поля частота сердечных сокращений достоверно не изменялась ($P > 0,05$). В области САУ сердца в зоне его пейсмекера появлялся очаг свечения.

Время между появлением очага свечения и зубцом Р на ЭКГ было постоянным и составляло $0,07 \pm 0,01$ секунды.

Площадь очага свечения при исходном состоянии на компьютерном снимке составляла $191,7 \pm 7,3$ мм². Внутри него выделялся очаг наибольшей яркости свечения площадью $13,2 \pm 0,8$ мм². Очаг наибольшей яркости свечения соответствует по размеру и локализации очагу первоначального возбуждения. Таким образом, наблюдаемый светящийся очаг включает в себя очаг первоначального возбуждения и зону распространения возбуждения.

Компьютерная программа «3d» делала 7 томографических срезов с одинаковой интенсивностью свечения светящегося очага в синоатриальной области сердца кошки. Причём в вертикальном направлении распространение возбуждения шло быстрее, чем в горизонтальном направлении. Получали объёмное цветное изображение очага свечения в виде усечённого перевёрнутого конуса, при этом расстояния между срезами (h) превышали ширину срезов (n).

В исходном состоянии площади срезов составляли $12,9 \pm 0,8$; $18,8 \pm 0,9$; $29,0 \pm 0,8$; $42,9 \pm 1,2$; $74,3 \pm 1,8$; $135,5 \pm 3,2$; $191,7 \pm 7,3$ мм² ($p < 0,001$); ширина слоёв была равна $1,4 \pm 0,1$; $1,4 \pm 0,1$; $1,6 \pm 0,1$; $1,8 \pm 0,1$; $3,1 \pm 0,1$; $3,2 \pm 0,1$ мм ($p < 0,001$).

Возбуждение в более поверхностных слоях САУ распространялось быстрее, чем в более глубоких, о чём свидетельствуют более широкие поверхностные срезы и большая их площадь.

Ширина третьего среза светящегося очага в синоатриальной области сердца кошки достоверно не отличалась от ширины второго среза. Ширина четвёртого среза увеличивалась на 28,6%, пятого среза – на 100,0%, шестого среза – на 121,4% и седьмого среза – на 128,5%.

Расстояние между первым и вторым срезами светящегося очага в синоатриальной области сердца кошки достоверно не отличалось от расстояния между вторым и третьим срезами. Расстояние между третьим и четвёртым срезами уменьшилось на 5,0%, расстояние между четвёртым

и пятым срезами уменьшилось на 6,5%, расстояние между пятым и шестым срезами достоверно не изменилось, расстояние между шестым и седьмым срезами достоверно не изменилось.

Площадь второго среза превышала площадь первого среза светящегося очага на 65,2%. Площадь третьего среза увеличилась на 124,2%, четвёртого среза – на 248,5%, пятого среза – на 462,8%, шестого среза – на 926,7%, седьмого среза – на 1352,3%.

Яркость очага свечения в синоатриальной области сердца у кошек в исходном состоянии составляла $248,0 \pm 3,8$ пикселей.

Диапазон длин волн в нм составил в исходном состоянии $460,7 \pm 1,3 - 570,7 \pm 2,6$.

При воздействии высокочастотного электрического поля в синоатриальной области сердца кошки возникал очаг свечения. Он располагался в устье верхней поллой вены.

Появление очага свечения предшествовало зубцу Р на электрокардиограмме. Время между появлением очага свечения и зубцом Р на электрокардиограмме было постоянным.

Внутри очага свечения выделялся очаг наибольшей яркости свечения. За ним следовали зоны менее интенсивного свечения.

Компьютерная программа делала 7 томографических срезов с одинаковой интенсивности свечения светящегося очага в синоатриальной области сердца кошки. Самый маленький по площади срез был самым глубоким и самым интенсивным по свечению. Самый большой по площади срез был самым поверхностным и наименьшим по интенсивности свечения.

Томографические срезы имели вид усечённого конуса. Это указывало на то, что возбуждение в синоатриальной области распространялось как в вертикальном, так и в горизонтальном направлениях. Причём в вертикальном направлении распространение возбуждения шло быстрее, чем в горизонтальном.

В более поверхностных срезах возбуждение распространялось быстрее, чем в более глубоких, о чём свидетельствовали более широкие поверхностные срезы и большая их площадь.

Возбуждение из пейсмекера распространялось на ткань синоатриальной области сердца кошки, при этом проекция участка свечения возбуждённой ткани имела форму перевёрнутого конуса. Распространяющийся процесс возбуждения был направлен из глубины к поверхности ткани синоатриальной области сердца с отрицательным градиентом интенсивного свечения, о чём свидетельствует цветовая гамма изображе-

ния распространяющегося процесса возбуждения. В исходном состоянии наблюдали только один очаг внутреннего свечения.

Заключение

Из приведенных экспериментальных данных следует, что метод визуализации в высокочастотном электрическом поле даёт возможность наблюдать очаг свечения в глубине синоатриального узла сердца кошки, то есть процесс возбуждения пейсмекера, визуально и регистрировать его телекамерой. Подводя итог сказанному, отметим, что представленные данные свидетельствуют о большой информативности метода визуализации очага инициации возбуждения в синоатриальной области сердца кошки в высокочастотном электрическом поле, позволяющего регистрировать очаг внутреннего первоначального возбуждения сердца кошки по анализу его свечения непосредственно в точке возникновения, а не на поверхности эпикарда, оценить динамику процесса возбуждения по динамике изменения очага свечения, а также измерить диаметры и площади томографических срезов возбуждённой ткани.

Тем самым приведенные данные позволяют считать, что использованный методический подход позволит углубить представления о механизмах формирования ритма сердца.

Полученные результаты будут использованы для дальнейшего изучения проблемы ритмогенеза сердца.

Список литературы

1. Абушкевич В.Г., Федунова Л.В., Перов В.Ю., Перова М.Ю., Арделян А.Н., Сомов И.М. Использование эффекта Кирлиан для изучения возбудимости беременной матки крыс // Экология и дети: III Международный постоянно действующий конгресс. – Анапа, 2006. – С. 185–186.
2. Абушкевич В.Г., Федунова Л.В., Перов В.Ю., Перова М.Ю., Арделян А.Н., Сомов И.М. Методика применения эффекта Кирлиан для изучения свойства матки крыс // Экология и дети: III Международный постоянно действующий конгресс. – Анапа, 2006. – С. 213–214.
3. Зойченко А.П., Шустов М.А. Основы газоразрядной фотографии. – Томск, 2004. – 315 с.
4. Гудакова Г.З., Галынкин В.А., Коротков К.Г. Исследования характеристик газоразрядного свечения микробиологических культур // Прикл. Спектроскопии. – 1988. – Т. 49. № 3. – С. 412–417.
5. Ефимов И.Р., Чена Ю., Самбелашвили А.Т., Никольский В.Н. Прогресс в изучении механизмов электрической стимуляции сердца (Часть 2) // Вестник аритмологии. – 2002. – № 28. – С. 1–17.
6. Кирлиан В.Х., Кирлиан С.Д. В мире чудесных разрядов. – Краснодар, 1964. – 198 с.
7. Коротков К.Г. Основы ГРВ биоэлектрографии. – СПб., 2001. – 360 с.
8. Перов В.Ю., Перова М.Ю., Арделян А.Н., Сомов И.М. Методика применения эффекта Кирлиан для изучения свойств матки крыс // Современные проблемы науки и образования. – № 4. Приложение № 1. – М., 2006. – С. 157.

9. Перова М.Ю. Локализация пейсмекера венозного синуса сердца и регистрация динамики возбуждения в нём методом газоразрядной визуализации // Современные проблемы науки и образования. – М., 2007. – № 4. – С. 145–146.

10. 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.

11. 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.

12. 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.

13. Перова М.Ю., Абушкевич В.Г., Федунова Л.В., Перов В.Ю. Газоразрядная визуализация процесса возбуждения в пейсмекере венозного синуса сердца лягушки при вагусно-сердечной синхронизации // Кубанский научный медицинский вестник. – 2010. – № 3–4 (117–118). – С. 151–156.

14. Покровский В.М. Формирование ритма сердца в организме человека и животных. – Краснодар, 2007. – 143 с.

References

1. Abushkevich V.G., Fedunova L.V., Perov V.U., Perova M.U., Ardalian A.N., Somov I.M. III Mezhdunarodnyy postoyanno deystvuyuschiy congress «Ekologiya i deti» (International permanent congress «Ecology and children»). Anapa, 2006, pp. 185–186.

2. Abushkevich V.G., Fedunova L.V., Perov V.U., Perova M.U., Ardalian A.N., Somov I.M. III Mezhdunarodnyy postoyanno deystvuyuschiy congress «Ekologiyai i deti». (International permanent congress « Ecology and children»). Anapa, 2006, pp. 213–214.

3. Boychenko A.P., SHustov M.A. Osnovy gazorazryadnoy fotografii (Fundamentals of gas-discharge photography). Tomsk, 2004. 315 p.

4. Gudakova G.Z., Galynkin V.A., Korotkov K.G. ZHurn. «Prikl. Spektroskopii» – Journal of applied spectroscopy, 1988, T. 49. no. 3. pp. 412–417.

5. Efimov I.R., Chena Yu., Sambelashvili A.T., Nirkolskiy V.N. Vestnik aritmiologii – Herald Arrhythmology, 2002, no. 28, pp. 1–17.

6. Kirlian V.Kh., Kirlian S.D. V mire chudesnykh razryadov (In the world of wonderful bits). Krasnodar, 1964. pp. 198.

7. Korotkov K.G. Osnovy DRV bioelektrografii (Basics of GRV bioelectrography). Spb, 2001. pp. 360.

8. Perob V.U., Perova M.U., Ardalian A.N., Somov I.M. Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya – Modern problems of science and education, no. 4. Application no. 1, M., 2006, pp. 157.

9. Perova M/Yu. Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya – Modern problems of science and education, M., 2007, no. 4, pp. 145–146.

10. Perova M.U., Abushkevich V.G., Fedunova L.V., Perov V.U. Kubanskiy nauchnyi meditsinskiy vestnik – Kuban scientific medical journal, 2008, no.6 (105), pp. 49–51.

11. Perova M.U., Abushkevich V.G., Fedunova L.V., Perov V.U. Kubanskiy nauchnyi meditsinskiy vestnik – Kuban scientific medical journal, 2009, no. 3 (108), pp. 94–100.

12. Perova M.U., Abushkevich V.G., Fedunova L.V., Perov V.U. Kubanskiy nauchnyi meditsinskiy vestnik – Kuban scientific medical journal, 2010, no.1 (115), pp. 78–85.

13. Perova M.U., Abushkevich V.G., Fedunova L.V., Perov V.U. Kubanskiy nauchnyi meditsinskiy vestnik – Kuban scientific medical journal, 2010, no. 3–4 (117–118), pp. 151–156.

14. Pokrovskii V.M. Formirovanie ritma serdtsa v organizme cheloveka i zhivotnykh (Heart rhythm formation in human and animals). Krasnodar, 2007. 143 p

Рецензенты:

Бердичевская Е.М., д.м.н., профессор, зав. кафедрой физиологии, ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма», г. Краснодар;

Петров Ю.М., д.м.н., профессор, зав. кафедрой физиологии, НОЧУ ВПО «Кубанский медицинский институт», г. Краснодар.