

В. А. МАКАРОВ

**РОЛЬ МИНДАЛЕВИДНОГО КОМПЛЕКСА В МЕХАНИЗМЕ
КОНВЕРГЕНЦИИ ВОЗБУЖДЕНИЙ РАЗЛИЧНОЙ СЕНСОРНОЙ
МОДАЛЬНОСТИ НА НЕЙРОНАХ КОРЫ БОЛЬШИХ ПОЛУШАРИЙ**

(Представлено академиком П. К. Анохиным 19 I 1970)

Любая приспособительная деятельность организма связана со сложной аналитико-синтетической обработкой многочисленных афферентных воздействий, приходящих в кору головного мозга из внешней и внутренней среды. Взаимодействие этих возбуждений на отдельном корковом нейроне и интеграция многочисленных таких нейронов лежит в основе нейрофизиологических механизмов афферентного синтеза, в результате которого принимается решение сформировать тот или иной поведенческий акт, направленный на получение полезного приспособительного эффекта ⁽¹⁾.

Исследованиями установлено, что на одном корковом нейроне могут конвергировать возбуждения различного сенсорного и биологического значения ^(3, 10, 13). Кроме того, было установлено, что возбуждения от определенных подкорковых образований также могут изменять активность корковых нейронов ⁽⁸⁾. Такая широкая конвергенция имеет важное физиологическое и биологическое значение, так как обеспечивает возможность взаимодействия различных посылок в пределах одного и того же нейрона, что открывает необъятные возможности для синтеза всех афферентных воздействий, приходящих к организму в данный момент.

Изучение конвергенций возбуждений различной модальности на одном корковом нейроне позволило П. К. Анохину высказать предположение, что, помимо описанной Юнгом ⁽¹³⁾ мультисенсорной конвергенции, существует по крайней мере еще три вида конвергенции: мультibiологическая, сенсорно-биологическая и афферентно-афферентная ⁽¹⁾.

Несомненно, что решающая роль в осуществлении афферентного синтеза, в результате которого формируется цель действия, принадлежит по преимуществу коре больших полушарий, которая обрабатывает все восходящие влияния, возникающие на рецепторных аппаратах и различных подкорковых образованиях.

Однако в решении вопроса о механизмах конвергенции возбуждений на корковом нейроне недостаточно ясна роль различных подкорковых образований. Известно, какое большое значение придавал И. П. Павлов подкорковым структурам мозга. Исследования коры и подкорки, тонких деталей влияния подкорки на кору И. П. Павлов считал одной из важнейших задач при изучении принципов функционирования мозга ⁽⁷⁾.

Нейрофизиологическими исследованиями показана значительная роль структур лимбической системы в обработке поступающей в мозг информации, в непосредственном отношении их к сложно-интегративным формам поведения.

В нашей лаборатории особое внимание направлено на изучение функций миндалевидного комплекса, который принимает активное участие в регуляции деятельности внутренних органов и двигательных реакций ^(6, 9, 11, 14, 15), участвует в формировании эмоций, мотиваций, памяти ^(4, 15). По мнению ряда авторов ^(5, 12), миндалевидный комплекс оказывает модулирующее влияние на активность различных подкорковых структур.

В данной работе определялось отношение миндалевидного комплекса к конвергентным взаимоотношениям, складывающимся на корковом нейроне в результате раздражений различных сенсорных систем (соматосенсорная и висцеросенсорная).

Материалы исследования получены в острых опытах на ненаркотизированных кошках, обездвиженных листеноном, с применением искусственного дыхания. Общий замысел эксперимента состоял в том, чтобы «собрать» на одном корковом нейроне несколько разнородных возбуждений и выяснить характер влияния, которое оказывает миндалина на их конвергентные взаимоотношения. С этой целью одиночные раздражения нано-

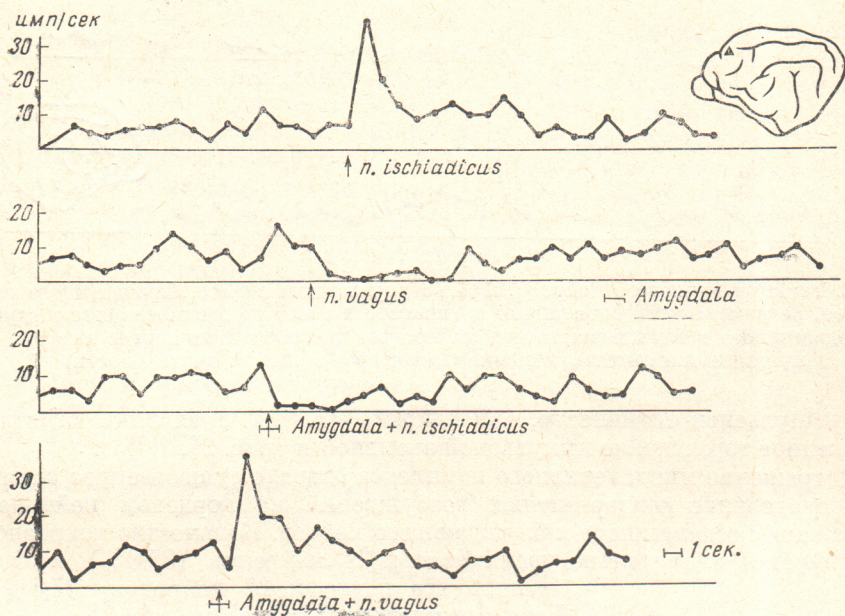


Рис. 1. Динамика изменения спонтанной активности коркового нейрона, зарегистрированного в ф.м.а. седалищного нерва (ответная реакция нейрона при раздражении седалищного и блуждающего нервов противоположна той, которая возникала при изолированном раздражении этих нервов)

сились на седалищный и блуждающий нервы изолированно и в сочетании с раздражением миндалевидного комплекса. Импульсная активность корковых нейронов регистрировалась внеклеточно при помощи одноканальных стеклянных микроэлектродов, заполненных 3 М раствором NaCl.

Нами проанализировано изменение импульсной активности 156 корковых нейронов, зарегистрированных в фокусе максимальной активности (ф.м.а.) седалищного и блуждающего нервов. Из 81 нейрона, записанного в ф.м.а. седалищного нерва, 17 (21,0%) обладают свойством полисенсорности. Детальный анализ характера ответной реакции этих нейронов показал, что в ответ на раздражение седалищного нерва 12 нейронов (14,8%) увеличивали частоту спонтанных разрядов, 5 нейронов (6,2%) отвечали тормозной реакцией. При раздражении блуждающего нерва 9 нейронов (11,1%) проявили повышение импульсной активности, у 8 нейронов (9,9%) импульсная активность тормозилась (рис. 1).

Анализ 75 нейронов в ф.м.а. блуждающего нерва выявил, что из 14 нейронов (18,7%), обладающих свойством полисенсорности, у 9 нейронов (12,0%) при раздражении седалищного нерва отмечалась реакция облегчения, а у 5 нейронов (6,7%) торможение импульсной активности. При раздражении блуждающего нерва 11 нейронов (14,7%) отвечали облегче-

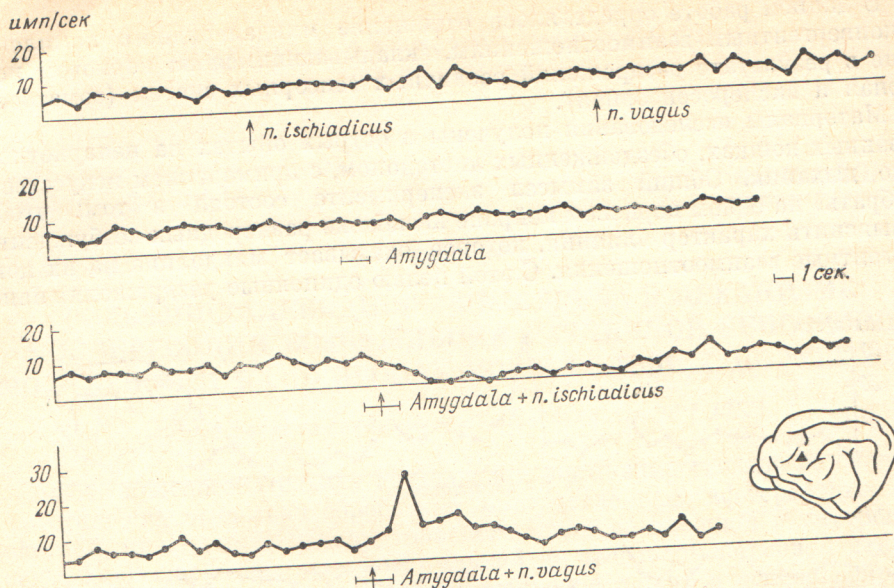


Рис. 2. Реакция коркового нейрона, зарегистрированного в ф.м.а. блуждающего нерва (нейрон, не изменявший спонтанной активности в ответ на изолированное раздражение седалищного и блуждающего нервов, при раздражении этих нервов на фоне стимуляции миндалины, изменил характер разрядной деятельности)

нием импульсной активности, а 3 нейрона (4,0%) проявляли отчетливо выраженное торможение импульсной активности (рис. 2).

Раздражение миндалевидного комплекса оказало существенное влияние на распределение конвергентных возбуждений на корковом нейроне от раздражений седалищного и блуждающего нервов. Количество полисенсорных нейронов значительно увеличилось: 29 нейронов (35,8%) в ф.м.а. седалищного нерва и 28 нейронов (37,3%) в ф.м.а. блуждающего нерва (см. рис. 3).



Рис. 3. Влияние стимуляции миндалевидного комплекса на количество полисенсорных нейронов. а — число моно- (1) и полисенсорных (2) нейронов в ответ на изолированное раздражение седалищного (А) и блуждающего (Б) нервов; б — то же при раздражении этих нервов на фоне стимуляции миндалевидного комплекса

Таким образом, результаты наших экспериментов показали, что в соответствующих проекционных зонах коры больших полушарий существуют два типа нейронов, определяемые характером их ответной реакции на раздражение седалищного и блуждающего нервов: I тип — моносенсорные нейроны, отвечающие изменением импульсной активности только на одно из предъявляемых раздражений (64 нейрона, 79,0%, в ф.м.а. седалищного нерва и 61 нейрон, 81,3%, в ф.м.а. блуждающего нерва), и II тип — полисенсорные нейроны, реагирующие изменением импульсной активности на оба раздражения (17 нейронов, 21,0%, в ф.м.а. седалищного нерва и 14 нейронов, 18,7%, в ф.м.а. блуждающего нерва). Раздражение миндалевидного комплекса, предшествующее раздражению указанных нервов, увеличивает количество полисенсорных нейронов (29 нейронов, 35,8%, в ф.м.а. седалищного нерва и 28 нейронов, 37,3%, в ф.м.а. блуждающего нерва).

Наши опыты позволяют высказать некоторые соображения, касающиеся нейрофизиологического значения миндалевидного комплекса.

В литературе есть указания, что миндалина связана с формированием мотиваций и памяти (^{4, 15}). Согласно концепции П. К. Анохина, формиро-

вание любой приспособительной интегративной функции организма, в том числе и поведения, начинается с афферентного синтеза. В состав афферентного синтеза наряду с пусковой и обстановочной афферентацией входят как важнейшие компоненты мотивация и память. Обязательными условиями их взаимодействия, как компонентов афферентного синтеза, являются simultантность действия и конвергенция на нейронах, формирующих всю сложную архитектуру интегративной функции. Нейрон является элементарной ячейкой этой архитектуры. Следовательно, конвергенция возбуждений различного биологического и сенсорного значения на одном нейроне есть кардинальный вопрос в изучении формирования любой интегративной деятельности.

Однако вопрос о роли подкорковых структур в конвергенции возбуждений на корковом нейроне в настоящее время изучен недостаточно. Есть основания полагать, что конвергенция на корковом нейроне осуществляется с участием различных подкорковых образований. Наши исследования вносят некоторые дополнения в изучение этой проблемы. Очевидно, миндалевидный комплекс входит в состав подкорковых механизмов, обуславливающих конвергенцию на уровне корковых нейронов. Мы не располагаем данными, что он осуществляет свои влияния непосредственно на кору, о чем свидетельствуют опыты Богомоловой⁽²⁾. Скорее, они происходят через другие подкорковые образования, и прежде всего через ретикулярную формацию. Миндалевидный комплекс рассматривают как модулятор возбудимости подкорковых структур^(5, 12). По-видимому, это его свойство имеет важное значение в обеспечении влияний на процессы конвергенции возбуждений на корковом уровне, ибо процентное повышение индекса мультиконвергентности, несомненно, способствует более успешно-му развитию стадии афферентного синтеза⁽¹⁾.

Первый Московский медицинский институт
им. И. М. Сеченова

Поступило
19 XII 1969

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ П. К. Анохин, Биология и нейрофизиология условного рефлекса, М., 1968.
- ² Е. М. Богомолова, В сборн.: Интегративная деятельность мозга, М., 1967, стр. 20.
- ³ Л. Л. Воронин, В. Г. Скребицкий, Журн. высш. нерв. деятельности, 17, 523 (1967).
- ⁴ Т. А. Леонтович, Усп. совр. биол., 65, в. 1 (1968).
- ⁵ В. А. Макаров, И. В. Орлов, Физиология, патология и клиника лимбико-ретикулярного комплекса, М., 1968, стр. 22.
- ⁶ И. В. Орлов, Глубинные структуры мозга, 1, М., 1969, стр. 52.
- ⁷ И. П. Павлов, Физиология и патология высшей нервной деятельности, Полн. собр. соч., 3, № 2, 1951.
- ⁸ Ю. А. Фадеев, Физиол. журн. СССР, 51, № 10, 1169 (1965).
- ⁹ J. W. Brady, W. J. Nauta, J. Comp. and Physiol., 48, 412 (1955).
- ¹⁰ П. Бюзер, М. Эмбер, Теория связи в сенсорных системах, М., 1964, стр. 214.
- ¹¹ Е. Фонберг, Рефлексы головного мозга, М., 1965, стр. 382.
- ¹² P. Cloor, Handlb. of Physiol., Sect. 1, 11, 1395 (1960).
- ¹³ R. Jung, Progress in Brain Research., 1, 1963.
- ¹⁴ H. Klüver, P. C. Bucy, Arch. Neurol and Psychiatr., 42, 979 (1939).
- ¹⁵ J. M. Perez, Arch. Neurol. and Psychiatr., 38, 728 (1937).