

тем наступало облегчение
им входа в слуховую кору.

о раздражения ГKB пока-
ой реакцией является не-
е раздражения ГKB реги-
ий стимул длительностью
оспособности при интерва-
ефрактерности.

здражение тормозился на
ельности торможения (см.
а имели ПТ до 10 мс; ПТ
леток. Торможение на 100

в 66,6 % случаев реаги-
х превышал 5,0 мс, такая
о такие нейроны реаги-
ро

аний

анном исследовании тести-
группу нейронов, у кото-
шение ответоспособности,
о циклические изменения
ожет вызвать у части ней-
рывается последующим
суммации ВПСП и облег-
ВПСП, судя по периоду
имеет длительность до
егистрировать при внутри-
й в виде ВПСП — пик со-

кающие структуры, состави-
во нейронов этой группы
позволяет сделать вывод
ящие интернейроны коры.
ет быть как возвратным,
са требуются специальные

овавших на раздражение
рмозился. Можно предпо-
развивается ВПСП, вре-
ом. Торможение в таких
с таким характером реак-

ов, моносинаптически реа-
о функциональной неод-
ой группы выявлен период
длительный ВПСП. Более
раздражения ГKB периода
чно не превышало двух,
жно, именно к этой груп-
ой коры [7].

с 5 до 700 мс, у основной
данными о длительности

Применение тестирующего раздражения околопороговой силы позволило выя-
вить в нейронах слуховой коры торможение, длящееся до 1 с. Максимальная дли-
тельность ТПСП, зарегистрированная в этих нейронах в отсутствие наркоза не пре-
вышала 200 мс [6]. Такова же максимальная длительность торможения и при раз-
дражении парными стимулами равной сверхпороговой силы [5]. Торможение дли-
тельностью более 200 мс встречается и у небольшого числа нейронов входа и, сле-
довательно, не может быть объяснено суммацией тормозных процессов в нейронных
цепях. Можно предположить, что торможение столь большой длительности может
быть суммой ТПСП и каких-то локальных процессов, ослабляющих возбуждение в
месте синаптических контактов дендритов корковых клеток с терминалями ГKB или
в самих терминалях.

Результаты наших опытов позволяют сделать вывод о том, что популяция ней-
ронов слуховой коры, реагирующая импульсным ответом на раздражение непосред-
ственного входа в кору, является неоднородной, и нейроны, входящие в эту группу,
имеют разную организацию входов со стороны специфического таламического ядра.

Список литературы

1. Волков И. О. Реакции нейронов слуховой коры кошки на электростимуляцию нерв-
ных волокон, иннервирующих рецепторные клетки разных отделов кортиева орга-
на улитки — Нейрофизиология, 1982, 14, № 4, с. 418—425.
2. Серков Ф. Н., Яновский Е. Ш. О реакциях нейронов слуховой коры на парные
звуковые щелчки. — Там же, 1970, 2, № 3, с. 227—234.
3. Серков Ф. Н., Яновский Е. Ш. Реакции нейронов слуховой коры на раздражение
геникуло-кортикальных волокон. — Там же, 1972, 4, № 3, с. 227—235.
4. Серков Ф. Н., Леонова Е. Ф., Шелест И. И. Вызванные потенциалы слуховой коры
на парные раздражения. — Там же, 1969, 1, № 1, с. 54—64.
5. Серков Ф. Н., Яновский Е. Ш., Тальнов А. Н. О функциональных особенностях
разных нейронов слуховой коры. — Там же, 1973, 5, № 3, с. 236—245.
6. Серков Ф. Н., Яновский Е. Ш., Тальнов А. Н. Влияние нембутала, хлоралозы и
уретана на тормозящие постсинаптические потенциалы корковых нейронов. — Там
же, 1974, 6, № 4, с. 339—348.
7. Яновский Е. Ш. Предполагаемые тормозящие нейроны слуховой коры кошки. —
Там же, 1983, 15, № 6.
8. Reinoso-Suarez F. Topographischer Hirnatlas der Katze für Experimental — Physio-
logische Untersuchungen. — Darmstadt: E. Merck A. G., 1961. — 75 p.

Отд. физиологии коры голов. мозга. Поступила 12.07.83.
Ин-та физиологии им. А. А. Богомольца
АН УССР, Киев

УДК 612.826:612.85

Г. М. Груздев, Р. Р. Великая

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОНОВОЙ И ВЫЗВАННОЙ ЗВУКОВЫМИ ЩЕЛЧКАМИ АКТИВНОСТИ НЕЙРОНОВ ХВОСТАТОГО ЯДРА КОШКИ

Исследование функций хвостатого ядра привело в последние годы к представ-
лению об участии этого образования в сложных интегративных процессах обработки
информации, лежащих в основе организации целенаправленного поведения. При этом
предполагается полисинаптическое проведение к хвостатому ядру афферентных по-
сылков различной модальности, уже проинтегрированных на других уровнях и в зна-
чительной мере потерявших свою модальную специфичность, по крайней мере для
такого сигнала, как звуковой щелчок. Поскольку известно несколько параллельных
каналов передачи сенсорной, в частности слуховой, информации в передний мозг
[2, 7], и связи с сенсорными проекционными системами слабые, можно думать, что
основную роль в процессе формирования реакций нейронов хвостатого ядра на зву-
ковой сигнал играют системы непроекционного типа. Для того чтобы проверить это

предположение, нами были проведены эксперименты [5], которые показали, что нейроны хвостатого ядра способны реагировать на звуковые щелчки после перерезки классического слухового пути на различных уровнях, и реакции эти существенно не отличаются от зарегистрированных у интактных животных.

Настоящая работа посвящена дальнейшему изучению особенностей фоновой и вызванной звуковыми щелчками активности нейронов хвостатого ядра у интактных кошек и животных с разрушенными слуховыми путями на уровне нижних бугров четверохолмия (НБЧ).

Методика исследований

Хронические эксперименты проведены на бодрствующих кошках с фиксированной головой по [3]. Нейронную активность хвостатого ядра отводили стеклянными микро-электродами и с помощью стандартного комплекса аппаратуры регистрировали на магнитную ленту для последующего анализа на ЭВМ. Программа записи для каждого нейрона включала запись фоновой активности, активности во время применения серии звуковых щелчков частотой 0,5 Гц (50 щелчков), активности после применения стимуляции. Нейронную активность исследованных нейронов регистрировали также на фотопленку методом яркостной модуляции для получения «точечных» осциллограмм. Зарегистрирована активность 90 нейронов хвостатого ядра у интактных кошек и 180 нейронов у кошек с разрушенными слуховыми путями. Нейронную активность регистрировали в основном от головки хвостатого ядра. Координаты отведения: фронтальные уровни А 19—А 15, S 3—5, Н 0+5 (стереотаксический атлас кошки [8]). После окончания опытов осуществлен морфологический контроль локализации мест отведения в хвостатом ядре и разрушения на уровне нижних бугров четверохолмия (двустороннее разрушение латеральной петли и ручки нижних бугров четверохолмия с сохранением ретикулярной формации среднего мозга). Координаты коагуляции: фронтальные уровни А 2—Р 1, S 7, Н—1+3. Контролем деафферентации во время проведения эксперимента служило исчезновение ПО в первичной слуховой зоне коры головного мозга.

Результаты исследований

Постстимульные гистограммы исследованных нейронов хвостатого ядра как у интактных кошек, так и животных с разрушенными слуховыми путями характеризуются в основном тоническими реакциями на серию звуковых щелчков. Фазический компонент ответа у большинства нейронов выражен слабо (рис. 1, I и II). В основном для нейронов хвостатого ядра (76 %) характерно повышение или понижение среднего уровня импульсации во время воздействия щелчками. При этом наряду с нейронами, у которых прекращение стимуляции вызывает восстановление исходного уровня активности (25 %), у значительной части исследованных нейронов (51 %) тонические изменения средней частоты импульсации продолжались после прекращения стимуляции (рис. 1, IV, в). Такое последствие наблюдалось в течение 2 мин и более, затем происходило восстановление фоновой активности. Вместе с тем в некоторых случаях (15 %) проявлялась инертность реагирования. Это выразилось в том, что изменение средней частоты импульсации происходило уже после прекращения стимуляции (рис. 1, V, в). У таких нейронов, по-видимому, для возникновения выраженной реакции необходимо длительное раздражение в виде серии щелчков, т. е. накопление информации во времени.

Следует отметить, что у многих исследованных нейронов хвостатого ядра на постстимульных гистограммах, отражающих активность, зарегистрированную после прекращения стимуляции (рис. 1, I, б и II, б), выявляется мода, которая соответствует реакции нейронов на щелчки во время их применения (рис. 1, I, а и II, а). В некоторых случаях появление моды аналогичной реакции на щелчок наблюдается в период, предшествующий стимулу, в результате чего создается впечатление возникновения опережающей реакции (рис. 1, III, б). Независимо от времени появления таких всплесков активности периодическое воспроизведение следов реакции в отсутствие раздражения является характерной особенностью активности нейронов хвостатого ядра.

Анализ «точечной» записи фоновой активности и реакций нейронов на одиночные стимулы позволил также обнаружить периодическое распределение импульсации во времени. Период колебаний средней частоты активности составляет 3—40 с у разных нейронов и отличается устойчивостью для каждого данного нейрона. На рис. 2 в качестве примера представлена фоновая и вызванная звуковыми щелчками

активность нейронов хвост (рис. 2, I) и животного с активностью (рис. 2, I, а и б) с частым учащением и урежением активностью на стимулы (рис. 2, I, б и II, б).

В результате анализа длительности времени одной особенностью импульсов исследованных нейронов того ядра. На графиках средней частоты импульсов представленных на рис. 3 одические колебания импульсов активности нейронов хвостатого ядра выявлялись при постстимульной записи активности нейронов в каждом опыте; и амплитуда их отличалась от амплитуды у разных кошек (сравнить рис. 3, I и II), но сохранялись до кошки при регистрации активности в разных опытах (1 и 2). На графиках что наряду с периодически пределами записи активности отдельных нейронов наблюдались циклические изменения активности с большим периодом, которые, возможно, отражают активность ансамбля нейронов. И одические колебания импульсов исследуемых нейронов локализались до, во время применения звуковых щелчков. Разрушение слуховых пу

Рис. 1. ПСТГ активности нейронов хвостатого ядра интактной кошки (I) и животного с перерезанными слуховыми путями на уровне НБЧ (II). а — реакции нейронов на звуковые щелчки; б — активность, зарегистрированная после прекращения стимуляции; в — фоновая активность

уровне НБЧ также не удерживала активности нейронов

Обсуждение

Таким образом, особенности активности нейронов хвостатого ядра, обнаруженные в эксперименте, указывают на важную роль в формировании слухового типа. Специфическая роль меньшую роль. Об этом свидетельствуют исследования большинства исследованных нейронов (до 600 мс). Характерно также замедленный, инерци

которые показали, что после щелчки после перерезки акции эти существенно не отличаются от особенностей фоновой активности хвостатого ядра у интактных животных на уровне нижних бугров.

У кошек с фиксированной аудилы стеклянными микроэлектроды регистрировали на графическом записи для каждой во время применения стимула после применения стимула регистрировали также «точечные» осциллограммы активности ряда нейронов в каждом опыте; период и амплитуда их отличалась у разных кошек (сравнить на рис. 3, I и II), но сохранялись у каждой кошки при регистрации активности в разных опытах (сравнить 1 и 2). На графиках видно, что наряду с периодичностью в пределах записи активности отдельных нейронов наблюдаются циклические изменения импульсации с большим периодом, которые, возможно, отражают активность ансамбля нейронов. Периодические колебания импульсации исследуемых нейронов наблюдались до, во время и после применения звуковых щелчков. Разрушение слуховых путей на

хвостатого ядра как у интактными путями характеризуемых щелчков. Фазический (рис. 1, I и II). В основном повышение или понижение активности. При этом наряду с восстановлением исходного уровня активности (51 %) снижались после прекращения стимула в течение 2 мин активность. Вместе с реагирования. Это выражалось в том, что после по-видимому, для возникновения в виде серии

нейронов хвостатого ядра на зарегистрированную после стимула, которая соответствовала (рис. 1, I, а и II, а). На щелчок наблюдается впечатление возникает от времени появления следов реакции в отсутствии активности нейронов хвостатого ядра на одиночные импульсы и составляет 3—40 с у данного нейрона. На фоне звуковыми щелчками

активность нейронов хвостатого ядра, зарегистрированная у интактного животного (рис. 2, I) и животного с перерезанными слуховыми путями (рис. 2, II). Фоновая активность (рис. 2, I, а и II, а) нейронов в обоих случаях характеризуется периодическим учащением и урежением частоты импульсации. Соответственно периодическим изменениям активности наблюдается также модулирование реакций на одиночные стимулы (рис. 2, I, б и II, б).

В результате анализа динамики изменения средней частоты активности в течение длительного времени обнаружено, что такая периодичность является универсальной особенностью импульсации исследованных нейронов хвостатого ядра. На графиках изменения средней частоты импульсации, представленных на рис. 3, периодические колебания импульсной активности нейронов хвостатого ядра выявлялись при последовательной записи активности ряда нейронов в каждом опыте; период и амплитуда их отличалась у разных кошек (сравнить на рис. 3, I и II), но сохранялись у каждой кошки при регистрации активности в разных опытах (сравнить 1 и 2). На графиках видно, что наряду с периодичностью в пределах записи активности отдельных нейронов наблюдаются циклические изменения импульсации с большим периодом, которые, возможно, отражают активность ансамбля нейронов. Периодические колебания импульсации исследуемых нейронов наблюдались до, во время и после применения звуковых щелчков. Разрушение слуховых путей на

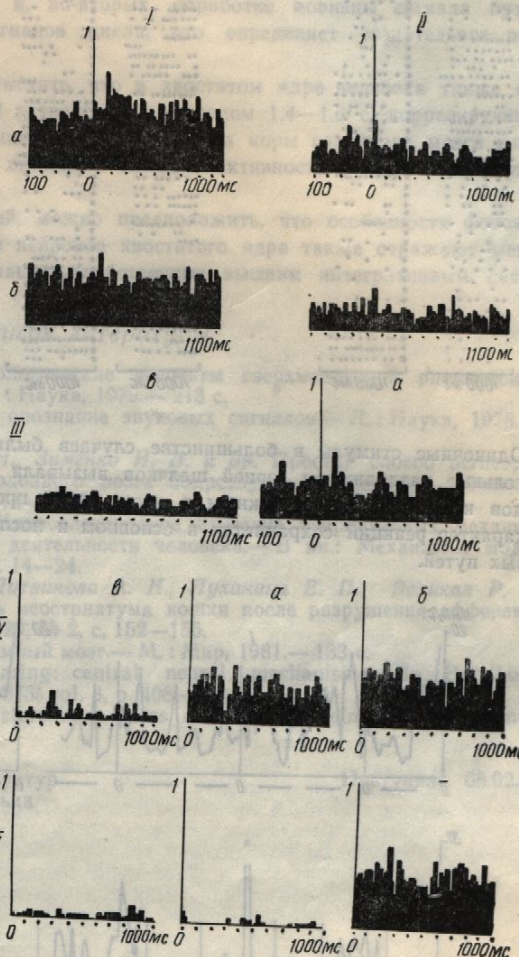


Рис. 1. ПСТГ активности нейронов ХЯ интактной кошки (I) и кошки с перерезанными слуховыми путями на уровне НБЧ (II—V).

а — реакция нейронов на звуковые щелчки; б — активность, зарегистрированная после прекращения стимуляции; в — фоновая активность нейронов.

уровне НБЧ также не устраняло длительных циклических колебаний фоновой и вызванной активности нейронов хвостатого ядра (рис. 3, II).

Обсуждение результатов исследований

Таким образом, особенности фоновой и вызванной активности нейронов хвостатого ядра, обнаруженные в настоящем исследовании, позволяют считать, что основную роль в формировании реакций нейронов на щелчки играют системы непроекционного типа. Специфическая слуховая система в этом процессе, по-видимому, играет меньшую роль. Об этом свидетельствует прежде всего тонический тип реакций большинства исследованных нейронов, характеризующихся большими латентными периодами (до 600 мс). Характерной особенностью исследованных нейронов ХЯ является также замедленный, инерционный тип реагирования с длительным последствием.

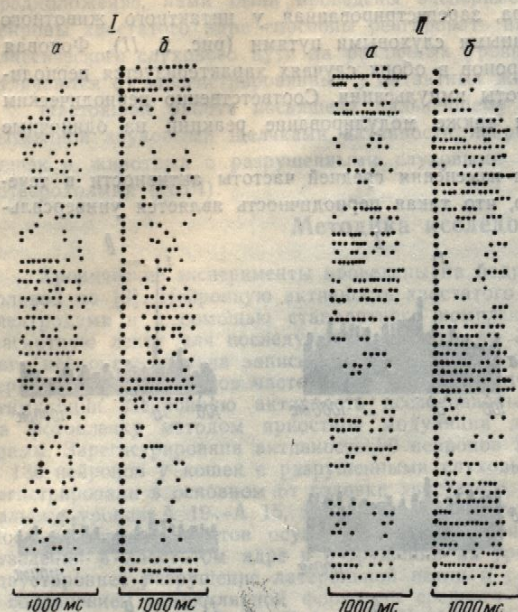


Рис. 2. Точечные осциллограммы активности нейронов ХЯ интактной кошки (I) и кошки с перерезанными слуховыми путями (II).

а — фоновая активность; б — реакция нейронов на одиночные щелчки. По горизонтали — время (1000 мс), по вертикали — между а и б — отметка раздражения (каждая точка — один стимул).

Одиночные стимулы в большинстве случаев были мало эффективны, и только длительные раздражения серий щелчков вызывали выраженные сдвиги частоты разрядов нейронов. Очень важным в этом плане представляется то обстоятельство, что характер реакций сохраняется в основном и после разрушения специфических слуховых путей.

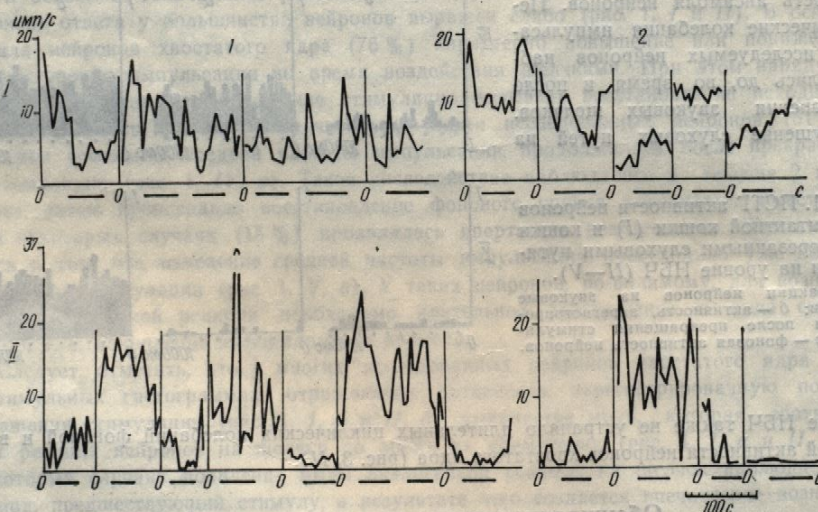


Рис. 3. Графики изменения средней частоты импульсации нейронов ХЯ интактной кошки (I) и кошки с перерезанными слуховыми путями (II).

1 и 2 — два последовательных опыта. Вертикальными линиями отделены последовательные записи активности разных нейронов. Горизонтальные линии внизу — отметка стимуляции серий звуковых щелчков.

Особенное внимание привлекают длительные циклические изменения фоновой и вызванной активности нейронов хвостатого ядра и воспроизведение следов реакций после прекращения стимуляции серий звуковых щелчков. В последнее время Эделмен и Маунткэсл [6], придавая большое значение циклическому характеру импуль-

сации в процессе обработки повторного входа сигнала как если бы он был вне структуры ответа в отсрочку хранения повторной активности, возможно, о ранее сигналов. По мнению способствовало, во-первых, периодическими сравнения повторных и приятные.

В связи с этим обнаружены колебания не только со степенью произвольности [1], что при активном усиливается.

Исходя из этих предположений и вызванной щелчками низкими обработкой входных данных мозга.

1. Аладжалова Н. А. Активности головного мозга. 192 с.
2. Бару А. В. Слуховые стимулы. 192 с.
3. Батуев А. С., Васильев В. И. Нейронная активность. Журн. СССР, 1972, 58.
4. Ливанов М. Н., Раевский В. М. Произвольная память. Л.: Наука, 1972.
5. Черкес В. А., Груздев Г. М. Вызванная нейронная активность. Физiol. журн. СССР, 1972, 58.
6. Эделмен Дж., Маунткэсл Р. S. Diagonal of Perceptual System. Chicago Press. 1961.

Отд. физиологии подкол. Ин-та физиологии им. А. Н. УССР, Киев

УДК 591.488.5:594.3

ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНОРЕЦЕПТОРНОЙ АКТИВНОСТИ ОРГАНА ПЕРИФЕРИИ К+-СЕ

Известно, что в области нижних позвоночных, несколько раз выше, чем физиологические эксперименты омывающих механорецепторности [3].