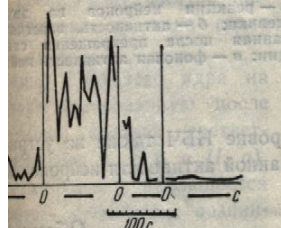
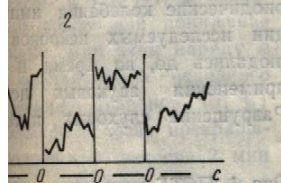


2. Точечные осциллограммы активности нейронов ХЯ интактной кошки (I) и кошки перерезанными слуховыми путями (II).

а — фоновая активность; б — реакция нейронов на одиночные щелчки. По горизонтали — время (10 мс), по вертикали — амплитуда (а и б — отметка раздражения, каждая точка — один стимул).

эффективны, и только длительные сдвиги частоты разряжаются то обстоятельство, что пения специфических слуховых



нейронов ХЯ интактной кошки (I) и кошки перерезанными слуховыми путями (II).

делены последовательные записи активности нейронов в ответ на стимуляцию серией звуковых

ческие изменения фоновой и произведение следов реакций на стимулы. В последнее время Эделмен и Маунтасла характеризуют импуль-

сацией в процессе обработки входных сигналов, развили представление о фазовом повторном входе сигналов (сигнал, уже возникший внутри системы, входит повторно, как если бы он был внешним сигналом). Отмеченный нами феномен воспроизведения структуры ответа в отсутствие стимуляции, по-видимому, отражает такую способность хранения повторных «внутренних» сигналов. Циклический характер импульсной активности, возможно, облегчает считывание в определенные циклы зафиксированных ранее сигналов. По мнению Эделмена и Маунтасла, фазовый повторный вход сигналов способствует, во-первых, ассоциации текущей сенсорной активности с внутренними периодическими процессами и, во-вторых, обработке новизны сигнала путем сравнения повторных и новых сигналов цикла, что определяет сознательное восприятие.

В связи с этим интересно отметить, что в хвостатом ядре человека также обнаружены колебания нейрональной активности с периодом 1,4–1,6 с, коррелирующие со степенью произвольного внимания [4]. В отношении коры головного мозга известно [1], что при активированном внимании человека активность с секундным периодом усиливается.

Исходя из этих представлений, можно предположить, что особенности фоновой и вызванной щелчками активности нейронов хвостатого ядра также отражают механизмы обработки входной информации, свойственные высшим интегративным системам мозга.

Список литературы

1. Аладжалова Н. А. Психофизиологические аспекты сверхмедленной ритмической активности головного мозга. — М.: Наука, 1979. — 213 с.
2. Бару А. В. Слуховые центры и опознание звуковых сигналов. — Л.: Наука, 1978. — 192 с.
3. Батыев А. С., Василевский Н. Н., Зименко Н. В. и др. Простой способ регистрации нейрональной активности головного мозга бодрствующих животных. — Физиол. журн. СССР, 1972, 58, № 11, с. 1774–1776.
4. Ливанов М. Н., Раева С. Н. Микроэлектродное изучение нейрональных механизмов произвольной мнестической деятельности человека. — В кн.: Механизмы модуляции памяти. Л.: Наука, 1976, с. 14–24.
5. Черкес В. А., Груздев Г. М., Литвинова А. Н., Луханина Е. П., Великая Р. Р. Вызванная нейронная активность неостриатума кошки после разрушения афферентных путей. — Физиол. журн., 1983, 29, № 2, с. 152–156.
6. Эделмен Дж., Маунтасла В. Разумный мозг. — М.: Мир, 1981. — 133 с.
7. Masterion B., Diamond J. T. Hearing: central neural mechanisms. — In: Handbook of Perceptual System. New York, 1973, vol. 3, p. 408–449.
8. Snider R. S., Niemer W. T. A stereotaxic atlas of the cat brain. — Chicago: Univ. Chicago Press, 1961. — 710 p.

Отд. физиологии подкорковых структур
Ин-та физиологии им. А. А. Богомольца
АН УССР, Киев

Поступила 08.02.83

УДК 591.488.5:594.3

П. М. Жадан, П. А. Дорошенко

ИЗУЧЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КАЛИЯ ВБЛИЗИ МЕХАНОРЕЦЕПТОРНЫХ КЛЕТОК АБДОМИНАЛЬНОГО ОРГАНА ПРИМОРСКОГО ГРЕБЕШКА С ПОМОЩЬЮ К⁺-СЕЛЕКТИВНОГО МИКРОЭЛЕКТРОДА

Известно, что вблизи волосковых клеток механорецепторов некоторых высших и низших позвоночных, а также беспозвоночных (насекомых) концентрация калия в несколько раз выше, чем во внеклеточных жидкостях организма [4, 6–9]. Электрофизиологические эксперименты показывают, что повышение концентрации калия в омывающих механорецепторные клетки растворах ведет к усилению их механочувствительности [3].

Для выяснения вопроса, имеется ли подобный механизм регуляции механочувствительности в механосенсорных органах моллюсков, представляется важным измерение активности калия в окружающей их среде. Ранее было показано [2], что абдоминальный сенсорный орган морского гребешка обладает наиболее высокой чувствительностью к механическим колебаниям среди механосенсорных образований моллюсков, приближающейся к чувствительности механорецепторов акустико-латеральной системы рыб. Поэтому он представляется адекватным объектом для решения поставленного вопроса.

Опыты были проведены на взрослых особях приморского гребешка *Ratinopecten yessoensis* с диаметром раковины 15—18 см в августе—сентябре на морской базе «Витязь» Тихоокеанского океанологического института ДВНЦ АН СССР, расположенной в заливе Посыета Японского моря. Абдоминальный сенсорный орган располагается в мантийной полости гребешка на поверхности мускула замыкателя. Он покрыт длинными (до 120 мкм) ресничками, принадлежащими механосенсорным клеткам. Реснички

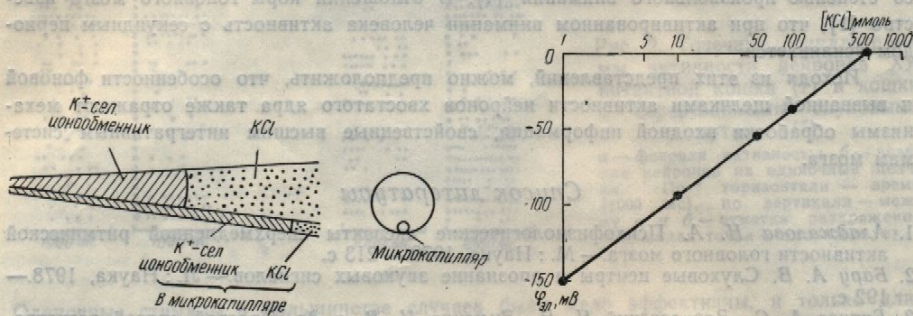


Рис. 1. Схематическое изображение K^+ -селективного электрода, изготовленного из капилляра с впаянным микрокапилляром.

Слева — продольное сечение, справа — поперечное (не в масштабе).

Рис. 2. Калибровочная зависимость потенциала K^+ -селективного микроэлектрода (мВ, ордината) от концентрации ионов K^+ в растворе (ммоль/л, абсцисса).

на две трети своей длины погружены в прозрачное желеобразное вещество. Изолированный абдоминальный орган вместе с нервами помещали в камеру, постоянно перфузируемую фильтрованной морской водой. Функциональное состояние органа контролировали регистрацией импульсной активности нервов в ответ на приложение одиночных механических стимулов, подаваемых с интервалом 2 с. Подробно методика стимуляции и регистрации описана ранее [2].

K^+ -селективный электрод на основе жидкого ионообменника № 9286 фирмы «Орпос» (США) был изготовлен из стеклянного капилляра с наружным и внутренним диаметром 1,35 и 0,9 мм соответственно. Перед вытяжкой микропипеток стеклянные капилляры подготавливали сходным с описанным [5] способом. Для того чтобы жидкий ионообменник, обладающий гидрофобными свойствами, заполнил кончик микропипетки и находился там в устойчивом состоянии, стенки кончиков микропипеток покрывали силиконовой пленкой. Для силиконизации применяли 1,25 % раствор силиконового масла в трихлорэтилене. При погружении кончика микропипетки с покрытыми силиконовой пленкой стенками в раствор ионообменника последний заполнял часть пространства кончика. Высота столбика ионообменника в кончике микропипетки составляла 200—300 мкм. Пространство над ионообменником заполняли обычно 0,5 моль/л раствором KCl, который служил также солевым мостиком для отведения потенциала K^+ -селективного электрода.

Операция заполнения объема микропипетки над ионообменником раствором KCl в случае применения обычных стеклянных капилляров очень трудоемка, так как удаление пузырьков воздуха, неизбежно появляющихся между этими двумя растворами, представляет собой нелегкую задачу. Однако эта операция существенно облегчается при использовании капилляров с припаянными к внутренней их стенке микрокапиллярами (диаметром около 0,2 мм, рис. 1). При силиконизации и заполнении ионообменником уровень жидкости в микрокапилляре выше, чем в кончике микропипетки. Это, тем не менее, не влияло на чувствительность и селективность, а также сопротивление иончувствительного электрода в целом, так как очень высокое сопротивление столбика ионообменника в микрокапилляре шунтируется сопротивлением ионообменника в основном капилляре. При заполнении раствором KCl капиллярные силы втягивают его в самый узкий конец микропипетки, образуя при этом однородный контакт с ионообменником. Существенным условием эффективного функционирования этого механизма заполнения микропипеток раствором хлористого калия является условие превышения (или совпадения) высоты столбика ионообменника в кончике микропи-

петки над высотой силиконом ионообменника и х невозможно будет удалит чика микропипетки в раст время заполнения его сил

Для калибровки изго хлористого калия с конц ионов в калибровочных электродов изменялся на 5 K^+ в растворе (рис. 2). калия также 470 ммоль/л вой для морской воды) б лективных электродов к к ионам Na^+ . Добавление (что соответствует их кон чувствительность изготовл

Измерения, выполнен дов, показали, что при п области ресничек впло ла (9 ± 1) ммоль/л, и, та В гемолимфе животного ± 1) ммоль/л. При добав ской воде дополнительно верхности сенсорного эпите гала нового значения. Вр электрода при этом не от или за пределами желео разное вещество, покрыв препятствует диффузии ка

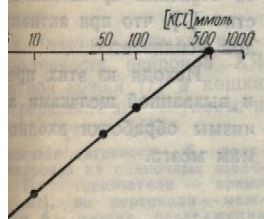
Полученные результ скому раздражению абде связана с повышенной ко является следствием необ повышенной концентрации ло показано также для д что такой способ повыш создания специфического дальнейшей эволюции мез

1. Говардовский В. И. Не ногих моллюсков. — Ж
2. Жадан П. М., Семень доминального сенсорно Докл. АН СССР, 1982,
3. Ильинский О. Б. Физик
4. Ильинский О. Б., Крас которые механорецепто ганов чувств. Л.: Наука
5. Сорокина З. А. Ионооб теи. — Физиол. журн., 19
6. Cohn E. S., Yordes E. of cochlear fluids. — Sci
7. Küppers J. Measurement ceptive sensila in inse 1974, S. 20—27.
8. Russel I. J., Sellick P. in the cupulae of the 1 257, N 1, p. 245—255.
9. Simon E. J., Hilding D. endolymph production i

Отд. общ. физиологии нег Ин-та физиологии им. А. А. АН УССР, Киев

изм регуляции механочувствительности является важным элементом [2], что абдо-анбо-более высокой чувстви-тельных образований моллю-ков акустико-латеральной-том для решения постав-

го гребешка *Patinopecten* вентрале на морской базе 1 АН СССР, расположен-ный орган располагается-ателя. Он покрыт длин-корным клеткам. Реснички



да, изготовленного из ка-м.

в масштабе).

ого микроэлектрода (мВ, оль/л, абсцисса).

азное вещество. Изолиро-в камеру, постоянно пер-состояние органа контро-вет на приложение оди-2 с. Подробно методика

менника № 9286 фирмы с наружным и внутрен-ой микропипеток стеклян-пособом. Для того чтобы ии, заполнил кончик мик-кончиков микропипеток няли 1,25 % раствор си-а микропипетки с покры-ника последний заполнял (в кончике микропипетки иком заполняли обычно мостиком для отведения

петки над высотой силиконового покрытия стенок. В противном случае между раство-ром ионообменника и хлористого калия образуется пузырек воздуха, который невозможно будет удалить. Для выполнения этого условия время выдерживания кон-чика микропипетки в растворе ионообменника должно в 2 или более раз превышать время заполнения его силиконизирующей жидкостью.

Для калировки изготовленных микроэлектродов использовали серию растворов хлористого калия с концентрациями 1, 10, 50, 100 и 500 ммоль/л. В отсутствие других ионов в калибровочных растворах потенциал изготовленных K^+ -селективных микро-электродов изменялся на 55–59 мВ при десятикратном изменении концентрации ионов K^+ в растворе (рис. 2). При добавлении к калибровочным растворам хлористого калия также 470 ммоль/л хлористого натрия (концентрация натрия близка к тако-вой для морской воды) было установлено, что чувствительность изготовленных K^+ -се-лективных электродов к ионам K^+ почти в 100 раз превышала их чувствительность к ионам Na^+ . Добавление к растворам также 10 ммоль/л $CaCl_2$ и 50 ммоль/л $MgCl_2$ (что соответствует их концентрациям в морской воде) лишь незначительно уменьшало чувствительность изготовленных микроэлектродов к ионам K^+ .

Измерения, выполненные с помощью описанных K^+ -селективных микроэлектро-дов, показали, что при перфузии фильтрованной морской водой активность калия в области ресничек вплоть до поверхности абдоминального сенсорного органа состави-ла (9 ± 1) ммоль/л, и, таким образом, не отличалась от таковой для морской воды. В гемолимфе животного активность калия была несколько выше и составила (12 ± 1) ммоль/л. При добавлении к омывающей абдоминальный сенсорный орган мор-ской воде дополнительно 10 ммоль/л хлористого калия активность калия вблизи по-верхности сенсорного эпителия, измеренная с помощью микроэлектрода, быстро дости-гала нового значения. Временной ход изменения потенциала K^+ -селективного микро-электрода при этом не отличался при помещении последнего у поверхности эпителия или за пределами желеобразного вещества. Это свидетельствует о том, что желеоб-разное вещество, покрывающее поверхность абдоминального сенсорного органа, не препятствует диффузии калия из внешней среды к поверхности сенсорных клеток.

Полученные результаты показывают, что высокая чувствительность к механиче-скому раздражению абдоминального сенсорного органа приморского гребешка не связана с повышенной концентрацией калия вблизи рецепторных клеток и, возможно, является следствием необычно большой длины ресничек сенсорных клеток. Отсутствие повышенной концентрации калия в эндолимфе, заполняющей полость статочистов, бы-ло показано также для других моллюсков — осьминогов и кальмаров [1]. Возможно, что такой способ повышения механочувствительности сенсорных клеток с помощью создания специфического ионного состава окружающей их среды является продуктом дальнейшей эволюции механосенсорных органов животных.

Список литературы

1. Говардовский В. И. Некоторые свойства и динамика эндолимфы статочистов голово-ногих моллюсков. — Журн. эволюц. биохимии и физиологии, 1973, 7, № 4, с. 410–415.
2. Жадан П. М., Семенов П. Г. Электрофизиологическое исследование функции аб-доминального сенсорного органа приморского гребешка *Patinopecten yessoensis*. — Докл. АН СССР, 1982, 262, № 1, с. 248–251.
3. Ильинский О. Б. Физиология сенсорных систем. — Л.: Наука, 1975, ч. 3.—559 с.
4. Ильинский О. Б., Красникова Т. Л. О химическом составе среды, окружающей не-которые механорецепторы. — В кн.: Механизмы работы рецепторных элементов ор-ганов чувств. Л.: Наука, 1973, с. 146–151.
5. Сорокина З. А. Ионобинные электроды для внутриклеточного измерения активнос-тей. — Физиол. журн., 1974, № 3, с. 407–413.
6. Cohn E. S., Yordes E. H., Brusilov S. W. Ethacrynic acid effect on the composition of cochlear fluids. — Science, 1971, 171, N 3974, p. 910–911.
7. Küppers J. Measurements on the ionic milieu of the receptor terminal in mechanore-ceptive sensilla in insects. — In: Mechanoreception, Opladen: Westdeutscher Verlag, 1974, S. 20–27.
8. Russel I. J., Sellick P. M. Measurement of potassium and chloride ion concentrations in the cupulae of the lateral lines of *Xenopus laevis*. — J. Physiol. (London), 1976, 257, N 1, p. 245–255.
9. Simon E. J., Hilding D. A., Kashgarian M. Micropuncture study of the mechanism of endolymph production in the frog. — Amer. J. Physiol., 1973, 225, N 1, p. 114–118.

Отд. общ. физиологии нерв. системы
Ин-та физиологии им. А. А. Богомольца
АН УССР, Киев

Поступила 24.03.83