

УДК 612.17+612.8+612.2

UDC 612.17+612.8+612.2

14.00.00 Медицинские науки

Medical sciences

**ИЗМЕНЕНИЕ АФФЕРЕНТНОЙ  
НЕЙРОНАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ В  
ПРОДОЛГОВАТОМ МОЗГЕ ЛЯГУШКИ ПРИ  
УСВОЕНИИ СЕРДЦЕМ РИТМА ВАГО-  
СИМПАТИЧЕСКОГО СТВОЛА****CHANGE OF THE NEURONAL AFFERENT  
ACTIVITY IN THE FROG MEDULLA  
OBLONGATA FOR LEARNING THE HEART  
VAGO - SYMPATHETIC TRUNK RHYTHM**

Махнова Наталья Михайловна  
ГБОУ ВПО «Кубанский государственный  
медицинский университет» Министерства  
здравоохранения Российской Федерации, 350063, г.  
Краснодар, ул. Седина, 4., Россия

Makhnova Natalia Mikhaylovna  
Kuban state medical university, Krasnodar, Russia

В высокочастотном электрическом поле выявлены  
афферентные сигналы в продолговатом мозге  
лягушки при усвоении сердцем ритма ваго-  
симпатического ствола

In the high frequency electric field we have revealed  
afferent signals in the frog medulla oblongata for  
learning the heart vago - sympathetic trunk rhythm

Ключевые слова: ИЗМЕНЕНИЕ АФФЕРЕНТНОЙ  
НЕЙРОНАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ,  
ПРОДОЛГОВАТЫЙ МОЗГ ЛЯГУШКИ, СЕРДЦЕ,  
РИТМ ВАГО-СИМПАТИЧЕСКОГО СТВОЛА

Keywords: CHANGE OF THE NEURONAL  
AFFERENT ACTIVITY, FROG, MEDULLA  
OBLONGATA, HEART, VAGO - SYMPATHETIC  
TRUNK RHYTHM

Традиционные теории генерации сердечного ритма в синоатриальном узле не объясняют полученные в ряде отечественных и зарубежных лабораторий факты управления ритмом сердца посредством залпового раздражения блуждающего нерва в определённых диапазонах частот [1, 3, 8, 9]. Совокупность этих данных, а также результаты многолетнего подробного изучения феномена управляемой брадикардии в лаборатории В.М. Покровского позволили ему сформулировать концепцию об иерархической системе ритмогенеза сердца. Согласно этим представлениям, в естественных условиях ритм сердца зарождается в головном мозге в форме залпов нервных импульсов, которые по блуждающим нервам поступают к синоатриальному узлу сердца, и при взаимодействии с ним происходит формирование сердечного ритма. При этом в целостном организме внутрисердечный генератор является жизнеобеспечивающим фактором, который поддерживает насосную функцию сердца тогда, когда центральная нервная система находится в

состоянии торможения. Центральный генератор обеспечивает адаптивные реакции сердца в естественных условиях. Возможность сердца воспроизводить центральный ритм основывается на специфичности электрофизиологических процессов во внутрисердечном пейсмекере. Интеграция двух иерархических уровней ритмогенеза обеспечивает надёжность и функциональное совершенство системы генерации ритма сердца в целостном организме [2, 4, 5, 6, 7].

Одним из методов, позволяющих исследовать центральный механизм ритмогенеза сердца является визуализация участка свечения продолговатого мозга, связанного с ритмом сердца, в высокочастотном электрическом поле. Этот светящийся очаг отражает как афферентную так и эфферентную нейрональную активность.

Цель работы – изучить динамику афферентных сигналов в продолговатом мозге лягушки при усвоении сердцем ритма вагосимпатического ствола.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Эксперименты были выполнены на 20 лягушках *Rana temporaria*, обездвиженных путём разрушения спинного мозга. Регистрировали электрокардиограмму. Вскрывали черепную коробку и над продолговатым мозгом лягушки помещали сканер газоразрядной визуализации установки КЭЛСИ, создающей высокочастотное электрическое поле (1024 Гц). Сканером с высокочувствительной телекамерой снимали 60-секундный видеофильм (частота покадровой съёмки 1000 кадров в секунду), во время которого регистрировали очаг свечения в области продолговатого мозга. Последний отражал афферентные сигналы в сердечно-сосудистом центре, поскольку его появление совпадало с окончанием зубца венозного синуса на электрокардиограмме.

Выделяли вагосимпатический ствол. Его перерезали и периферический конец раздражали залпами электрических импульсов. Залпы состояли из 4 импульсов, длительностью по 2 мс и частой внутри залпов 20 Гц. Частота залпов была 0,8 – 1 Гц.

Получали усвоение сердцем ритма вагосимпатического ствола при его залповом раздражении – управляемую брадикардию. Она состояла в том, что в ответ на каждый залп сердце совершало одно сокращение. Изменение частоты залпов вызывало синхронное изменение частоты сердечных сокращений в определенном частотном диапазоне.

При раздражении периферического конца перерезанного нерва электрическими импульсами в периодическом режиме получали брадикардию.

Определяли площадь очага свечения и площадь наиболее интенсивной зоны свечения до, во время усвоения сердцем ритма вагосимпатического ствола и при брадикардии.

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  $p < 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В продолговатом мозге лягушки в высокочастотном электрическом поле наблюдался очаг свечения, приуроченный к окончанию зубца V, отражающего окончание возбуждения в венозном синусе сердца лягушки (рис.1).

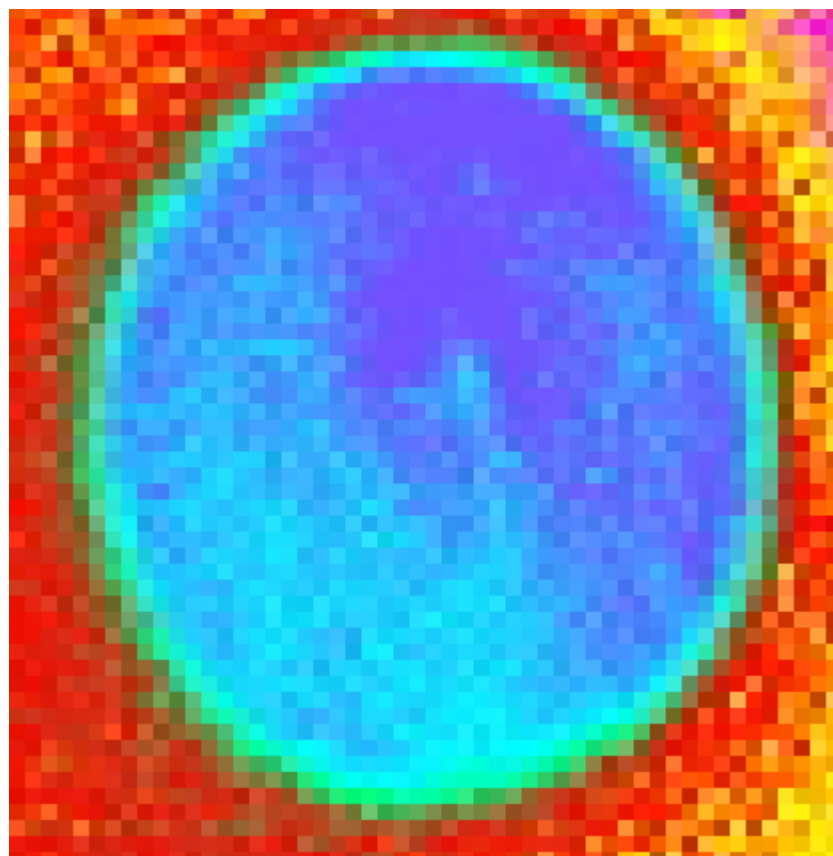
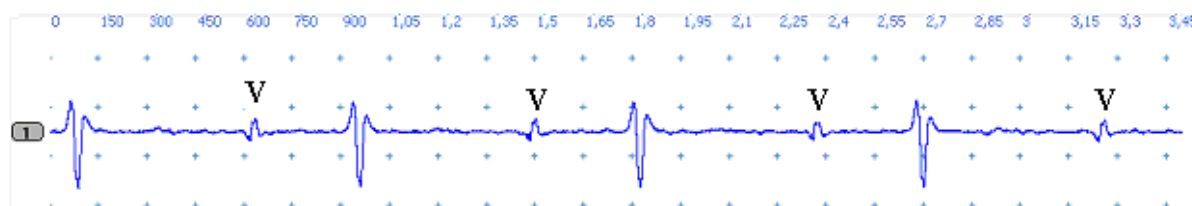


Рис.1. Свечение участка продолговатого мозга лягушки, приуроченного к окончанию возбуждения венозного синуса сердца лягушки в исходном состоянии. В верхней части рисунка электрокардиограмма. Ниже очаг свечения. Наиболее интенсивная зона свечения имеет синий цвет.

При раздражении периферического конца перерезанного вагосимпатического ствола залпами электрических импульсов получали усвоение сердцем ритма вагосимпатического ствола - феномен управляемой брадикардии (рис.2).

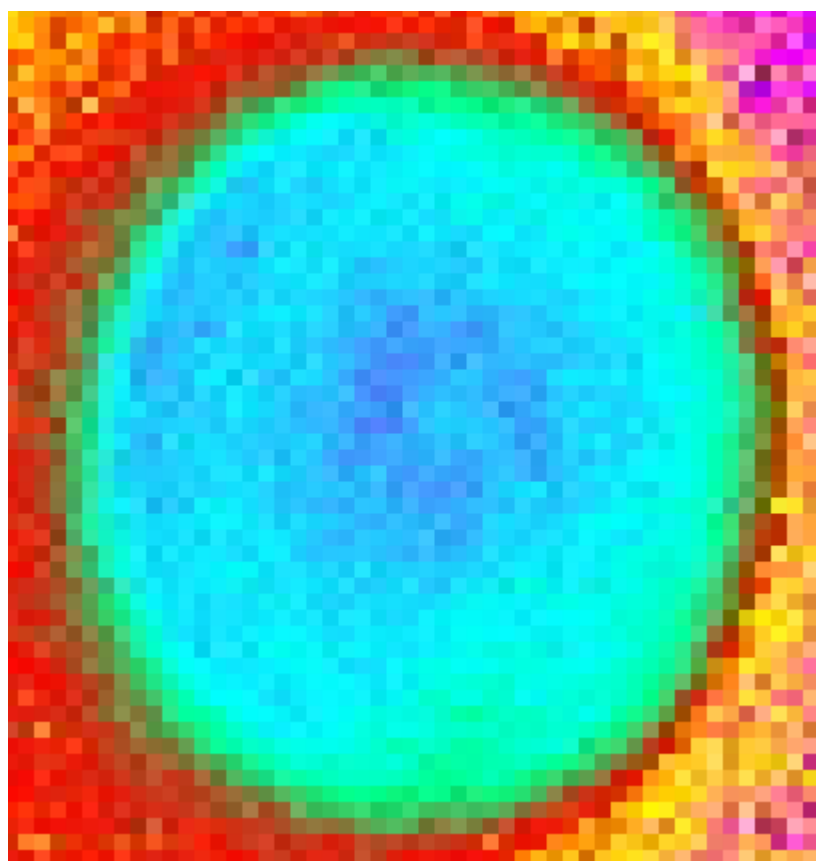


Рис.2. Свечение участка продолговатого мозга лягушки, при управляемой брадикардии. На электрокардиограмме видны метки залпов электрических импульсов, наносимых на периферический конец перерезанного вагосимпатического ствола. Остальные обозначения как на рисунке 1.

При управляемой брадикардии интенсивность очага свечения уменьшается так как реже ритм и, соответственно меньше интенсивность

афферентации, поступающей по второму целостному ваго-симпатическому стволу от венозного синуса лягушки.

После прекращения стимуляции нерва афферентация восстанавливается и восстанавливается очаг свечения (рис. 3).

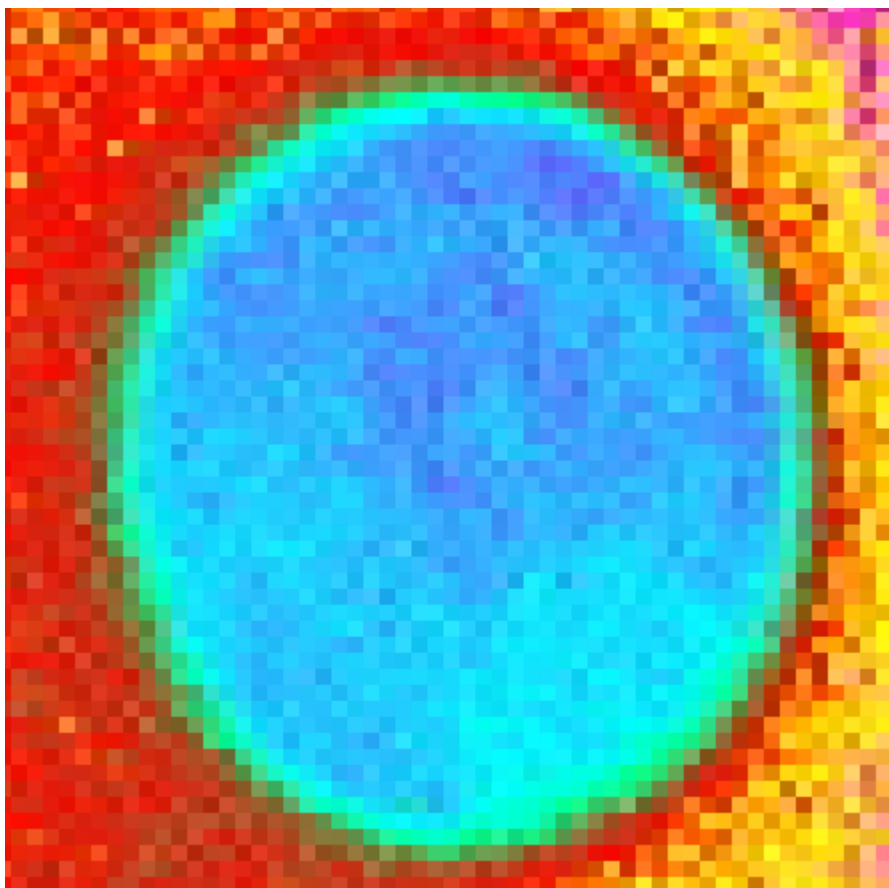


Рис.3. Восстановление свечение участка продолговатого мозга лягушки после раздражения ваго-симпатического ствола залпами электрических импульсов.

При раздражении периферического конца перерезанного вагосимпатического ствола электрическими импульсами в периодическом режиме получали брадикардию. При брадикардии той же степени интенсивность очага свечения в продолговатом мозге была еще меньше

так как площадь возбуждения очага в венозном синусе сердца лягушки меньше, а следовательно меньше интенсивность афферентации (рис. 4).

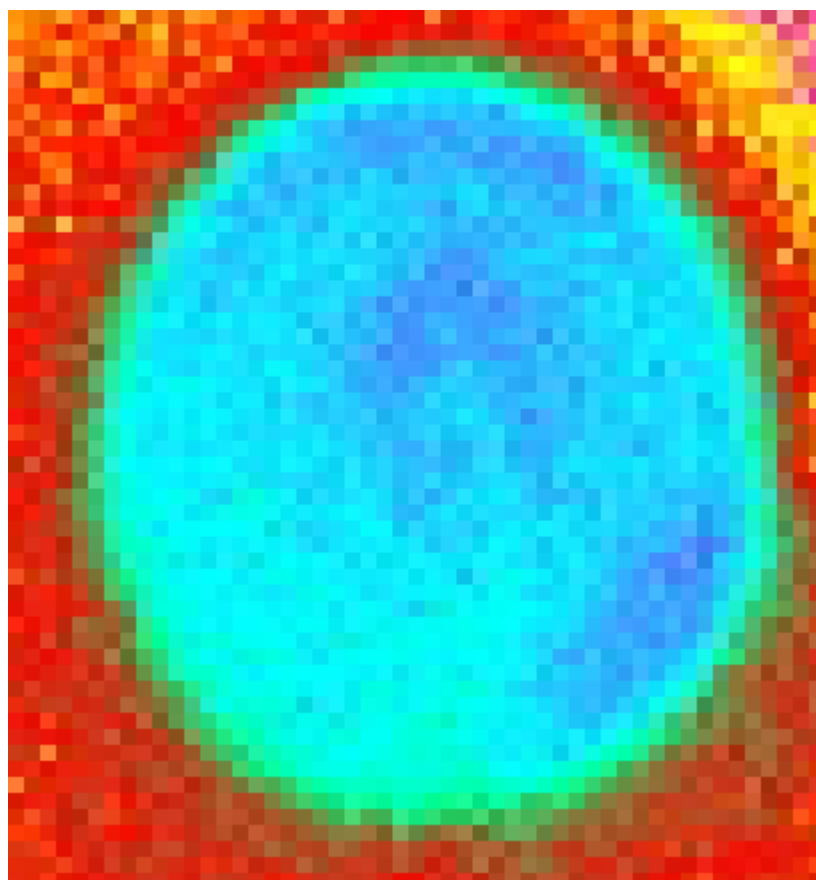
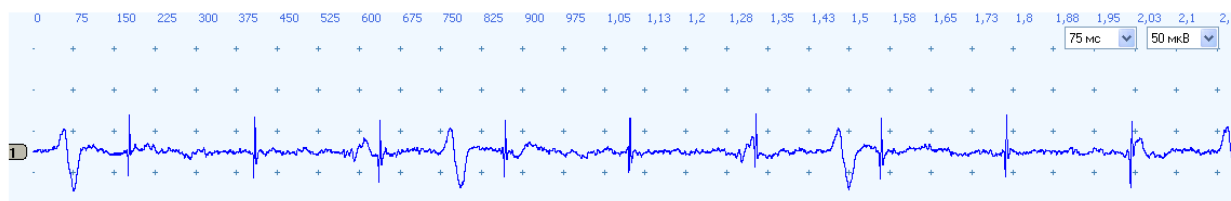


Рис.4. Свечение участка продолговатого мозга лягушки, при брадикардии. На электрокардиограмме видны метки электрических импульсов, наносимых на периферический конец перерезанного вагосимпатического ствола. Остальные обозначения как на рисунке 1.

Площадь и интенсивность свечения представлены в таблице 1.

Таблица 1.  
 Параметры очага свечения в продолговатом мозге лягушки в исходном состоянии, при управляемой брадикардии, при брадикардии ( $M \pm m$ )

Параметры	Состояние		
	Исходное	Управляемая брадикардия	Брадикардия
Истинная площадь в мм <sup>2</sup>	1,34±0,05	1,34±0,05	1,34±0,05
Площадь наиболее интенсивной зоны свечения на сканограмме в %	100,0	52,6	36,4
Яркость наиболее интенсивной зоны свечения в биттах	242,0±2,8	194,2±2,6	157,9±2,2

Таким образом, метод оптической визуализации позволяет изучать динамику афферентных сигналов в продолговатом мозге лягушки при усвоении сердцем ритма ваго-симпатического ствола.

### Список использованной литературы

- 1.Зубков А. А. Усвоение сердцем ритма раздражения блуждающих нервов // Бюлл. эксп. биол. и мед. – 1936. – Т. 1, № 1. – С. 73-74.
- 2.Покровский В.М. Формирование ритма сердца в организме человека и животных. – Краснодар: Кубань-Книга, 2007. – С. 143.
- 3.Levy M.N., Martin P.J., Iano T., Zieske H. Paradoxical effect of vagus nerve stimulation on heart rate in dogs // Circ. Res. - 1969.- № 25. - P. 303 - 314.
- 4.Pokrovskii V. M. Integration of the heart rhythmogenesis levels: heart rhythm generation in the brain. Journal of integrative neuroscience. – 2005. – V. 1.№N 2. – P. 161 – 168.
- 5.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.



6. 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.

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

8. Reid J.V. The cardiac pacemaker: Effects of regularly spaced nervous input // *Amer. Heart J.* - 1969. - №78. - P. 58 - 64.

9. Suga H., Oshima M. Modulation-characteristics of heart rate by vagal stimulation // *Jap.j. Med. Electronics. Biol. Engr.*- 1968.- № 6. - P. 465 - 471.

### References

1. Zubkov A. A. Usvoenie serdce ritma razdrazhenija bluzhdajushhih nervov // *Bjull. jeksp. biol. i med.* – 1936. – T. 1, № 1. – S. 73-74.

2. Pokrovskij V.M. Formirovanie ritma serdca v organizme cheloveka i zhivotnyh. – Krasnodar: Kuban'-Kniga, 2007. – S. 143.

3. Levy M.N., Martin P.J., Iano T., Zieske H. Paradoxical effect of vagus nerve stimulation on heart rate in dogs // *Circ. Res.* - 1969.- № 25. - P. 303 - 314.

4. 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.

5. 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.

6. 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.

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

8. Reid J.V. The cardiac pacemaker: Effects of regularly spaced nervous input // *Amer. Heart J.* - 1969. - №78. - P. 58 - 64.

9. Suga H., Oshima M. Modulation-characteristics of heart rate by vagal stimulation // *Jap.j. Med. Electronics. Biol. Engr.*- 1968.- № 6. - P. 465 - 471.