

Н. Е. ВАСИЛЕВСКАЯ, Н. Н. ПОЛЯКОВА

**ИМПУЛЬСНАЯ АКТИВНОСТЬ НЕЙРОНОВ ПРОДОЛГОВАТОГО
МОЗГА РЫБ В ОТВЕТ НА РАЗДРАЖЕНИЕ ХЕМОРЕЦЕПТОРОВ
КОЖНОЙ ПОВЕРХНОСТИ**

(Представлено академиком Е. М. Крепом 23 X 1972)

До последнего времени сведения об электрических ответах на раздражение хеморецепторов ротовой полости и кожной поверхности у рыб были получены только при регистрации электрических потенциалов нервных проводников и их волокон (^{7, 8, 12-15, 17, 18}).

В исследованиях мозговых аппаратов химической необонятельной (вкусовой) рецепции у рыб, проводимых в плане сравнительно-физиоло-

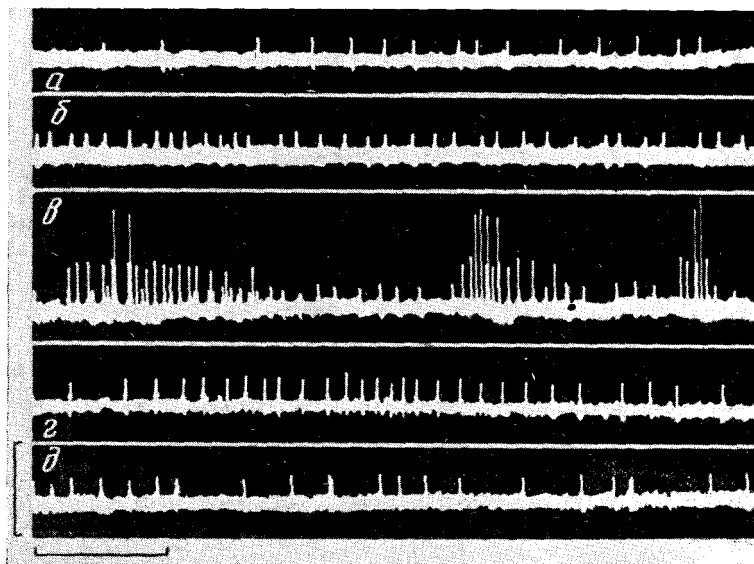


Рис. 1. Активность нейронов доли лицевого нерва продолговатого мозга (глубина 1580 μ) при раздражении хеморецепторов. а — фон, б — 2-я сек., в — 6-я сек. действия соляной кислоты; г — лимонная кислота; д — отсутствие ответа на поваренную соль. Калибровка 500 μ В, 200 мсек.

гического изучения химического анализатора, было выявлено (в условиях суммарного отведения) возникновение в продолговатом мозгу вызванных биоэлектрических реакций в ответ на раздражение хеморецепторов ротовой полости и кожной поверхности растворами химических веществ (¹⁻⁴). При этом была обнаружена зависимость выраженности ответов от качественной и количественной характеристик раздражителей. Для выяснения механизмов, лежащих в основе этих реакций, представлялось важным осуществить микроэлектродное исследование импульсной активности нейронов продолговатого мозга — первичного центра химической необонятельной рецепции при раздражении хеморецепторов.

Опыты проведены на карпах *Cyprinus carpio* (гибрид карп + сазан) длиной 10—12 см обездвиженных диплацином (1—1,5 мг внутривенно) и жестко фиксированных в специальном станке. Дыхание обеспечивалось при помощи постоянного тока аэрируемой воды через вставленную в рот трубку. Раздражителями служили растворы поваренной соли, соляной и лимонной кислоты в концентрации 0,05 мол/л, а также вода, которые подавались в равных количествах на одно и то же место кожной поверхности головы. Орошение производилось в течение

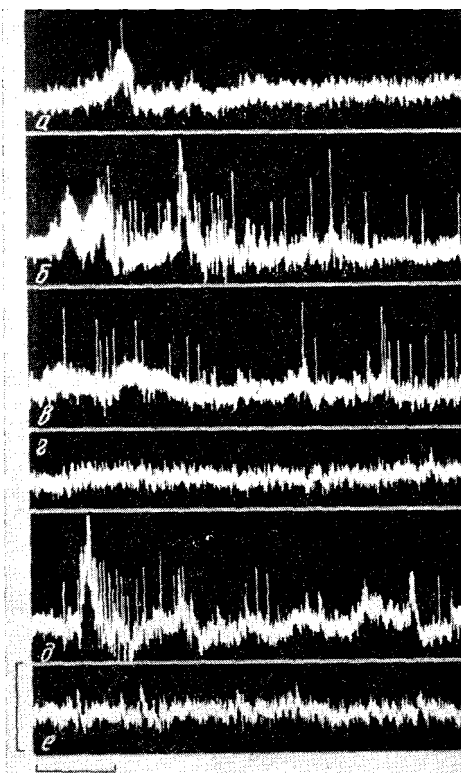


Рис. 2. Различия в выраженности ответов нейронов (глубина 550 μ) на растворы соляной и лимонной кислот. *a* — вода, *б* — 2-я сек. действия HCl, *в* — последствие; *г* — фоп, *д* — 2-я сек., *е* — 3-я сек. действия лимонной кислоты. Калибровка 100 μ В, 200 мсек.

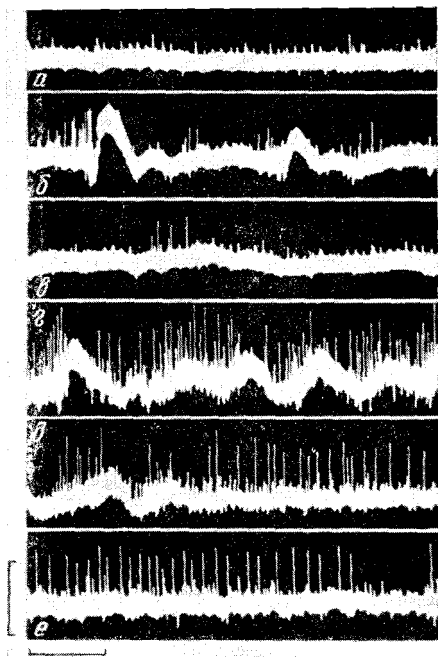


Рис. 3. Различия в выраженности ответов нейронов (глубина 400 μ) на растворы поваренной соли и соляной кислоты. *a* — фоп, *б* — 6-я сек. действия NaCl, *в* — последствие; *г* — 6-я сек.; *д* — 7-я сек. действия HCl, *е* — последствие. Калибровка 100 μ В, 200 мсек.

8—9 сек. Согласно морфологическим данным (⁶, ¹¹), хеморецепторы головы, иннервируемые лицевым нервом, имеют свое центральное представительство в долях лицевого нерва продолговатого мозга, соответственно чему ипсилатеральный отдел этого центрального аппарата химического анализатора и был объектом исследования. Регистрация разрядов нейронов производилась внеклеточно при помощи стеклянных микроэлектродов с диаметром кончика 1—2 μ , заполненных 3,5 *M* раствором NaCl. Микроэлектроды подключались к катодному повторителю усилителя биопотенциалов УБП 1—02. Фоторегистрация производилась с экрана катодного осциллографа ЭМОФ 2—01.

Результаты исследования. В разных точках ипсилатеральной доли лицевого нерва на глубинах от 140 до 1580 μ из 69 нейронов со спонтанной активностью 50 (73%) отвечали на раздражение хеморецеп-

торов увеличением количества разрядов. Наряду с этим обнаружено появление разрядов 15 нейронов, бывших до раздражения неактивными.

Из числа спонтанно активных нейронов, зарегистрированных в опытах с применением любой кислоты, отвечали на кислотное раздражение 95% нейронов. На раствор поваренной соли учащение разрядов отмечалось у 51% нейронов. В опытах, в которых изучалась активность нейронов при поочередном применении кислоты и соли, отвечали на оба раздражителя 35% нейронов, на кислоту 94%, на соль 44%, отвечали только на соль 6%.

Из числа молчащих нейронов, отвечавших на кислоту, 50% реагировали на соль и 18% на воду. Что касается спонтанно активных нейронов, то количество разрядов при орошении кожной поверхности водой не отличалось достоверно от фоновой активности.

Характерной чертой ответных реакций нейронов продолговатого мозга на раздражение кожных хеморецепторов является большой латентный период (исчисляемый в долях секунды и секундах), разная частота разрядов в отдельные секунды действия раздражителя и возможность выявления ответа в последствии.

Наиболее выраженные ответы как во время орошения кожной поверхности, так и после его прекращения наблюдались при воздействии соляной кислоты (рис. 1, 2, 3). Реакции на раствор лимонной кислоты также были четкими, однако более кратковременными (рис. 2). Ответы на раствор поваренной соли в отдельных опытах были меньше таковых на соляную кислоту (рис. 3), в других же им соответствовали (рис. 4).

При статистической обработке результатов всех опытов была доказана достоверность различий между частотой разрядов нейронов в среднем за одну секунду в фоне ($5,84 \pm 0,54$) и в ответ на все применявшиеся растворы. Число импульсов на соляную кислоту составляло $20,71 \pm 1,08$, на лимонную $12,4 \pm 0,81$, на поваренную соль $14,95 \pm 0,84$. Различия между соляной и лимонной кислотами, а также между соляной кислотой и поваренной солью достоверны, между лимонной кислотой и поваренной солью — недостоверны.

Аналогичные закономерности обнаружены и для молчащих нейронов. Отличие последних от спонтанно активных заключалось в том, что разряды возникали и на орошение кожной поверхности водой, однако частота их за 1 сек. ($2,18 \pm 0,53$) была достоверно меньше, чем число импульсов на растворы соляной ($13,7 \pm 1,21$) и лимонной ($7,50 \pm 0,56$) кислот, а также поваренной соли ($4,71 \pm 0,61$).

С помощью микроэлектродов удастся в ряде случаев зарегистрировать возникающие с длительным латентным периодом и повторяющиеся в течение действия раздражающего раствора вызванные потенциалы (в. п.), подобно выявленным нами (¹⁻⁴) в условиях суммарного отведе-

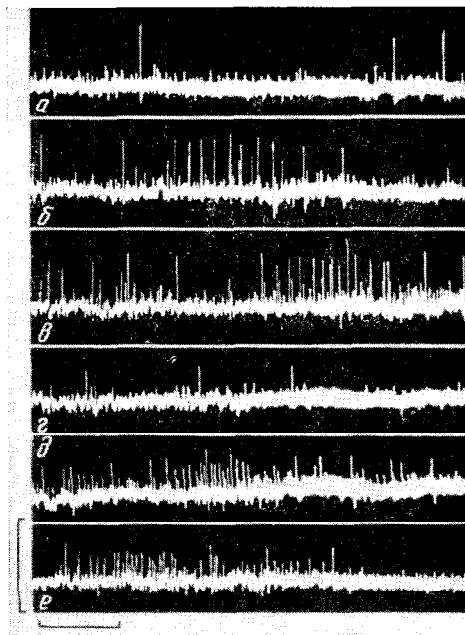


Рис. 4. Ответы нейронов на поваренную соль (глубина 1390 μ) и на соляную кислоту (глубина 1000 μ). а — вода, б — 2-я сек., в — 8-я сек. действия NaCl; г — вода, д — 2-я сек., е — 8-я сек. действия HCl. Калибровка 250 μ В, 200 мсек

ния. На них накладываются импульсные разряды нейронов (рис. 2, 3).

По-видимому, характеристики как вызванных потенциалов, так и ответов нейронов при раздражении хеморецепторов, значительно отличающиеся от реакций на раздражители других модальностей, отражают собой специфику химического воздействия.

Нейрональная активность продолговатого мозга рыб при орошении кожной поверхности растворами химических веществ носит черты сходства с ответами вторичных вкусовых нейронов ядра солитарного пучка крыс на раздражение вкусовых рецепторов (⁵, ⁹, ¹⁰, ¹⁶). Так же, как и у теплокровных, обнаружены нейроны, отвечающие на все применявшиеся раздражители учащением импульсной активности, однако число импульсных разрядов на различные химические вещества существенно отличается друг от друга. Наряду с этим имеются единицы, реагирующие избирательно либо на кислоту, либо на поваренную соль. Таким образом, ответные реакции нейронов первичного вкусового центра, очевидно, являются в ряду позвоночных однозначными. Большой латентный период и длительность проявления импульсных разрядов определяется качественными особенностями данной формы афферентного раздражения.

Ленинградский государственный университет
им. А. А. Ждапова

Поступило
12 X 1972

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Э. Ш. Айрапетьянц, Н. Е. Василевская, Успехи физиол. наук, **1**, 68 (1970). ² Н. Е. Василевская, И. Д. Павлов, В. И. Чилингириш, XI Всесоюзн. съезд физиол. общ., «Наука», **2**, 1970, стр. 81. ³ Н. Е. Василевская, И. Д. Павлов, Журн. эволюцион. биохим. и физиол., **7**, 280 (1970). ⁴ Н. Е. Василевская, В. В. Лавров, В сборн. Нервная система, № 13, 1972. ⁵ К. Пфафман, Р. Эрикссон и др., В сборн. Теория связи в сенсорных системах, М., 1964, стр. 137. ⁶ C. K. Ariens Kappers, G. C. Huber, E. C. Crosby. The Comparative Anatomy of the Nervous System of Vertebrates Including Man, N. Y., **1**, 1936. ⁷ J. E. Bardach, J. Case, Copeia, **2**, 194 (1965). ⁸ J. E. Bardach, M. Fujiya, A. Holl, In: Olfaction and Taste, Oxford—N. Y., 1967, p. 647. ⁹ G. S. Doetsch, R. P. Erickson, J. Neurophysiol., **33**, 490 (1970). ¹⁰ J. R. Ganchrow, R. P. Erickson, *ibid.*, **33**, 768 (1970). ¹¹ C. J. Herrick, J. Compar. Neurol., **15**, 375 (1905). ¹² J. Hidaka, S. Jokoto, Japan. J. Physiol., **17**, 652 (1967). ¹³ J. Konishi, J. Hidaka, *ibid.*, **19**, 315 (1969). ¹⁴ J. Konishi, H. Niwa, *ibid.*, **14**, 328 (1964). ¹⁵ J. Konishi, J. Zotterman, Acta physiol. scand., **52**, fasc. 2, 150 (1961). ¹⁶ W. Makous, S. Nord et al., Olfaction and Taste, Oxford—N. Y., 1963, p. 381. ¹⁷ A. M. Sutterline, N. Sutterline, J. Fish Res. Board of Canada, **27**, 1927 (1970). ¹⁸ G. Tateda, Comp. Biochem. Physiol., **11**, 367 (1964).