

- cholesterol and triglycerides in serum after a single exposure to prolonged heavy exercise // *Scand. J. Clin. Lab. Invest.* — 1980.—40, N 7. — P. 341—345.
5. *Friedewald W. T., Levy R. I., Fredrickson D. S.* Estimation of the concentration of low-density lipoprotein-cholesterol in plasma without the use of the preparative ultracentrifuge // *Clin. Chem.* — 1972.—18, N 8. — P. 499—502.
 6. *Fyhrquist F., Dessypris A., Immonen I.* Marathon run: effects on plasma renin activity, renin substrate, angiotensin converting enzyme, and cortisol // *Hormone and Metab. Res.* — 1983.—15, N 2. — P. 96—99.
 7. *Liesen H., Korsten H., Hollmann W.* Effects of a Marathon race on blood lipid constituents in younger and older athletes // *Metabolic adaptation to prolonged physical exercise.* — Basel: Birkhäuser Verlag, 1975. — P. 194—200.
 8. *Lithell H., Ölander J., Schele R. et al.* Changes in lipoprotein — lipase activity and lipid stores in human skeletal muscle with prolonged heavy exercise // *Acta physiol. Scand.* — 1979.—107, N 3. — P. 257—261.
 9. *Novak J., Polivkova V., Steinerova A. et al.* Selected plasma protein changes after triathlon competition (abstract) // *Clin. Physiol.* — 1985.—5, suppl. 4. — P. 187.
 10. *Paul P.* Effects of long lasting physical exercise and training on lipid metabolism // *Metabolic adaptation to prolonged physical exercise.* — Basel: Birkhäuser Verlag, 1975. — P. 156—193.
 11. *Viru A., Kõrge P.* Metabolic processes and adrenocortical activity during Marathon races // *Int. Z. angew. Physiol.* — 1971.—29, N 3. — P. 173—183.
 12. *Wade C. E., Dressendorfer R. H., O'Brien J. C., Claybaugh J. R.* Overnight basal urinary findings during a 500 km race over 20 days // *J. Sports Med. Phys. Fit.* — 1982.—22, N 3. — P. 371—376.
 13. *Whiting P. H., Maughan R. J., Miller J. D. B.* Dehydration and serum biochemical changes in marathon runners // *Europ. J. Appl. Physiol.* — 1984.—52, N 2. — P. 183—187.
 14. *Wood P. D., Haskell W., Klein H.* The distribution of plasma lipoproteins in middle-aged male runners // *Metabolism.* — 1976.—25, N 12. — P. 1249—1257.
 15. *Yan Shu Liu N.* Changes in Fitness components after a four week bicycle tour // *Physician and sportmed.* — 1982.—10, N 5. — P. 79—84.
 16. *Zuliani V., Bonetti A., Catapano A., Zeppili P.* Plasma lipids, lipoproteins and apoproteins B and A before and after a 24 H endurance race in cross-country skiers // *IVth Europ. Congress of Sports Medicine (Abstracts).* Prague, March, 25—28, 1985. — P. 299.

Тартус. ун-т МВССО ЭССР

Поступила 06.12.85

УДК 612.825

В. И. Комиссаров

ХАРАКТЕРИСТИКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ НЕЙРОНОВ СЛУХОВОЙ КОРЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА КОШКИ ПРИ ДЕЙСТВИИ ДИФФЕРЕНЦИРОВОЧНОГО ЗВУКОВОГО СТИМУЛА

Внутреннее (условное) торможение — одна из наиболее сложных проблем физиологии высшей нервной деятельности [1]. Несмотря на то что оно играет важную роль в оценке афферентных сигналов, нейрофизиологические механизмы внутреннего торможения изучены очень слабо. Поскольку в предыдущих исследованиях [3] показано, что анализ сигнального значения звуковых стимулов связан с характером функциональной организации нейронов слуховой коры мозга, возникла необходимость рассмотреть особенности взаимоотношений импульсной активности нейронов различных полей слуховой коры в условиях действия дифференцировочного сигнала.

Методика

Исследования выполнены в условиях хронического опыта на четырех кошках-самцах, у которых с помощью подготовительной операции на черепе в области проекций слуховых зон коры головного мозга AI, AII, E_p (по Вулси [2]), а также ассоциативной области (Ac; средняя супрасильвиева извилина) под эфирным наркозом устанавливали

миниатюрные держатели микроманипуляторов для введения микроэлектродов. Подробно методика операции описана ранее [4].

Предварительно у животных вырабатывали пищевой рефлекс на звук частотой колебания 500 Гц и дифференцировочное торможение на 1000 Гц. Условное раздражение и подкрепление предъявляли сериями по 4—6 раз с постоянным межсигнальным интервалом 60 с. Время изолированного действия звука, подаваемого от звукогенератора ГЗ-34 через динамик, составляло 1 с; интенсивность — 65 дБ. При выработке пищевого рефлекса звуковой стимул подкрепляли кусочками рыбы, которые подавали из автоматически перемещаемой кормушки. Отрицательный сигнал (звук частотой колебания 1000 Гц) предъявляли сериями так же, как и положительный, но никогда не подкрепляли. Через 100—120 предъявлений животное четко различало эти звуки. На положительный сигнал возникало движение к кормушке, на отрицательный — такая реакция отсутствовала.

Многоканальную внеклеточную регистрацию импульсации нейронов осуществляли одновременно от 2—4 исследуемых зон коры с помощью вольфрамовых микроэлектродов в стеклянной изоляции. Показателем функциональной активности нейронов служило число импульсов за секунду непрерывной регистрации. Результаты исследования подвергали стандартной статистической обработке. Характер взаимосвязи активности всех нейронов оценивали с помощью корреляционного анализа.

Результаты и их обсуждение

В трех сериях опытов зарегистрирована функциональная активность 672 нейронов. Анализ полученных данных показал, что в исходных условиях относительного покоя животных средняя частота фоновой импульсной активности нейронов различных слуховых полей сравнительно мало отличается друг от друга и колеблется от $(13,2 \pm 0,8)$ имп/с до $(15,7 \pm 1,2)$ имп/с (таблица). Сдвиги импульсной активности нейронов изучаемых зон коры, которые наблюдались при действии пищевого условного сигнала или сигнала, вызывающего дифференцировочное торможение, не имели разнонаправленного характера. Более того, как видно из таблицы, положительный условный сигнал оказывал достаточно сильное тормозное действие, вызывая существенное снижение частоты разрядов нейронов слуховых зон коры головного мозга AI и AII. Под влиянием дифференцировочного сигнала также отмечалось снижение частоты импульсации нейронов, однако этот эффект наиболее четко был выражен в слуховом поле AII.

Слабые различия динамики сдвигов импульсной активности при действии положительного и отрицательного звуковых сигналов обнаружены и при сопоставлении характера распределений нейронов изучаемых корковых зон по частоте их разрядов. Как следует из рис. 1, под влиянием положительного сигнала относительное число нейронов, частота импульсации которых менее 10 имп/с, в слуховых полях коры головного мозга AI и AII значительно возрастает, достигая $(80,5 \pm 6,6)$ и $(64,1 \pm 7,4)$ % соответственно, тогда как в исходном состоянии эти

Частота импульсов (имп/с) нейронов изучаемых зон коры мозга в исходном состоянии покоя и при действии звуковых сигналов ($M \pm m$)

Условия опыта	Зоны коры мозга			
	Ac	AI	AII	Ep
Состояние покоя	$14,5 \pm 1,1$	$13,2 \pm 0,8$	$15,7 \pm 1,2$	$13,6 \pm 0,9$
Действие звуковых сигналов				
пищевого	$12,3 \pm 1,2$	$7,40 \pm 0,7^*$	$10,7 \pm 2,1^*$	$13,5 \pm 1,5$
дифференцировочного	$13,1 \pm 2,0$	$13,3 \pm 2,5$	$11,6 \pm 1,5^*$	$14,1 \pm 1,8$

* Достоверное отличие от контроля (исходного состояния покоя) определяли по критерию Стьюдента.

показатели составляли только $(46,6 \pm 4,5)$ и $(42,0 \pm 4,9)$ %. Подобная тенденция наблюдается и при действии отрицательного (дифференцировочного) сигнала. В этом случае относительное число таких нейронов в сравниваемых областях коры составляло $(60,0 \pm 9,8)$ и $(60,6 \pm 8,5)$ %.

Установленные факты хорошо согласуются с данными Тальнова [7], который тщательно проанализировал ответы одиночных нейронов

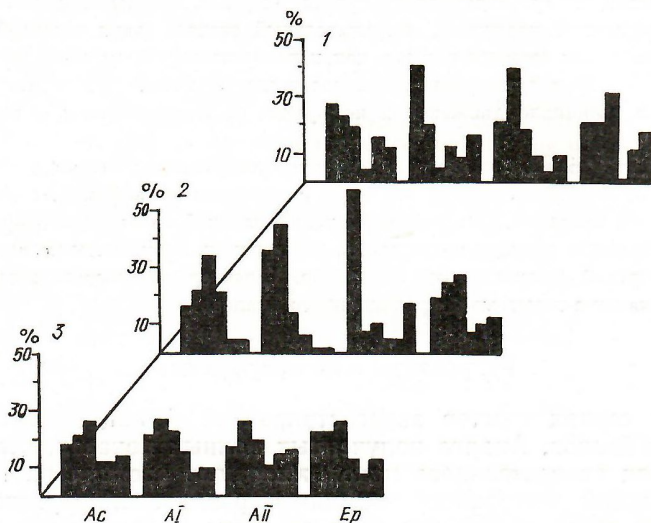


Рис. 1. Распределение частоты разрядов нейронов изучаемых зон (Ac, AI, AII, Ep) отведения импульсной активности коры головного мозга в различных экспериментальных условиях:

1 — при действии дифференцировочного звука (первый столбик каждой диаграммы указывает число нейронов (%), частота разрядов которых составляла до 5, второй — до 10, третий — до 15, четвертый — до 20, пятый — до 25, шестой — более 25 имп/с); 2 — при действии пищевого сигнала; 3 — исходное состояние (контроль).

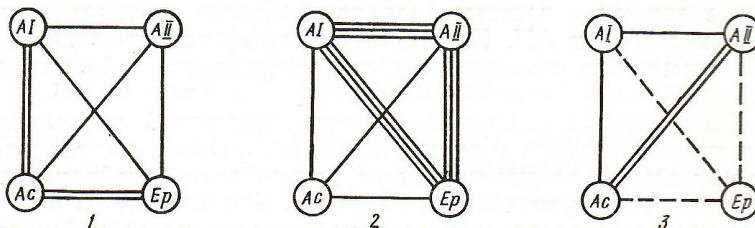


Рис. 2. Организация связей между импульсной активностью нейронов изучаемых зон (Ac, AI, AII, Ep) коры головного мозга в различных экспериментальных условиях:

1 — исходное состояние (контроль); 2 — на фоне пищевого сигнала; 3 — дифференцировочное торможение (одной линией обозначены связи, для которых коэффициент корреляции составлял 0,1—0,3; двумя — 0,4—0,5; тремя — 0,6—0,7; штриховой линией — отрицательные значения коэффициента корреляции).

первичной слуховой коры головного мозга кошки (поле AI) на положительные и отрицательные (дифференцировочные) стимулы и не обнаружил значительного отличия характера реакций нейронов. Таким образом, можно предполагать, что ответы отдельных нейронов слуховой коры не отражают сигнальное значение звуковых стимулов.

Иные результаты получены при изучении корреляции импульсной активности нейронов между рассматриваемыми зонами коры. Оказалось, что характер функциональных взаимоотношений нейронов слуховых полей коры мозга на фоне действия пищевого условного раздражителя и дифференцировочного стимула существенно отличаются. Как видно из рис. 2, дифференцировочный сигнал в отличие от положительного звукового стимула вызывает уменьшение корреляции частоты разрядов нейронов между сопоставляемыми слуховыми зонами коры мозга.

Обращает на себя внимание тот факт, что в сопоставлениях AI—Ep, AII—Ep и Ac—Ep положительные значения коэффициентов корреляции сменяются на отрицательные. Хотя их абсолютное значение мало, однако появление отрицательного знака у всех коэффициентов, характеризующих взаимосвязь активности нейронов слухового поля Ep и остальных корковых представительств, позволяет предположить, что замена прямой зависимости на обратную носит не случайный характер, а отражает глубокие сдвиги функциональной сопряженности изучаемых структур. На это указывает и появление в данных условиях умеренной корреляции импульсной активности между нейронами корковых зон AII и Ac.

Результаты исследования дают основание сделать вывод, что дифференцировочное торможение, которое возникает на звуковой стимул, находит свое выражение не столько в характере ответов отдельных нейронов слуховой коры, сколько в динамике их функциональных взаимоотношений между собой. Такой вывод хорошо соответствует современным представлениям о системной организации целенаправленных поведенческих актов [1, 6]. Избирательная перестройка функциональных взаимоотношений корковых представительств слухового анализатора при осуществлении дифференцировочного торможения на звук, вероятно, обеспечивает такую обработку входных сигналов, которая адекватна не только модальности стимула, но и поведенческой ситуации [5].

V. I. Komissarov

CHARACTERISTIC OF FUNCTIONAL INTERRELATIONS OF AUDITORY CEREBRAL CORTEX NEURONS UNDER THE ACTION OF DIFFERENTIATION SOUND SIGNALS

The correlation of the impulse neuron activity of different areas of the auditory cerebral cortex (AI, AII, Ep) and middle suprasylvian gyrus (association region) as affected by food signal or differentiation sound stimulus has been studied in chronical experiments on cats. It is found that differentiation inhibition is reflected in dynamics of interrelation between neuronal activity of the auditory cortex areas under study but not in the character of separate neuron responses.

Medical Institute, Kursk

1. Анохин П. К. Биология и нейрофизиология условного рефлекса. — М.: Медицина, 1968.—547 с.
2. Вулси К. Организация слуховой коры // Теория связи в сенсорных системах. — М.: Мир, 1964. — С. 251—270.
3. Комиссаров В. И. Особенности взаимоотношений активности нейронов слуховых зон коры при условном возбуждении разной биологической модальности // Совещание по проблемам ВНД. — Л.: Изд-во АН СССР, 1981. — С. 208.
4. Комиссаров В. И. Методика многоканального отведения нейронной активности в условиях хронического эксперимента // Физиол. журн. СССР. — 1982.—68, № 9. — С. 1303—1305.
5. Комиссаров В. И. Роль доминирующей мотивации в организации функций высших отделов слухового анализатора у кошек // Журн. выпш. нерв. деятельности.— 1984.—34, № 5. — С. 881—887.
6. Судаков К. В. Общая теория функциональных систем. — М.: Медицина, 1984.—224 с.
7. Тальнов А. Н. Связь реакций нейронов слуховой коры кошки с сигнальным значением звуковых стимулов при инструментальном пищевом рефлексе // Нейрофизиология. — 1985.—17, № 2. — С. 212—221.

Курск. мед. ин-т МЗ РСФСР

Поступила 06.12.85