

ВЛИЯНИЕ АФФЕРЕНТНЫХ СИГНАЛОВ НА НЕЙРОНАЛЬНУЮ АКТИВНОСТЬ В ПРОДОЛГОВАТОМ МОЗГЕ ЛЯГУШКИ, СВЯЗАННУЮ С РИТМОМ СЕРДЦА

¹Коданев А.В.

¹ГБОУ ВПО «Кубанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Краснодар, Россия (350063, г. Краснодар, ул. Седина, 4), abushkevich_v@mail.ru

В продолговатом мозге лягушки в высокочастотном электрическом поле наблюдался очаг свечения, приуроченный к ритму сердца. Очаг свечения появлялся перед зубцом возбуждения венозного синуса. Затем свечение исчезало и вновь возникало перед зубцом венозного синуса. Такая динамика позволила нам предположить, что очаг свечения в области продолговатого мозга лягушки отражает возбуждение сердечно-сосудистого центра. Очаг свечения включает в себя зону наиболее интенсивного свечения и зоны менее интенсивного свечения. Поскольку в сердечно-сосудистом центре свечение отражает процесс возбуждения как в афферентных, так и эфферентных нейронах, для выявления эфферентных структур мы проводили удаление сердца. После удаления сердца картина возбуждения в сердечно-сосудистом центре изменялась – интенсивность свечения падала. Таким образом, очаг свечения в сердечно-сосудистом центре отражает два компонента возбуждения – афферентный и эфферентный. Метод визуализации возбуждения в высокочастотном электрическом поле позволяет выявить эфферентные сигналы в продолговатом мозге лягушки, связанные с ритмом сердца, что необходимо для изучения механизмов центрального ритмогенеза сердца.

Ключевые слова: свечение в высокочастотном поле, сердечно-сосудистый центр, афферентный и эфферентный сигналы.

THE EFFECT OF AFFERENT SIGNALS ON THE NEURONAL ACTIVITY IN THE FROG MEDULLA OBLONGATA IN CORRELATION TO THE HEART RHYTHM

Kodanev A.V.

State Budget-Funded Educational Institution of Higher Professional Education “Kuban State Medical University” of the Ministry of Healthcare of Russian Federation (Russia, 350063, Krasnodar, Sedina st.4), abushkevich_v@mail.ru

In the medulla oblongata of the frog in the high frequency electrical field there was noted a flash related to the heart rhythm. The flash appeared before the excitation wave of the venous sinus. After that the flash would disappear and would reappear again before the wave of the venous sinus. This type of dynamics allowed us to suggest that the flash in this particular area of medulla oblongata of the frog reflects the excitation of the cardiovascular center. The flashed area includes an area of a more intense light and the less intense areas. Since the flash is reflecting the excitation process in the cardiovascular center both for the afferent and the efferent neurons, we have performed cardiac extirpation to determine the efferent structures. After the cardiac extirpation the map of the excitation in the cardiovascular center has changed-the intensity of the light decreased. Thus, the flash in the cardiovascular center reflects two components of the excitation-the efferent and the afferent. The method of visualization in the high frequency electric field allows to detect the efferent signals in the frog medulla, that are related to the heart rhythm, which is necessary for the study of the central cardiac rhythmogenesis mechanisms.

Keywords: flash in the high frequency field, cardiovascular center, afferent and efferent signals.

Актуальным являются исследования механизмов нервной регуляции деятельности сердца [2]. В настоящее время наряду с традиционной точкой зрения о генерации ритма сердца в автоматогенных структурах сино-атриального узла существует альтернативный взгляд - сформирована концепция об иерархической системе ритмогенеза сердца. Согласно этой теории, ритм сердца зарождается в головном мозге (в сердечно-сосудистом центре продолговатого мозга) в форме залпов нервных импульсов, которые по блуждающим нервам

поступают к синоатриальному узлу сердца и при взаимодействии с его автоматогенными структурами формируется ритм сердца [1].

Существующие методы исследования центральной нервной системы не позволяют в полной мере изучать механизмы центрального ритмогенеза сердца.

Так, микроэлектродный метод дает возможность исследовать биоэлектрическую активность одной клетки, а не целого центра [3].

Метод картирования биоэлектрической активности продолговатого мозга имеет малую информативность вследствие несопоставления между размерами электродов матрицы и размерами клеток мозга [4].

Кроме того, импульсная активность нейронов сердечно-сосудистого центра продолговатого мозга не всегда имеет видимую приуроченность с фазами сердечного цикла [5]. Поэтому для выявления скрытой сердечной модуляции и участия различных нейронов в реализации центральных влияний на сердце проводится компьютерная математическая обработка импульсной активности отдельных нейронов с определением количества нейрональных импульсов на заданном интервале времени, с последующим «выкапчиванием» полезного сигнала. Однако, такой метод требует повторяющейся пачечной импульсации т.е. «жесткий» ритм. В природе ритм не «жесткий», а имеет вариабельность [5]. Это ограничивает возможность применения данного метода.

Цель работы: выявить афферентные и эфферентные сигналы в продолговатом мозге лягушки, связанные с ритмом сердца, методом визуализации возбуждения в высокочастотном поле для изучения механизмов центрального ритмогенеза сердца.

Материалы и методы

Эксперименты были выполнены на 30 лягушках *Rana temporaria*, обездвиженных путём разрушения спинного мозга. Со стороны грудной клетки оперативным путем вырезали «окно» на уровне сердца. Лягушку фиксировали брюшком книзу таким образом, что сердце находилось над отверстием в препаровальной дощечке. Регистрировали электрокардиограмму. Вскрывали черепную коробку и над продолговатым мозгом лягушки устанавливали сканер газоразрядной визуализации установки КЭЛСИ, создающей высокочастотное электрическое поле (1024 Гц). Сканером с высокочувствительной телекамерой снимали 60-секундный видеофильм (частота покадровой съемки 1000 кадров в секунду), во время которого регистрировали очаг свечения в области продолговатого мозга. Последний отражал возбуждение в сердечно-сосудистом центре, поскольку его появление совпадало с возникновением зубца венозного синуса на электрокардиограмме.

Определяли площадь очага свечения. В нем по интенсивности свечения выделяли 7 зон. Регистрацию осуществляли до и после удаления сердца через отверстие в препоравальной дощечке.

Статистический анализ результатов исследования был проведен с использованием программ: «STATISTIKA 6,0 for Windows» За достоверные различия в сравнении средних величин брали t-критерий Стьюдента при $p < 0,05$. Определяли коэффициент парной корреляции.

Результаты и обсуждение

В продолговатом мозге лягушки в высокочастотном электрическом поле наблюдался очаг свечения, приуроченный к ритму сердца.

Очаг свечения появлялся перед зубцом возбуждения венозного синуса. Затем свечение исчезало и вновь возникало перед зубцом венозного синуса. Такая динамика позволила нам предположить, что очаг свечения в области продолговатого мозга лягушки отражает возбуждение сердечно-сосудистого центра.

Очаг свечения включает в себя зону наиболее интенсивного свечения и зоны менее интенсивного свечения.

Интенсивность свечения очага уменьшалась от зоны 1 к зоне 7. Наименьшей по интенсивности свечения была зона 7. Зоны имели разную площадь свечения (таблица 1).

Поскольку в сердечно-сосудистом центре свечение отражает процесс возбуждения как в афферентных, так и эфферентных нейронах, для выявления эфферентных структур мы проводили удаление сердца. После удаления сердца картина возбуждения в сердечно-сосудистом центре изменялась (таблица 2).

Таблица 1

Параметры зон очага свечения в продолговатом мозге лягушки до удаления сердца ($M \pm m$)

Параметры	Очаг свечения	Зоны свечения						
		1	2	3	4	5	6	7
Истинная площадь в мм ²	1,32±0,03							
Площадь на сканограмме в %	100,0%	28,2	22,0	9,4	6,5	3,2	8,1	22,6
Интенсивность зон свечения в биттах	255,0 ±0,5	234,2 ±0,7	207,3 ±0,2	180,6 ±0,4	153,0 ±0,7	126,4 ±0,2	99,1 ±0,6	73,0 ±0,8

Таблица 2

Параметры зон очага свечения в продолговатом мозге лягушки после удаления сердца
(M±m)

Параметры	Очаг свечения	Зоны свечения						
		1	2	3	4	5	6	7
Истинная площадь в мм ²	1,32±0,03							
Площадь на сканограмме в %	100,0%	12,4	29,7	9,4	16,3	11,5	6,3	14,4
Интенсивность зон свечения в биттах	255,0±0,5	181,0±0,4	161,5±0,8	142,4±0,3	123,0±0,9	103,5±0,4	84,0±0,3	65,2±0,3

Из приведенных результатов видно, что после удаления сердца площадь зоны наибольшей интенсивности свечения и сама интенсивность свечения уменьшались (табл. 3).

Таблица 3

Параметры зон очага свечения в продолговатом мозге лягушки до и после удаления сердца
(M±m)

Параметры	До удаления сердца	После удаления сердца
Площадь на сканограмме в % 1 зоны	28,2	12,4 P<0,001
Интенсивность свечения в биттах		
1 зона	234,2±0,7	181,0±0,4 P<0,001
2 зона	207,3±0,2	161,5±0,8 P<0,001
3 зона	180,6±0,4	142,4±0,3 P<0,001
4 зона	153,0±0,7	123,0±0,9 P<0,001
5 зона	126,4±0,2	103,5±0,4 P<0,001
6 зона	99,1±0,6	84,0±0,3 P<0,001
7 зона	73,0±0,8	65,2±0,3 P<0,001

Таким образом, очаг свечения в сердечно-сосудистом центре отражает два компонента возбуждения – афферентный и эфферентный. Метод визуализации возбуждения в высокочастотном электрическом поле позволяет выявить эфферентные сигналы в

продолговатом мозге лягушки, связанные с ритмом сердца, что необходимо для изучения механизмов центрального ритмогенеза сердца.

Список литературы

1. Покровский В.М. Формирование ритма сердца в организме человека и животных. – Краснодар : Кубань-книга, 2007. - 143 с.
2. Руководство по кардиологии / под. Ред. В.Н. Коваленко. – К.: МОРИОН, 2008. – 1424 с.
3. DeMarse Thomas B., Dockendorf Karl P. Adaptive flight control with living neuronal networks on microelectrode arrays// - Neural Networks. - 2005. – V. 3. – P. 1548-1551.
4. Nadav Raichman. Eshel Ben-Jacob Identifying repeating motifs in the activation of synchronized bursts in cultured neuronal networks // Journal of neuroscience methods. – 2008. – V.170. – P. 96 – 110.
5. Wagenaar D.A., Pine J. and Potter S.M. An extremely rich repertoire of bursting patterns during the development of cortical cultures // BMC Neuroscience – 2006. – P. 7 – 11.

Рецензенты:

Каде А.Х., д.м.н., профессор, заведующий кафедрой общей и клинической патофизиологии Государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Кубанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Краснодар;

Линченко С.Н., д.м.н., профессор, профессор кафедры мобилизационной подготовки здравоохранения и медицины катастроф Государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Кубанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Краснодар.