

УДК 612.826

Р. Р. Великая, В. Н. Ильин

ВЛИЯНИЕ ПРЕОПТИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ НА ВЫЗВАННЫЕ СВЕТОМ РЕАКЦИИ НЕЙРОНОВ ЗРИТЕЛЬНОЙ КОРЫ И ЛАТЕРАЛЬНОГО КОЛЕНЧАТОГО ТЕЛА

Структурные и функциональные особенности преоптической области гипоталамуса позволяют предположить особое значение этого образования в регуляции воспринимающей функции коры головного мозга [6]. В проведенных нами ранее исследованиях [1, 2] был выявлен сложный характер влияния стимуляции медиальной преоптической области гипоталамуса (АРМ) на фоновую и вызванную светом активность нейронов зрительной коры кроликов.

Настоящее исследование посвящено дальнейшему, более детальному анализу влияния электрической стимуляции АРМ на вызванную вспышками света активность нейронов зрительной коры. Поскольку эти влияния могут быть опосредованы более низкими уровнями зрительного анализатора, мы изучали также нейронную активность латерального колленчатого тела (ЛКТ) при стимуляции АРМ.

Методика исследований

Исследования проведены в условиях острого эксперимента на кроликах, обезвреженных листеноном и анатруксонином с применением искусственного дыхания.

Для стимуляции преоптической области вводили биполярные никромовые электроды с общим диаметром 200 мкм и расстоянием между кончиками 0,3 мм на уровень АР-4 по стереотаксическим картам Фифковой и Маршала. Стимуляцию производили прямоугольными импульсами длительностью 0,2 мс, следующими с частотой 300/с в течение 1 с, напряжением 3—8 В, и серией одиночных импульсов частотой 1/с. Адекватным раздражением служили вспышки света различной частоты (1—30 Гц), интенсивностью 100 лк. Программа исследования включала запись реакций на свет до и после высокочастотной стимуляции АРМ, а также одновременное применение одиночного электрического раздражения АРМ и вспышки света. Регистрацию нейронной активности осуществляли внеклеточно и записывали, в основном, на магнитную ленту. В последующем в процессе обработки информации импульсную активность с магнитной ленты частично записывали на фотопленку методом модуляции луча по яркости (на фотопленке каждый импульс был представлен точкой).

Вызванную активность нейронов анализировали методом постстимульных гистограмм (ПСГ), суммирующих ответы нейронов на 50 последовательных вспышек света и построенных с помощью ЭВМ «Днепр».

Результаты исследований и их обсуждение

Высокочастотная стимуляция АРМ приводила к изменению ответов 92% исследованных нейронов ЛКТ и 80% нейронов зрительной коры.

В ЛКТ обнаружено примерно одинаковое соотношение между нейронами, у которых высокочастотная стимуляция АРМ увеличивала реакции на свет, и нейронами, у которых наблюдалось уменьшение реакций на свет. Противоположные эффекты наблюдались при регистрации близко расположенных нейронов со сходным типом реакций (рис. 1, А,

нейроны 1 и 2). Уменьшение реак- вплоть до подавления их (рис. 1, А,

Анализ ПСГ реакций нейронов стимуляции АРМ, в основном, влиял на поздние компоненты в этих условиях — нет. Например, у нейрона 1

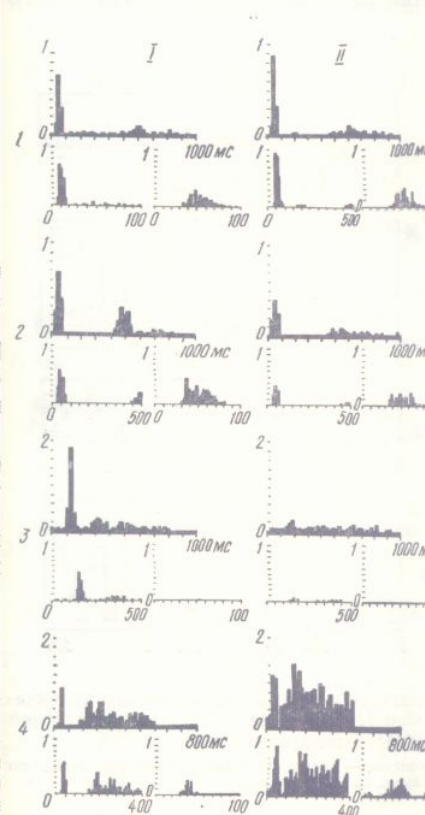


Рис. 1. ПСГ реакций четырех нейронов зрительной коры (Б) кроликов на свет до и после стимуляции преоптической области.

По горизонтали — время от начала стимула в мс. Обяснен

ного компонента, а компонент, возникший в ответ на свет, существенно не меняется. Ранний компонент значительно уменьшается, при этом он сдвигается влево и сокращается.

У нейронов зрительной коры АРМ наблюдалось преимущественно увеличение ранних компонентов в ответ на свет. При этом увеличение ранних компонентов влево, заполнением тормозных компонентов.

На рис. 1, Б представлены ПСГ, где показаны различные реакции

нейроны 1 и 2). Уменьшение реакций может быть очень значительным, вплоть до подавления их (рис. 1, А, нейрон 3).

Анализ ПСГ реакций нейронов ЛКТ на вспышки света показал, что стимуляция АРМ, в основном, влияла на ранние компоненты ответов, поздние компоненты в этих условиях в одних случаях изменялись, в других — нет. Например, у нейрона 1 (рис. 1, А) отмечено увеличение ран-

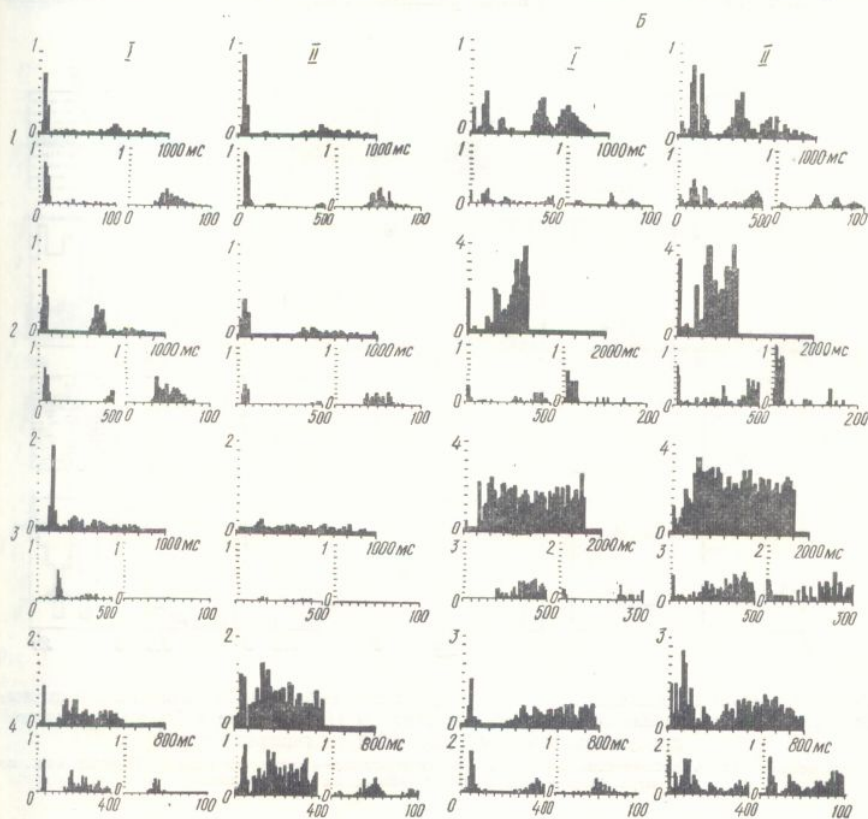


Рис. 1. ПСГ реакций четырех нейронов (1—4) латерального коленчатого тела (А) и зрительной коры (Б) кроликов на свет до (I) и после (II) высокочастотной стимуляции преоптической области гипоталамуса.

По горизонтали — время от начала стимула в мс, по вертикали — количество импульсов на 1 стимул. Объяснения в тексте.

него компонента, а компонент, возникающий через 450 мс после вспышки света, существенно не меняется. У нейрона 4 наряду с увеличением раннего компонента значительно увеличивается также поздний компонент, при этом он сдвигается влево, и тормозная пауза между компонентами сокращается.

У нейронов зрительной коры после высокочастотной стимуляции АРМ наблюдалось преимущественно облегчение реакций на вспышки света. При этом увеличение ранних компонентов сопровождалось также выраженным увеличением поздних компонентов, сдвигом этих компонентов влево, заполнением тормозных пауз импульсаций.

На рис. 1, Б представлены ПСГ четырех нейронов зрительной коры, где показаны различные реакции на вспышки света частотой 1 Гц. Тем

не менее у всех нейронов можно проследить отмеченную тенденцию изменения поздних компонентов реакций нейронов на свет. Выраженность этих изменений различна у разных нейронов (нейроны 1—4). В последнем случае (нейрон 4) вместо тормозной паузы наблюдается возникновение новых компонентов. Появляются также новые ранние компоненты в первые 40 мс (видно на ПСГ в масштабе 100 мс). Это приводит к уменьшению латентного периода реакции нейрона на свет. Уменьшение

Возникновение новой фазы отмечено у нейрона 2).

В связи с наблюдаемым эффектом в реакциях нейронов зрительной коры, при этом, что иногда удавалось наблюдать в ночные раздражения АРМ в интервалах тормозная пауза в реакциях нейронов

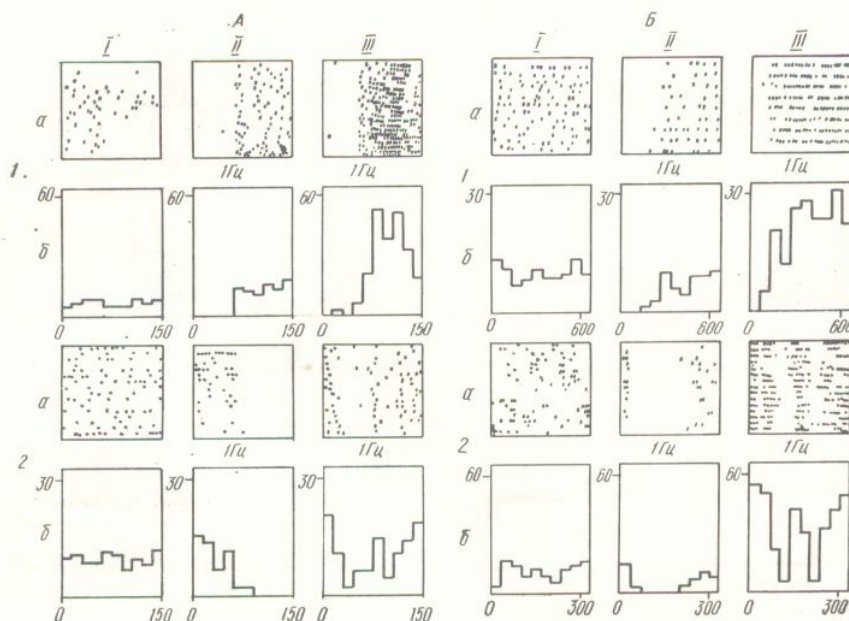


Рис. 2. Фоновая активность (I) и реакции двух нейронов (1 и 2) латерального коленчатого тела (А) и зрительной коры (Б) на свет до (II) и после (III) высокочастотной стимуляции преоптической области гипоталамуса.

а — точечная запись активности, б — ПСГ. По горизонтали — время от начала стимула в мс, по вертикали — количество импульсов на 20 стимулов.

латентного периода возможно также в результате сдвига уже существующего раннего компонента влево (рис. 1, Б, нейрон 1).

Детальная картина ответов нейронов зрительной коры и латерального коленчатого тела на вспышки света и изменения этих ответов после высокочастотной стимуляции АРМ представлена на рис. 2.

У нейрона 1 (рис. 2, Б) ЗК с тоническим типом реакции на вспышки света (частотой 1 Гц) после стимуляции АРМ наблюдается значительное увеличение количества импульсов в каждом ответе, упорядочение структуры ответов. Обращает на себя внимание также существенное уменьшение латентных периодов ответов и уменьшение дисперсии латентных периодов ответов на последовательные вспышки света. Нейрон такого же типа ЛКТ представлен на рис. 2, А, 1. В этом случае также наблюдается общее повышение активности.

У нейрона зрительной коры, отвечающего физической реакцией на вспышки света (рис. 2, Б, нейрон 2) после высокочастотной стимуляции АРМ наблюдается не только значительное увеличение ранней и поздней фаз ответа, но и возникновение новой фазы вместо тормозной паузы

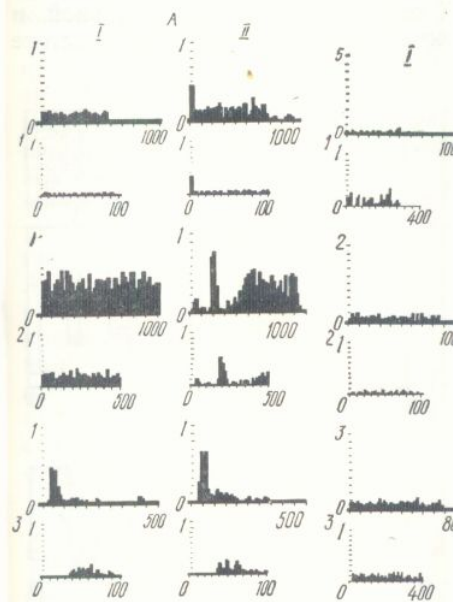


Рис. 3. ПСГ активности нейронов зрительной

А — фоновая активность (I) и реакции двух нейронов на свет в сочетании с одиночным раздражением преоптической области (II). Нейрон 3: реакция на свет в сочетании с одиночным раздражением преоптической области (III), реакция на вспышки света в сочетании с одиночным раздражением преоптической области (IV).

у нейрона 2 видно, что одиночное раздражение в интервале 150—250 мс приводит к реакции на одиночное раздражение (рис. 3, А), наблюдались крайне редкие реакции на свет, как правило, без взаимодействия одиночных гипоталамических раздражений. Взаимодействие одиночных гипоталамических раздражений происходит также в нейронах 1 и 2. В этом наблюдается уменьшение реакции на одиночное раздражение (рис. 3, Б, I), физическую реакцию (рис. 3, Б, II), которая (рис. 3, Б, III). Синхронное раздражение и вспышки света приводят к возникновению АРМ (рис. 3, Б, IV). У нейрона 2 на вспышку света (рис. 3, Б, III) выражена (рис. 3, Б, II), но сочетается с уменьшением реакции нейрона 1. Иногда это взаимодействие приобретает

Возникновение новой фазы отмечено также у нейронов ЛКТ (рис. 2, А, нейрон 2). В связи с наблюдаемым эффектом возникновения новых фаз в ответах нейронов зрительной коры, представляет интерес то обстоятельство, что иногда удавалось наблюдать реакции физического типа на одиночные раздражения АРМ в интервалах, когда обычно наблюдалась тормозная пауза в реакциях нейронов на вспышки света. На рис. 3, А

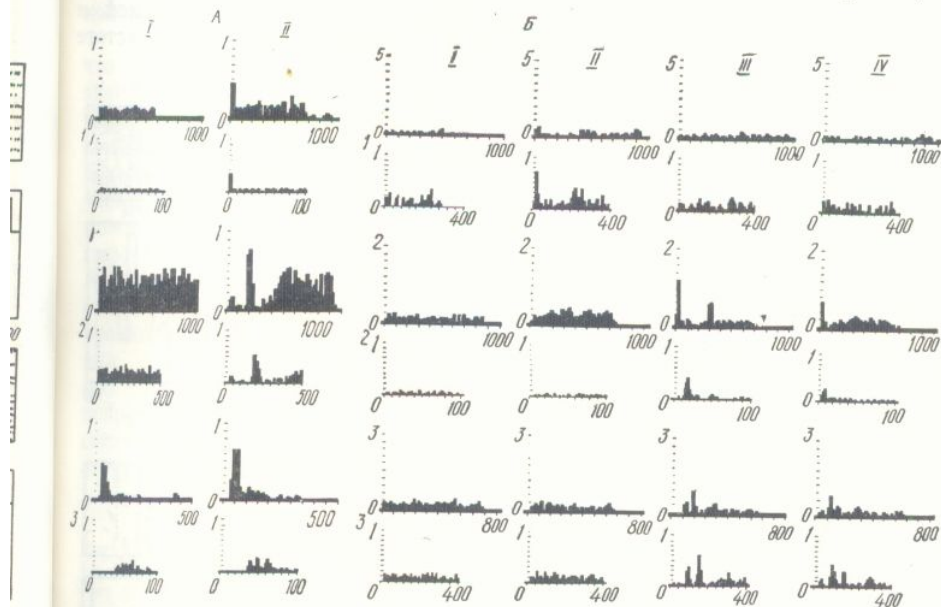


Рис. 3. ПСГ активности нейронов зрительной коры и латерального коленчатого тела. А — фоновая активность (I) и реакции двух нейронов (1 и 2) зрительной коры на одиночное раздражение преоптической области (II). Нейрон 3: I — реакция нейрона на свет, II — реакция нейрона на свет в сочетании с одиночным раздражением преоптической области. Б — фоновая активность (I) трех нейронов латерального коленчатого тела (1—3), реакции этих нейронов на одиночное раздражение преоптической области (II), реакции нейронов на раздражение вспышками света (III) и на вспышки света в сочетании с одиночным раздражением преоптической области (IV). По горизонтали — время от начала стимула в мс, по вертикали — количество импульсов на 1 стимул.

у нейрона 2 видно, что одиночное раздражение АРМ вызывает выраженную реакцию в интервале 150—250 мс. Коротколатентные физические реакции на одиночное раздражение АРМ, как, например у нейрона 1 (рис. 3, А), наблюдались крайне редко, всего в нескольких случаях. Однако, если одиночное раздражение АРМ сочетали со вспышкой света, то реакции на свет, как правило, были увеличены (рис. 3, А, нейрон 3). Взаимодействие одиночных гипоталамических и ретинальных раздражений происходит также в нейронах латерального коленчатого тела. При этом наблюдается уменьшение реакций на эти раздражения. На рис. 3, Б у нейрона 1 одиночное раздражение АРМ вызывает коротколатентную физическую реакцию (рис. 3, Б, II), реакция на вспышку света не выражена (рис. 3, Б, III). Синхронное применение гипоталамического раздражения и вспышки света приводит к уменьшению реакции на раздражение АРМ (рис. 3, Б, IV). У нейрона 2 обнаруживается четкая реакция на вспышку света (рис. 3, Б, III), реакция на раздражение АРМ не выражена (рис. 3, Б, II), но сочетание этих двух раздражений приводит к уменьшению реакции нейрона на вспышку света (рис. 3, Б, IV). Иногда это взаимодействие приобретает более сложный характер. У ней-

рона 3 взаимодействие гипоталамического и ретинального раздражения приводит к увеличению первого компонента реакции на свет, второй компонент при этом уменьшается. Кроме того появляется новый компонент с латентным периодом 25 мс.

Характерной особенностью высокочастотной стимуляции АРМ является также повышение критической частоты слияния мельканий (КЧСМ).

КЧСМ для нейронов ЛКТ и ЗК является относительно низкой, многие нейроны не обнаруживают четких реакций уже при частоте

Усиление реакций на вспышки зрительной коры после стимуляции рона 1 после гипоталамической стимуляции светом частотой 10 наблюдается выделение реакций на АРМ реакции нейрона на частоты 5/с и 10/с после стимуляции гипоталамической области.

Суммируя приведенные данные, что стимуляция АРМ оказывает влияние на активность нейронов зрительной коры, вызывая увеличение латентных периодов реакции, количества импульсов в этих реакциях, появление новых фаз и увеличение КЧСМ, но можно также предполагать, что стимуляция АРМ оказывает модулирующее влияние, которое проявляется в уменьшении дисперсии латентных периодов реакций нейронов на вспышки света, упорядоченности структуры реакций, избирательности.

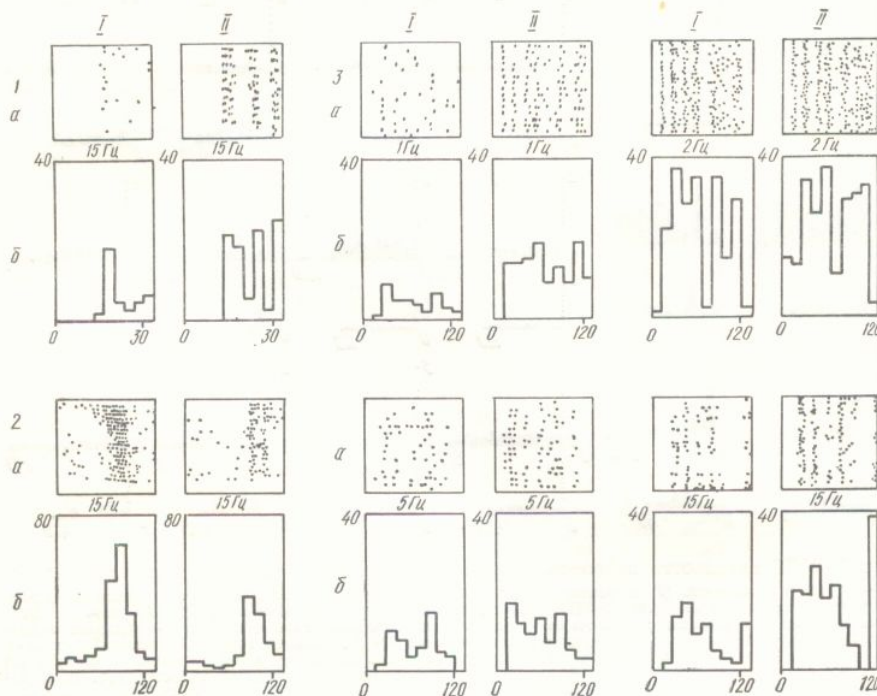


Рис. 4. Реакции трех нейронов (1—3) латерального коленчатого тела на свет до (I) и после (II) высокочастотной стимуляции преоптической области. а — точечная запись активности, б — ПСГ. По горизонтали — время от начала стимула в мс, по вертикали — количество импульсов на 20 стимулов.

мельканий 5—10/с. На рис. 4, I представлены реакции нейрона 1 ЛКТ на раздражение вспышками света частотой 15 Гц. После высокочастотной стимуляции АРМ эти реакции значительно усилились (рис. 4, II, нейрон 1). Однако в тех случаях, когда реакции на свет очень массивны, можно было наблюдать некоторое их ослабление (рис. 4, нейрон 2, I и II). Следует отметить, что для исследованных нейронов характерна индивидуальная избирательность к определенным частотам раздражения светом. В качестве примера на рис. 4 представлен нейрон ЛКТ (3), который слабо реагирует на вспышки света частотой 1/с, но обнаруживает хорошо выраженные реакции на раздражение светом частотой 2/с; реакции на вспышки частотой 5/с и 15/с выражены хуже. После высокочастотной стимуляции АРМ слабо выраженные реакции на раздражение светом 1/с и 5/с усиливаются, а четко выраженные реакции на вспышки светом частотой 2 Гц не увеличиваются и даже несколько ослабевают.

рательном увеличении тех форм стимуляции были слабо выражены.

Обнаруженные эффекты стимуляции в настоящее время существуют в настоящее время неспецифических структур мозга [7, 8, 10]. Функциональное значение гипоталамической стимуляции, поддержания повышенной возбудимости целенаправленного внимания.

На участие переднего гипоталамического сенсориума в механизмах влияния гипоталамического стимула. Если в отношении ЗК мнение гипоталамической стимуляции по-видимому, блокируется также что может иметь значение для полезной информации. То обстоятельство, что стимуляция АРМ оказывает модулирующее влияние, которое проявляется в уменьшении дисперсии латентных периодов реакций нейронов на вспышки света, упорядоченности структуры реакций, избирательности.

Усиление реакций на вспышки света высокой частоты у нейронов зрительной коры после стимуляции АРМ представлено на рис. 5. У нейрона 1 после гипоталамической стимуляции видно облегчение реакций на раздражение светом частотой 10/с и 20/с. У нейрона 2 в этих условиях наблюдается выделение реакций из шума: не оформленные до раздражения АРМ реакции нейрона на раздражение вспышками света частотой 5/с и 10/с после стимуляции гипоталамуса становятся более четкими и контрастными.

Суммируя приведенные данные, можно сделать общее заключение, что стимуляция АРМ оказывает не только облегчающее влияние на вызванную светом активность нейронов ЛКТ и ЗК, т. е. приводит к уменьшению латентных периодов реакций нейронов на свет, к увеличению количества импульсов в этих реакциях, заполнению тормозных пауз и появлению новых фаз и увеличению КЧСМ, но можно также предполагать, что стимуляция АРМ оказывает модулирующее влияние, которое проявляется в уменьшении дисперсии латентных периодов реакций нейронов на вспышках света, упорядоченности структуры реакций, изби-

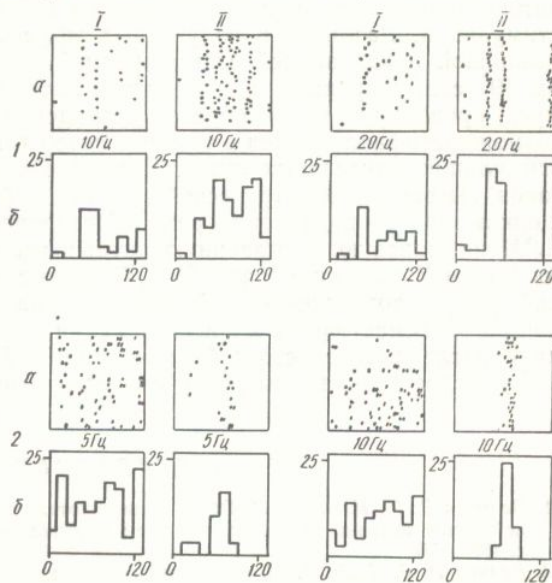


Рис. 5. Реакции двух нейронов (1 и 2) зрительной коры на свет до (I) и после (II) высокочастотной стимуляции преоптической области.

а — точечная запись активности, б — ПСГ. По горизонтали — время от начала стимула в мс, по вертикали — количество импульсов на 20 стимулов.

рательном увеличении тех форм реакций, которые до гипоталамической стимуляции были слабо выражены.

Обнаруженные эффекты стимуляции АРМ хорошо укладываются в существующее в настоящее время представление об угнетающем влиянии неспецифических структур мозга на тормозные механизмы коры и ЛКТ [7, 8, 10]. Функциональное значение ослабления тормозных процессов гипоталамической стимуляцией, по-видимому, заключается в длительном поддержании повышенной возбудимости, необходимой в связи с процессами целенаправленного внимания.

На участие переднего гипоталамуса в процессах формирования внимания к сенсорным раздражителям указывают [3, 6]. Что касается сравнения эффектов стимуляции АРМ на нейронную активность ЛКТ, с одной стороны, и ЗК, с другой, — следует отметить некоторое различие в механизмах влияния гипоталамуса на эти уровни зрительного анализатора. Если в отношении ЗК можно предполагать, в основном, торможение гипоталамической стимуляцией тормозных систем, то в ЛКТ, по-видимому, блокируется также проведение афферентной импульсации, что может иметь значение для уменьшения избыточной и выделения полезной информации. То обстоятельство, что примерно у половины

исследованных нейронов ЛКТ наблюдалось уменьшение реакций на свет после стимуляции АРМ, позволяет думать, что преимущественное облегчение реакций нейронов ЗК на свет в этих условиях, обусловлено, в основном, процессами внутрикорковыми. По-видимому, наряду с проявлением геникулярного облегчения в коре, можно также предполагать раздельное влияние АРМ на эти уровни зрительного анализатора. Об этом же свидетельствует значительное изменение после гипоталамической стимуляции поздних компонентов корковых ответов, отражающих процессы переработки сигналов в коре, связанных с оценкой их значимости [5]. Чи и Флинн [9] также наблюдали различные эффекты гипоталамической стимуляции на суммарные ответы в ЗК, вызванные стимуляцией зрительной радиации, и ответы в ЛКТ, вызванные стимуляцией зрительного тракта. Однако в отличие от результатов настоящего исследования, авторы наблюдали подавление ответов в ЗК после гипоталамической стимуляции. Различие в полученных эффектах может быть связано с различной локализацией стимулируемой области гипоталамуса (авторы [9] стимулировали медиальную и латеральную области гипоталамуса, провоцируя таким образом нападение кошки на крыс). Вторая возможность заключается в том, что авторы производили электрическую стимуляцию зрительных путей. Взаимодействие двух афферентных потоков, вызванных электрической стимуляцией структур, может привести к окклюзивному подавлению реакций нейронов. Об угнетающем влиянии АРМ на фоновую и вызванную активность нейронов зрительной коры сообщили Кожечкин с соавт. [14]. Однако следует отметить, что авторы наблюдали торможение нейронной активности во время стимуляции АРМ. В настоящем же исследовании облегчающие эффекты наблюдали после высокочастотной стимуляции АРМ, что является, по-видимому, более адекватным условием эксперимента.

Литература

1. Великая Р. Р., Ильин В. Н. Об участии гипоталамических образований в регуляции нейронной активности зрительной коры кролика.— *Нейрофизиология*, 1977, 9, № 5, с. 469—476.
2. Велика Р. Р., Ильин В. М. Викликані реакції нейронів зорової кори при стимуляції гіпоталамічних утворень.— *Фізіол. ж.*, 1977, 23, № 1, с. 28—32.
3. Громова Е. А., Проводина В. Н. Электрофизиологическое проявление реакции внимания к сенсорным раздражителям и роль гипоталамуса в ее формировании.— *Вопр. психологии*, 1974, № 6, с. 127—131.
4. Кожечкин О. Н., Жадина С. Д., Бондарь Г. Г., Нестерова И. В. Изменение спонтанной и вызванной активности нейронов зрительной коры кролика при раздражении различных областей гипоталамуса.— *Журн. высш. нерв. деят.*, 1975, 25, № 6, с. 1279—1283.
5. Куман Э. Н., Латаш Л. П. Полифункциональный характер ответов одиночных нейронов зрительной коры бодрствующей крысы на вспышки света.— *Нейрофизиология*, 1970, 2, № 3, с. 242—250.
6. Леонтович Т. А. К проблеме эмоций.— *Усп. совр. биол.*, 1968, 65, № 1, с. 34—65.
7. Супин А. Я. Нейронные механизмы зрительного анализа.— М., 1974. 191 с.
8. Bremer F. Inhibition intrathalamique recurreniale et physiologie du sommeil.— *EEG Clin. Neurophysiol.*, 1970, 28, p. 1—16.
9. Chi C., Flynn I. R. The effects of hypothalamic and reticular stimulation on evoked responses in the visual system of the cats.— *EEG Clin. Neurophysiol.*, 1968, 24, N 4, p. 343—356.
10. Demetrescu M., Demetrescu M., Iosif F. The tonic control of cortical responsiveness by inhibitory and facilitatory diffuse influences.— *EEG Clin. Neurophysiol.*, 1965, 18, N 1, p. 1—24.

Отдел физиологии межучасточного мозга
Института физиологии им. А. А. Богомольца
АН УССР, Киев

Поступила в редакцию
17.IV 1978 г.

УДК 612.67.8.264:615.272.6

В. В. Фролькис, В. В. И

ГИПОТАЛАМИЧЕСКАЯ РНК И БЕЛКА

Гипоталамусу отводится важнейший, в становлении деятельности и В то же время явно недостаточно. В последние годы формулируются вопросы проблем регуляции генетического аппарата исследований этого направления. Карченко и сотр., посвященные с. нием гипоталамуса и конформ. Г. Д. Бердышева и сотр. [1], на гипоталамуса на синтез РНК и ие

В последние годы формулируются растные изменения в гипоталамусе ни организма [2, 7, 10, 11]. Есть с ленность старения организма оп генетическом аппарате тканей-ми регуляции активности, особенно г

Мы изучали возрастные особенности парата тканей системы гипоталам чень (ГГНП) в исходном состоян влияния активации различных звк и белка-фермента в тканях-мишен

Методика

Опыты проведены на взрослых (8-полярные никромовые электроды вживля тадамуса по координатам атласа Фифко ками на возраст и вес животных. В бол электродов и раздражением гипоталамуса в условиях свободного поведения живот кого тока частотой 100 Гц и длительно раздражения 10—15 мин, смена полярнос раздражающего тока, которую подбирали (настораживание, обнухивание, беспокой взрослых и 80—160 мкА для старых кры вляли на поперечных срезах мозга после электродов и фиксации мозга в формалин Гидрокортизон (Венгрия) вводили.

В серии опытов с длительной стиму ние гидрокортизона осуществляли ежедневно, 6 и 15 дней. В этой серии животных у ции гипоталамуса или введения гормона.

О скорости синтеза суммарной РНК относительной удельной радиоактивности на нитроцеллюлозных фильтрах (Oxoid, 0,5 мКи/кг) и ³H-глицином (1 мКи/кг вводили внутривенно за 30 мин до з циюном счетчике SC-30 (Франция). Усл РНК печени крыс приведены ранее [9].