

UDK 612.825.261

А. А. Гун

## МОДУЛИРУЮЩЕЕ ВЛИЯНИЕ ОРБИТО-ФРОНТАЛЬНОЙ КОРЫ НА ГЕНЕРАЦИЮ ВЗРЫВНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ В ГОЛОВНОМ МОЗГЕ

Показано, что в деятельности таламо-кортикальной синхронизирующей системы важное место занимает орбито-фронтальная кора (ОФК) [4, 5, 10, 12, 13, 14]. Наиболее полно исследованы последствия прерывания импульсации от нее к ядрам таламуса, вызываемые удалением этой области либо перерезкой и функциональным выключением пучка волокон нижней таламической ножки, что, по данным большинства авторов, приводит к стойкому исчезновению веретен в неокортике и подавлению реакции вовлечения [4, 5, 10, 12, 13, 14]. На основании этого было высказано предположение, что ОФК в естественных условиях оказывает облегчающее влияние на таламические механизмы синхронизации. Данная гипотеза вызвала определенные возражения со стороны некоторых исследователей [7, 11]. Таким образом, вопрос о наличии и характере влияний ОФК на таламо-кортикуальную неспецифическую систему остается открытым.

Одним из подходов к решению данной проблемы является изучение эффекта воздействия локального повышения активности ОФК на синхронизирующую систему переднего мозга.

Учитывая данные о морфологической и функциональной неоднородности префронтальной коры [3, 6], специальный интерес представляет дифференцированное исследование участия отдельных областей этой зоны неокортике в осуществлении ее влияния на регуляцию корковой ритмики.

### Методика исследований

Опыты проведены на 25 кошках в условиях острого эксперимента под легким барбитуральным наркозом (нембутал 15—20 мг/кг внутрибрюшинно). После экзентерации орбиты, трепанации задней ее стенки и свода черепа, обнажали всю дорсальную и орбито-базальную поверхность полушарий. Твердую мозговую оболочку вскрывали крестообразным разрезом. Во время опыта поверхность неокортике орошали теплым ( $37^{\circ}\text{C}$ ) раствором Рингера. Очаг возбуждения создавали аппликацией на предварительно высушенный участок коры фильтровальной бумаги ( $2 \text{ mm}^2$ ), смоченной в 1% растворе азотокислого стрихнина [9]. ЭКоГ записывали монополярно с помощью четырехканального чернилопишущего электроэнцефалографа 4-ЭЭГ-1. Активными электродами служили хлопчатобумажные нити, смоченные физиологическим раствором. Индифферентный электрод располагали в носовых костях черепа. Регистрировали количество барбитуровых веретен в ЭКоГ различных точек неокортике за 1 мин. Запись производили до и после создания очага возбуждения. В ходе эксперимента для устранения возможного взаимного влияния отдельных участков ОФК друг на друга, их последовательно аспирировали субпiallyно.

Статистическую обработку количественных данных проводили вычислением непараметрического критерия Вилкоксона—Манна—Уитни [1].

### Результаты исследований и их обсуждение

При введении барбитуратов в неокортике начинают регистрироваться взрывы альфа-подобной активности, по форме напоминающие веретена (рис. 1 и 3, 1), в генерации которых главную роль играет таламо-кортикуальная синхронизирующая система [8]. После аппликации на поверхность коры стрихнина в ней возникает очаг повышенного возбуждения, активность которого характеризуется появлением в отравленном участке характерных одиночных или сгруппированных в пакеты.

трехфазных пиков большой амплитуды (рис. 1 и 3 II). Генератор возбуждения исчезал при продолжительном орошении зоны стрихнизации теплым физиологическим раствором или при аппликации на нее 6 % раствора нембутала (рис. 1, III). Эффект воздействия гиперактивного очага на фоновую ЭКоГ интактных участков зависел от той корковой структуры, в которой он был создан.

При повышении возбуждения орбитальной коры в ЭКоГ лобного и височного отделов неокортиекса происходило достоверное ( $p < 0,01$ )

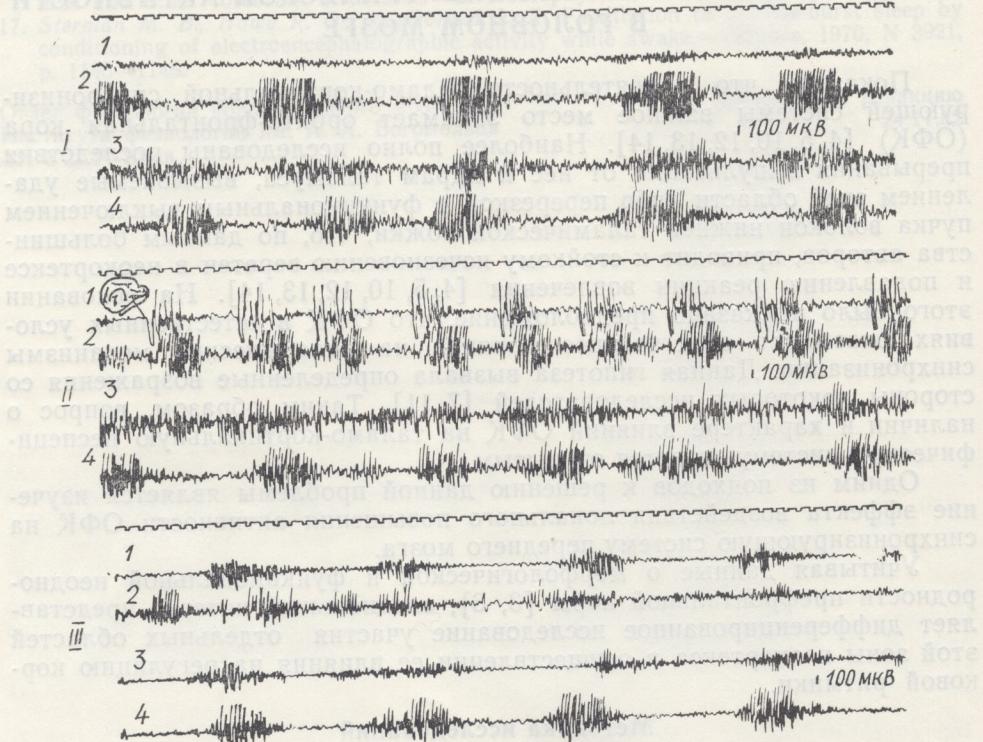


Рис. 1. Влияние повышения возбуждения орбитальной коры на взрывную электрическую активность.

ЭКоГ ипсолатеральной супрасильвиевой (2), контралатеральных орбитальной (3) и супрасильвиевой (4) извилин до создания очага возбуждения в орбитальной коре (1) — I, после аппликации стрихнина на нее — II, после аппликации на очаг возбуждения нембутала — III. Калибровка сигнала — 100 мкВ, отметка времени — 1 с. Черным квадратом обозначено место стрихнизации коры.

увеличение количества «веретен» в 1 мин (рис. 1, I и II). Аппликация нембутала на орбитальную кору вызывала подавление очага возбуждения, что выражалось в трансформации локальных эпилептических взрывов в веретенообразную активность. Это приводило к восстановлению исходного фона ЭКоГ, более того, наблюдалась сравнительная депрессия взрывной электрической активности (рис. 1, III).

Аналогичное влияние на биопотенциалы полушарий отмечалось также и со стороны гиперактивных очагов в прореальной коре.

Таким образом, усиление функциональной посылки из орбитофронтальной коры вызывает активацию таламо-кортикальной неспецифической системы, а подавление генератора возбуждения, которое приводит к резкому снижению эfferентного потока импульсации из орбито-фронтальной коры, — восстановление режима работы таламического водителя ритма.

Для исключения возможного вовлечения в процесс работы генератора возбуждения всей ОФК и выяснения наиболее эффективных ее участков в воздействии на синхронизирующую систему была проведена серия экспериментов, в которых создание гиперактивного очага в

орбитальной коре реальной извилины буждения в пределах возбудимости с количеством вербальных ЭКоГ ( $p > 0,05$ ) области действий наблюдался стаби

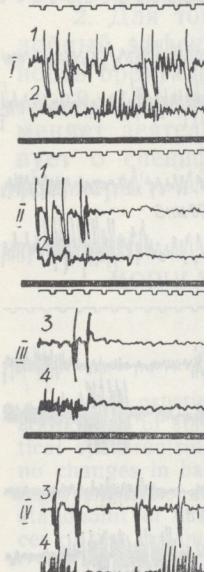


Рис. 2. Функцион...

ЭКоГ стрихнизирован до — I и после удаления (3) и ипсолатеральной посл...

В связи с этиологией на таламический. Этот вывод был сделан из отделов ОФК, устранения которых префронтальных золистого тела не влияло на рабочая детерминант в 1 мин к учащению (ризактивности генерации резкой депрессии и исчезновения II). Так как это одинаковый обмен, но отнести к симметрии орбитальной коры могла оказывать активности можно лишь орбитальная. Для контраядрам таламуса в неокортиекса

тор воз-  
низации  
нее 6 %  
тивного  
корко-  
лобного  
 $p < 0,01$ )

орбитальной коре сочеталось с функциональным «выключением» прореальной извилины и наоборот. Было установлено, что, если очаг возбуждения в прореальной извилине создавался на фоне понижения возбудимости орбитальной коры, вызываемой аппликацией нембутила, количество веретен за 1 мин оставалось таким же, как и на исходной ЭКоГ ( $p > 0,05$ ). Если фокус повышенного возбуждения в орбитальной области действовал в условиях торможения прореальной коры, то наблюдался стабильный эффект возрастания частоты веретен ( $p < 0,01$ ).

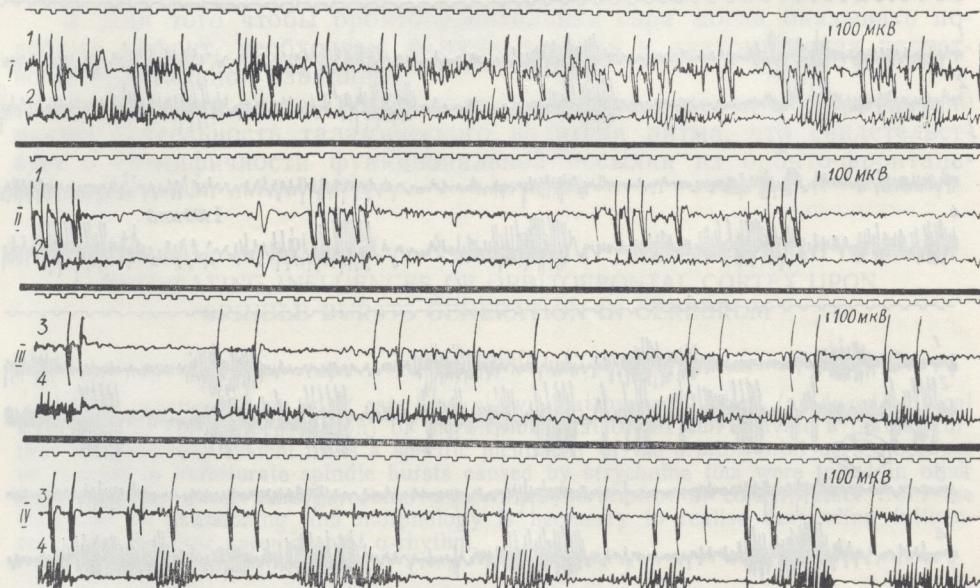


Рис. 2. Функционирование очагов возбуждения в орбито-фронтальной коре после удаления орбитальной и прореальной извилины.

ЭКоГ стрихнизованной прореальной коры (1) и ипсолатеральной супрасильвиевой извилины (2) до — I и после удаления орбитальной извилины — II. ЭКоГ стрихнизованной орбитальной коры (3) и ипсолатеральной супрасильвиевой извилины (4) до аспирации прореальной области — III, и после нее — IV. Калибровка сигнала — 100 мкВ, отметка времени 1 с.

В связи с этими данными можно предположить, что воздействие ОФК на таламический водитель ритма реализуется через орбитальную кору. Этот вывод был подтвержден при анатомическом разрушении одного из отделов ОФК и одновременном повышении активности другого. Для устранения возможного компенсаторного влияния контралатеральной префронтальной области осуществляли ее аспирацию или перерезку мозолистого тела. Удаление прореальной извилины в этих экспериментах не влияло на работу сложившейся функциональной системы: гиперактивная детерминанта в орбитальной области — таламус. Количество веретен в 1 мин не изменилось, более того, наметилась тенденция к их учащению (рис. 2, III и IV). Аспирация орбитальной извилины на фоне активности генератора возбуждения в прореальной коре приводила к резкой депрессии альфа-ритма ЭКоГ интактных зон вплоть до полного исчезновения веретенообразной активности неокортекса (рис. 2, I и II). Так как в обоих случаях аспирация затрагивала приблизительно одинаковый объем мозговой ткани, то наблюдаемые эффекты правомерно отнести к специфическим последствиям прерывания импульсации от орбитальной коры к таламусу. Следовательно, для того чтобы ОФК могла оказывать свое влияние на регуляцию взрывной электрической активности мозга, необходима функциональная и анатомическая целостность орбитальной извилины.

Для контроля специфичности функциональной посылки из ОФК к ядрам таламуса изучали влияние генераторов, созданных в других зонах неокортекса, на барбитуративный фон ЭКоГ. В этих экспериментах

было обнаружено, что подобные очаги в височной, затылочной и лобной коре не влияют на частоту взрывной электрической активности. На рис. 3 продемонстрирован эффект воздействия гиперактивного очага в зрительной коре на функционирование таламо-кортикалной синхронизирующей системы. Несмотря на мощные разряды в месте стрихнизации (рис. 3, II), частота барбитуровых веретен в ЭКоГ интактных участков не изменилась (рис. 3, I и II). Эти данные находятся в некотором противоречии с результатами других авторов [5, 14], которые в

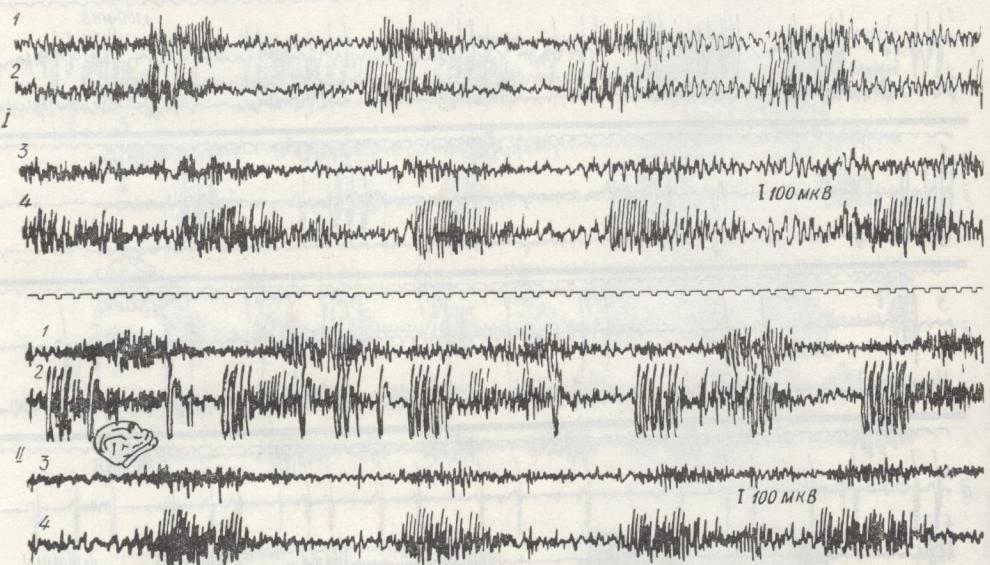


Рис. 3. Влияние повышения возбуждения зрительной коры на взрывную электрическую активность.

ЭКоГ ипсолатеральной орбитальной (1), супрасильвиевой (3) и латеральной (4) извилин противоположного полушария до стрихнизации зрительной коры (2) — I и после нее — II. Калибровка сигнала — 100 мкВ, отметка времени — 1 с. Черным квадратом обозначено место стрихнизации коры.

экспериментах с удалением проекционных зон коры полушарий зарегистрировали эффект облегчения альфа-активности. В соответствии с этим следовало бы ожидать, что очаг в иной области гемисфера будет оказывать подавляющее влияние на веретенообразную активность, чего в наших опытах не наблюдалось. Это расхождение можно объяснить с позиции теории о роли детерминантных структур в деятельности нервной системы [2]. Гиперактивный очаг способен изменять деятельность всей функциональной системы только тогда, когда он создан в структуре, выполняющей роль детерминант в данной системе. Но каждая из проекционных областей является детерминантной в пределах той специфической системы, к которой она относится. И то, что в наших экспериментах фокус повышенного возбуждения в других отделах мозгового плаща не оказывал влияния на таламический водитель ритма, свидетельствует в пользу того, что данная область по отношению к таламо-кортикалной синхронизирующей системе не обладает свойствами детерминант. С другой стороны, ОФК как высшая ассоциативная зона [3, 6] обладает всеми возможностями для оказания модулирующего воздействия на неспецифические системы мозга.

В результате проведенных экспериментов, основанных на повышении возбудимости ОФК и сопоставлении их с данными других авторов, изучавших последствия прерывания импульсации от нее [4, 5, 10, 12, 13, 14], можно сделать общее заключение, что ОФК в естественных условиях оказывает облегчающее влияние на синхронизирующую систему переднего мозга. Возбуждение этой кортикальной области вызывает активацию таламического водителя альфа-ритма. Подобный эффект

специфичен для национальная и можно, поток через этот ее от

1. Повышение орбито-фронтальной синхронизирующей

2. Для того чтобы добный эффект орбитальной

3. Создано меняет деятельность о специальной коры.

MODULATING

Acute experiments application of strictional synchronizing no changes in basic regions of the point of view of influences on the thalamus

1. Гублер Е. В., медико-биологическая литература, 1968.
2. Крыжановский М. М., Медицина, 1968.
3. Лурия А. Р., Единый мозг, 1965.
4. Макулькин Р. А., Труды по электрофизиологии коры головного мозга, том 1, 1971.
5. Макулькин Р. А., Электрическая активность головного мозга: Тез. докл. Акад. наук СССР, 1971.
6. Хомская Е. Д., Ученые записки БГУ, 1972.
7. Dahl E., Glycerophosphorus activity in the cat's brain, J. Physiol., 1972.
8. Dempsey E., Nodding and other rhythmic potentials in the cat's brain, J. Physiol., 1968.
9. McCulloch W., J. Physiol., 1968, 20, p. 223—238.
10. Skinner I. E., The rhythmic potentials of the nonspecific projection areas of the cat's brain, J. Physiol., 1968, 20, p. 239—252.
11. Staunton H., The rhythmic potentials of the cat's brain, J. Physiol., 1968, 20, p. 253—268.
12. Velasco M., Lateralization of rhythmic potentials in the cat's brain, J. Physiol., 1968, 20, p. 269—284.
13. Velasco M., Spindle activity in the cat's brain, J. Physiol., 1968, 20, p. 285—298.
14. Villablanca F., J. Physiol., 1968, 20, p. 299—312.

специфичен для ОФК, причем для его реализации необходима функциональная и морфологическая интактность ее орбитальной зоны. Возможно, поток эfferентной импульсации от ОФК переключается через этот ее отдел.

### Выводы

1. Повышение возбуждения прореального и орбитального отделов орбито-фронтальной коры вызывает активацию таламо-кортичальной синхронизирующей системы.

2. Для того чтобы орбито-фронтальная кора могла оказывать подобный эффект, необходима функциональная и анатомическая целостность орбитальной извилины.

3. Создание очагов возбуждения в других отделах неокортикса не меняет деятельность таламического водителя ритма, что свидетельствует о специфичности функциональной посылки из орбито-фронтальной коры.

А. А. Гун

### MODULATING INFLUENCES OF ORBITOFRONTAL CORTEX UPON SPINDLE BURSTS GENERATION IN CEREBRUM

#### Summary

Acute experiments on adult cats have shown that hyperactivation (produced by local application of strychnine solution) of the orbitofrontal cortex can activate a thalamocortical synchronizing system. It is a specific peculiarity of the orbitofrontal cortex because no changes in barbiturate spindle bursts caused by strychnine foci were found in other regions of the neocortex. An orbital area of the orbitofrontal cortex intact from the standpoint of functioning and morphology is necessary to realize descending influences on the thalamic pacemaker of  $\alpha$ -rhythm.

#### Список литературы

1. Гублер Е. В., Генкин А. А. Применение непараметрических критериев статистики в медико-биологических исследованиях.—Л.: Медицина, 1973.—142 с.
2. Крыжановский Г. Н. Детерминантные структуры в патологии нервной системы.—М.: Медицина, 1980.—360 с.
3. Лурия А. Р. Варианты «лобного синдрома» (к постановке проблемы) — В кн.: Функции лобных долей мозга. М.: Наука, 1982, с. 8—46.
4. Макулькин Р. Ф. Роль орбитофронтальной коры в регуляции деятельности таламо-кортичальной синхронизирующей системы.—В кн.: Материалы VI Всесоюз. конф. по электрофизиологии централ. нерв. системы. Ленинград, 1—6 окт., 1971 г. Л.: Наука, 1971, с. 179.
5. Макулькин Р. Ф., Руссов В. В., Серков Ф. Н. О кортичальной регуляции взрывной электрической активности головного мозга.—В кн.: XI съезд Всесоюз. об-ва физиологов: Тез. докл. Л.: Наука, 1970, с. 39.
6. Хомская Е. Д. Мозг и активация.—М.: Изд-во МГУ, 1972.—382 с.
7. Dahl E., Glerstad L. I., Skrede K. K. Persistent thalamic and cortical barbiturate spindle activity after ablation of the orbital cortex in cats.—EEG and Clin. Neurophysiol., 1972, 33, N 3, p. 485—496.
8. Dempsey E. N., Morison R. S. Interaction of certain spontaneous and induced cortical potentials.—Amer. J. Physiol., 1942, 135, N 2, p. 301—308.
9. McCulloch W. S. The precentral motor cortex.—Urbane Univ.: Illinois Press, 1944; ch. 8, p. 223—242.
10. Skinner I. E., Lindsley D. B. Electrophysiological and behavioral effects of blockade of the nonspecific thalamo-cortical system.—Brain Res., 1967, 6, p. 95—118.
11. Staunton H. P., Sasaki K. Recruiting responses not dependent on orbito-frontal cortex.—Brain Res., 1971, 30, N 3, p. 415—418.
12. Velasco M., Lindsley D. B. Role of orbital cortex in regulation of thalamo-cortical electrical activity.—Science, 1965, 145, N 10, p. 1375—1377.
13. Velasco M., Skinner I. E., Asaro K. D., Lindsley D. B. Thalamo-cortical system regulating spindle and recruiting responses. I. Effects of cortical ablations.—EEG and Clin. Neurophysiol., 1968, 25, N 3, p. 463—470.
14. Villablanca F., Schlag F. Cortical control of thalamic spindle waves.—Exp. Neurol., 1968, 20, N 3, p. 423—442.

Центральная научно-исследовательская лаборатория  
Одесского медицинского института

Поступила в редакцию  
24.11.82