

*Вестник*  
МОСКОВСКОГО  
УНИВЕРСИТЕТА



БИОЛОГИЯ, ПОЧВОВЕДЕНИЕ

2

Отдельный оттиск



1 9 7 4

# Вестник МОСКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

№ 2 — 1974

УДК 612.833

Ц. В. СЕРБЕНЮК, Н. П. БАЛЕЗИНА, В. А. ГОЛУБЕНКО, Ю. Б. ШМУКЛЕР

## ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЗМА РЕФЛЕКТОРНОЙ СТИМУЛЯЦИИ СПИНАЛЬНОГО ЦЕНТРА ЛИМФАТИЧЕСКИХ СЕРДЕЦ АМФИБИЙ

Возбуждение рецепторов внутренних органов независимо от способа и интенсивности раздражения приводит к рефлекторному торможению ритмической активности спинального центра лимфатических сердец амфибий (Goltz, 1863; Есаков, 1958; Шалатонин, 1967; Сербенюк и др., 1972).

При изучении этого вопроса нами было обнаружено, что при некоторых условиях, например при длительной перфузии спинного мозга, вместо тормозной реакции при возбуждении интерорецепторов желудка наблюдалась стимуляция деятельности лимфатического центра.

Настоящее сообщение содержит результаты изучения условий возникновения и характера проявления стимулирующих интероцептивных рефлекторных воздействий на спинальный центр лимфатических сердец лягушки.

### Методика

Опыты проводили на травяных лягушках (*Rana temporaria*). Исследовали центр нижних лимфатических сердец лягушек, расположенный в трех последних сегментах спинного мозга. Показателем его активности служили либо механограмма сокращений лимфатического центра, либо электронейрограмма (ЭНГ), зарегистрированная с XI переднего корешка, и электрокардиограмма (ЭКГ) соответствующего лимфатического сердца.

Опыты проводили на спинальных животных. На уровне 9—11-го сегментов спинной мозг обнажали и отпрепаровывали XI передний корешок. Для отведения ЭНГ и ЭКГ использовали платиновые (диаметром 0,3 мм) и серебряные (1 мм) электроды соответственно.

Электрическое раздражение интерорецепторов желудка производили с помощью биполярных металлических электродов (параметры раздражения: напряжение раздражающего тока — 12—18 в, частота следования раздражающих стимулов — 10—20 гц, длительность стимула — 0,5 мсек).

## Результаты экспериментов

При изучении тормозных интероцептивных рефлекторных влияний на центр лимфатических сердец иногда вместо тормозных реакций наблюдалась стимуляция активности исследуемого центра (Сербенюк, и др., 1973). Было высказано предположение, что в указанных случаях происходили нарушения в состоянии продолговатого мозга, с участием

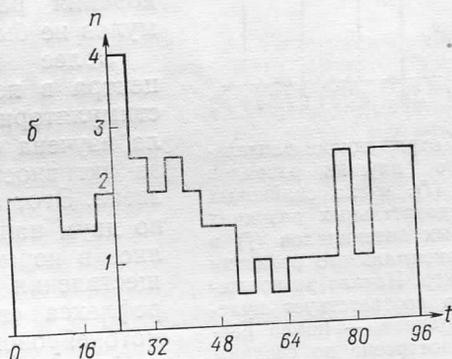
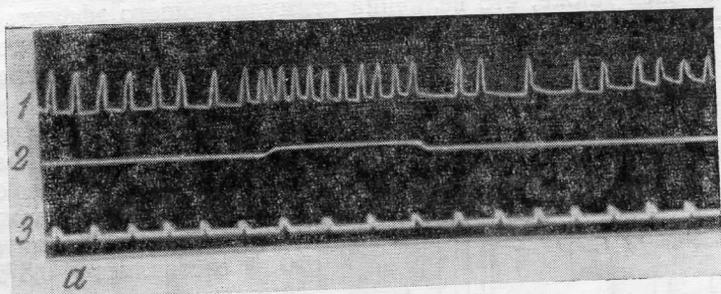


Рис. 1. Характер развития рефлекторного учащения сердечных сокращений: *a* — стимулирующие интероцептивные рефлекторные влияния на центр лимфатических сердец лягушки: 1 — механограмма лимфатического сердца, 2 — отметка раздражения, 3 — отметка времени; *б* — гистограмма, отражающая число сердечных сокращений в норме и в период развития эффекта от раздражения интерорецепторов. По оси абсцисс — интервалы времени ( $t$ , сек), по оси ординат — число сердечных сокращений. Начало раздражения — на 24-й секунде опыта, конец — на 52-й

которого осуществляются тормозные интероцептивные рефлексы. Для проверки этого предположения были проведены опыты на спинальных лягушках. Оказалось, что у таких животных электрическое раздражение желудка во всех случаях (30 опытов) приводило к рефлекторной стимуляции деятельности центра, что выражалось в увеличении ритма сокращений лимфатического сердца (рис. 1, *a*). Средняя частота сокращений в период раздражения по отношению к исходному ритму составляла 130%. Статистическая обработка показала, что эти результаты достоверны.

Были изучены некоторые особенности обнаруженного стимуляторного рефлекса: учащение сердцебиений наступало практически сразу

же после включения раздражения, в первый период ритм сокращений лимфатического сердца был максимальным, а затем, несмотря на продолжающееся раздражение, он уменьшался. При этом амплитуда сердечных сокращений достоверно не изменялась. Другая особенность заключалась в эффекте последействия — после выключения раздражения ритм сердцебиений падал, иногда наступала кратковременная остановка сердца. На рис. 1, а, б показан характер развития эффекта учащения и эффекта последействия.

Выяснилось также, что величина стимулирующего эффекта зависит от интенсивности применяемого раздражения. Расчеты, проведенные по

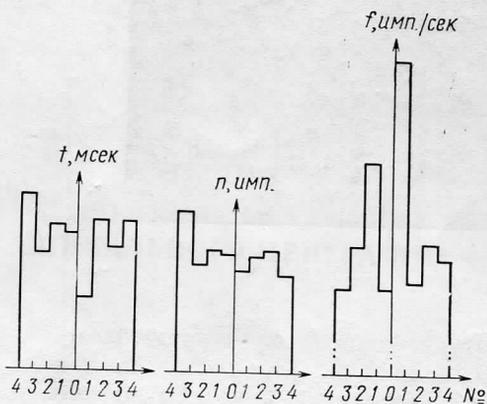


Рис. 2. Гистограммы, отражающие длительность последовательно идущих разрядов одного мотонейрона ( $t$ ), числа спайковых потенциалов в последовательных разрядах ( $n$ ), частоту спайковых потенциалов ( $f$ ) в норме и в период максимального развития стимуляторного эффекта. Начало раздражения интерорецепторов соответствует нулевой точке. По оси ординат — номер разряда. Гистограмма построена по средним результатам 9 опытов

результатам 20 опытов, позволили установить, что корреляционное отношение рядов частот сокращений лимфатического сердца и применяемых напряжений раздражающего электрического тока (от 4 до 60 в) составляет  $+0,572$ . Зависимости величин стимулирующего эффекта от частоты следования раздражающих стимулов не было обнаружено.

Более детально работа центра в период проявления стимуляторного рефлекса была изучена с помощью анализа активности его моторного звена. Этот анализ проводился по двум направлениям: изучались в норме и в период осуществления стимуляторного рефлекса свойства отдельных мотонейронов и некоторые свойства всего моторного звена центра.

Подобный анализ мог дать ответ на вопрос о том, доходят ли рефлекторные интероцептивные влияния до мотонейронов или они затрагивают другие структуры центра, выполняющие пейсмекерную функцию.

В этих опытах проводилась регистрация ЭНГ XI переднего кошелька, в составе которого проходит часть моторных аксонов, идущих от центра к лимфатическому сердцу. Пользуясь методом амплитудного анализа и учитывая форму потенциалов, в пределах моторного разряда можно было вычлнить разряды отдельных мотонейронов. Изучение их свойств проводилось по следующим показателям: 1) длительность разряда мотонейрона, 2) число спайковых потенциалов в пределах разряда, 3) частота следования спайковых потенциалов в пределах разряда.

Анализ моторных разрядов, в организации которых участвовало несколько мотонейронов, включал определение: 1) длительности периода между первыми импульсами последовательно идущих моторных разрядов ( $L$ ), 2) длительности разряда ( $d$ ) и 3) длительности интервала между разрядами ( $I$ ).

Результаты анализа большого числа последовательно идущих разрядов 9 мотонейронов показали, что в норме их активность характери-

зается следующими показателями: длительность разряда мотонейрона в среднем равна 182 мсек, варьируя от 109 до 322 мсек, число спайковых потенциалов в разряде — 4,3 (2,2—7,4), их частота — 27 имп./сек (19—35 имп./сек). При рефлекторной стимуляции центра эти показатели были следующими: средняя длительность разряда — 154 мсек (85—235 мсек), число спайковых потенциалов в разряде — 3,6 (2,3—5,6), их частота — 29 (16—38).

По средним величинам в этих опытах по сравнению с нормой наблюдается некоторая тенденция к уменьшению длительности разрядов, числа спайковых потенциалов и увеличению частоты спайковых потенциалов. Однако статистический анализ показал, что эти изменения недостоверны (рис. 2).

Анализ поведения моторного звена в целом, проведенный по результатам 10 опытов, показал, что в норме длительность периода  $L$  варьировала от 0,9 до 3,2 сек и в среднем равнялась 1,5 сек, длительность всего моторного залпа ( $d$ ) равнялась в среднем 0,35 сек (0,16—0,68 сек) и длительность интервала между разрядами ( $l$ ) — 1,28 сек (0,62—1,54 сек).

При рефлекторной стимуляции центра длительности величин  $L$  ( $l+d$ ) и  $l$  достоверно уменьшались на 40—50% в начальный период раздражения, т. е. при максимальном учащении, а затем восстанавливались почти до норм, несмотря на продолжающееся раздражение интерорецепторов. Длительность же моторного разряда ( $d$ ) не изменялась (рис. 3).

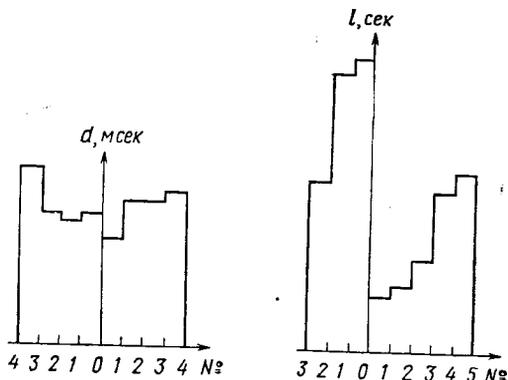


Рис. 3. Гистограммы, отражающие длительность всего моторного разряда ( $d$ ) и периода между разрядами ( $l$ ) в норме и во время максимального стимуляторного эффекта. Начало раздражения интерорецепторов соответствует нулевой точке. По оси ординат — номер разряда. Гистограмма построена по средним результатам 9 опытов

### Обсуждение результатов исследования

По данным ряда авторов, рефлекторные влияния с интерорецепторов внутренних органов на спинномозговой центр лимфатических сердец амфибий носят исключительно тормозной характер и замыкаются на уровне продолговатого мозга (Goltz, 1863; Есаков, 1958; Шалатонин, 1967).

Случаи обнаружения рефлекторных стимуляторных влияний на указанный центр в литературе не описаны. Нами было обнаружено, что стимулирующий интероцептивный рефлекс легко возникает у спинальных животных или у животных, у которых по той или иной причине ухудшается состояние продолговатого мозга. Возможно, что при искусственном раздражении рецепторов желудка у бульбарной лягушки происходит одновременное включение в активность начальных звеньев как тормозных, так и стимулирующих реакций. Однако, видимо, более интенсивно развивающийся на структурах центра тормозной процесс маскирует проявление стимуляторного рефлекса. В естественных же усло-

виях при адекватном раздражении интерорецепторов в регуляции деятельности спинального центра лимфатических сердец участвуют оба типа рефлекторных влияний.

Для стимуляторного рефлекса характерно быстрое и максимальное его развитие сразу же после включения раздражения, постепенное уменьшение эффекта в период продолжающегося раздражения и некоторое угнетение работы центра после выключения раздражения. Вероятно, эти особенности объясняются свойствами механизма, ответственного за генерацию ритмической активности изучаемых нейронных структур, природа которого нам еще не известна.

Нами были изучены некоторые показатели моторной активности центра. Характеристики разрядов отдельных мотонейронов, полученные при применении метода амплитудного анализа активности, отводимой от XI переднего корешка, совпадают с данными, полученными при внеклеточной регистрации активности от отдельных мотонейронов центра и при регистрации ЭНГ от одиночного моторного волокна, идущего в составе XI переднего корешка (Сербенюк, Платонова, 1966).

Анализ действия возбуждающих рефлекторных влияний на активность моторного звена центра показал, что стимулирующие рефлекторные воздействия достоверно изменяют только ритм возникновения моторных разрядов. Никаких закономерных изменений в активности отдельных мотонейронов выявить не удалось. Не изменяется также в этих условиях и длительность всего моторного разряда. Отсутствие закономерных направленных изменений в работе мотонейронов свидетельствует о том, что стимуляторные интероцептивные влияния на центр затрагивают его пейсмекерные структуры, к которым, очевидно, мотонейроны не относятся. На это же указывают сведения о том, что антидромное сверхмаксимальное раздражение мотонейронов в разные фазы их активности не изменяет ритма работы спинального центра лимфатических сердец (Ручинская, Сербенюк, Свердлов — неопубликованные данные).

### Выводы

1. Обнаружено интероцептивное стимулирующее рефлекторное влияние на спинальный центр лимфатических сердец амфибий.
2. Показано, что этот рефлекс замыкается на уровне спинного мозга.
3. Интероцептивная рефлекторная стимуляция центра выражается в усилении ритма его периодической деятельности. При этом никаких изменений в активности отдельных мотонейронов центра выявить не удалось.

### ЛИТЕРАТУРА

- Есаков А. И. 1958. Изучение процессов, лежащих в основе так называемой автоматической деятельности лимфатических сердец. Автореф. канд. дисс. МГУ.
- Сербенюк Ц. В., Платонова Г. Г. 1966. К вопросу о морфофизиологической организации спинальных центров лимфатических сердец амфибий. «Биофизика», 11, № 6, 1042—1048.
- Сербенюк Ц. В., Ручинская Т. Ю., Осколок Л. Н. 1972. О медиаторной роли адреналина в механизме нисходящего рефлекторного торможения спинального центра лимфатических сердец. Всесоюзн. симпозиум «Физиологическая роль медиаторов». Казань.
- Сербенюк Ц. В., Ручинская Т. Ю., Балезина Н. П. 1973. О природе нисходящих тормозных влияний на спинальный центр лимфатических сердец амфибий. «Вестн. Моск. ун-та», биология, почвоведение, № 5, стр. 44—50.

- Шалатонин В. Г. 1967. Электрофизиологическая характеристика тормозящих нервных влияний на деятельность лимфатических сердец. Автореф. канд. дисс. Минск.
- Goltz F. 1863. Reflexhemmung der Bewegungen der Lymphherzen. «Centralblatt f. d. med. Wissenschaft», 1, 17.

Поступила в редакцию  
26.12 1972 г.

Кафедра физиологии  
человека и животных  
биологического факультета

Z. V. Serbeniuk, N. P. Balezina, V. A. Golubenko,  
Ju. B. Shmukler

### STUDY ON REFLEX STIMULATION MECHANISMS OF THE LYMPHATIC HEARTS SPINAL CENTRE IN AMPHIBIA

A study was performed on the automatic centre of the frog's lower lymphatic hearts. Results show that electric stimulation of the stomach's interoceptors incites a rhythm of periodic activity in the centre under study. This interoceptive excitatory reflex is considered to be of a spinal nature.

Excitatory interoceptive reflex influences increase the frequency of motor discharges from the centre to the heart without changing the activity of motor neurons.

---