

УДК 612 84

ФИЗИОЛОГИЯ

А. А. Экимян, Б. А. Арутюнян-Козак

Пространственная суммация в рецептивных полях зрительно-чувствительных нейронов пульвинара кошки

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР О. Г. Баклаваджяном 18/XII 1981)

В настоящее время вопрос пространственной суммации наиболее изучен в рецептивных полях (РП) нейронов геникулостриарной системы (¹⁻¹⁰) и сравнительно мало исследований, посвященных изучению этого вопроса в экстрагеникулатных зрительных структурах. Между тем этот вопрос является одним из важных вопросов в нейрофизиологии, так как лежит в основе механизмов, формирующих интегративную деятельность нервной системы. С этой точки зрения представляет интерес изучение пространственной суммации в РП зрительно-чувствительных нейронов пульвинара, характеризующихся сложным афферентным входом. Особенно интересно рассмотрение проблемы суммации в отношении разных типов клеток, обнаруженных в пульвинаре кошки (¹¹).

Опыты проведены на 30 кошках. Техника операции и методика регистрации внеклеточных потенциалов действия одиночных нейронов описаны в предыдущем сообщении (¹¹). Границы РП нейронов определялись сначала черными стимулами на экране периметра, затем производилось раздражение поверхности РП стационарными стимулами разной величины (светлые пятна 1—20°), располагающимися в центре РП и имеющими постоянную оптимальную интенсивность освещения (2, 5—5 лк). Фоновое освещение составило 0, 5—1 лк.

Исследованы РП 75 зрительно-чувствительных нейронов пульвинара. Согласно ответам на стационарный стимул нейроны были распределены на три основные группы: 49% составили ON—OFF нейроны, 37% — OFF нейроны, а 14% — ON нейроны.

При исследовании пространственной суммации в РП ON—OFF нейронов (37 из 75) оказалось, что у 35% нейронов не наблюдалось увеличения числа разрядов в ответе при увеличении величины стимула. 25% нейронов этой группы характеризовались изменением числа разрядов в ON компоненте ON—OFF ответа при увеличении размера стационарного пятна. Как видно из рис. 1, А, увеличение диаметра стимула от 1 до 4° приводит к резкому увеличению числа разрядов в ON компоненте ответа, по мере увеличения размера стимула число разрядов в ответе уменьшается. Что же касается OFF ответа, то увеличение стимула не вносит каких-либо существенных изменений и число разрядов остается постоянным. Как показали опыты, в РП этой

группы нейронов зона суммации, находящаяся в центре РП, обнаруживается лишь для ON ответов; периферия же РП оказывает на эти ответы тормозное действие, зона суммации колеблется в пределах $2-7^\circ$, а тормозная зона начинает выявляться при величине стимула $5-8^\circ$.

Обратная картина наблюдается у остальных 40% ON—OFF нейронов, в РП которых при увеличении размера стимула не наблюдалось увеличения числа разрядов в ON ответах, в то время как число разрядов в OFF ответах резко возрастало (рис. 1, Б). Интересно отметить, что число разрядов в OFF ответе у данного нейрона (рис Б) резко возрастало при достижении величины стимула до 4° и

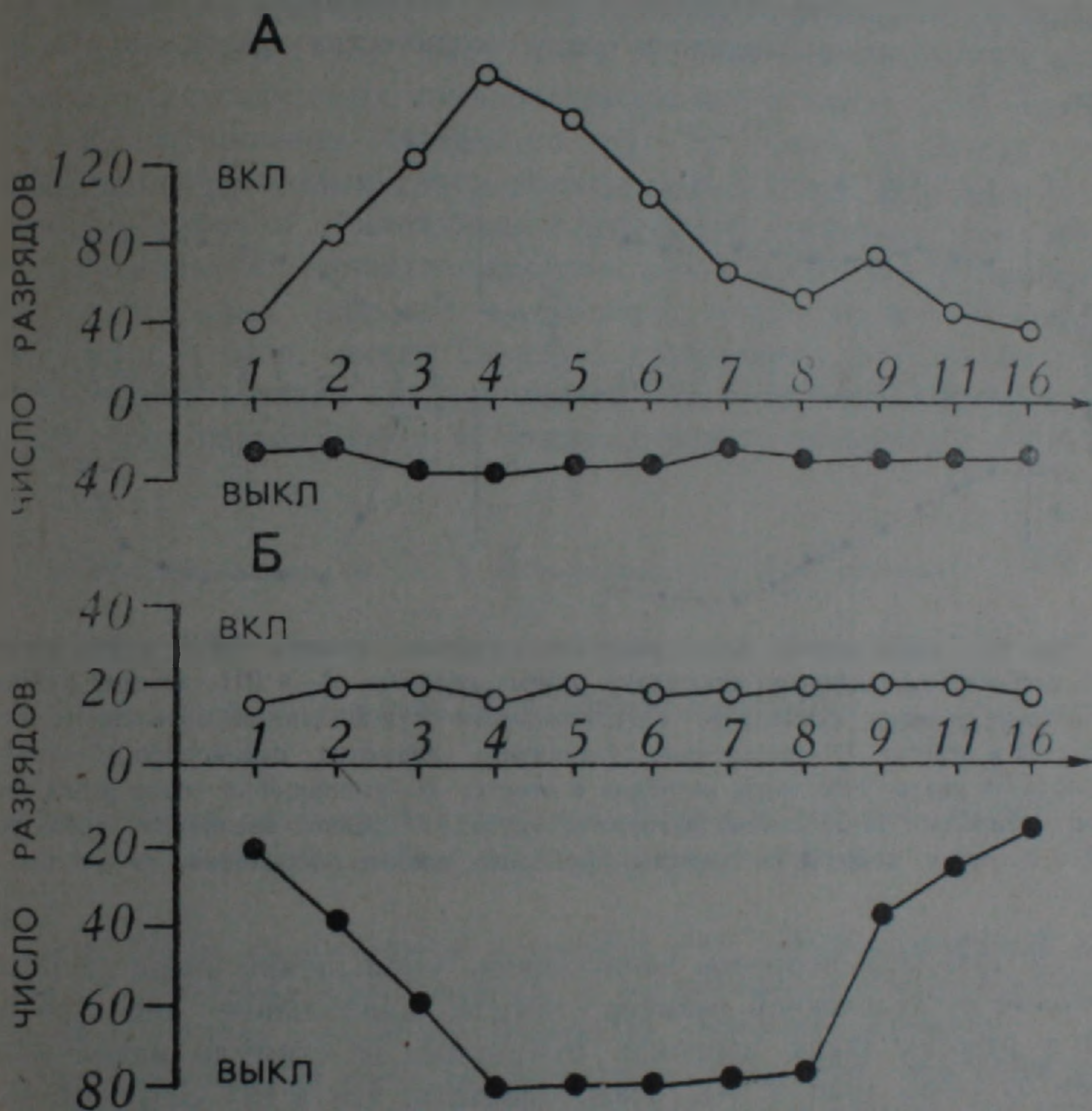


Рис. 1. Распределение числа разрядов в ответах двух ON—OFF нейронов на раздражение стационарными стимулами разных величин. А—увеличение числа разрядов в ON компоненте ON—OFF ответа нейрона с увеличением размера стимула до 4° , дальнейшее увеличение размера стимула вызывает уменьшение числа разрядов; в OFF компоненте ответа число разрядов существенно не меняется; Б—увеличение числа разрядов в OFF компоненте ON—OFF ответа с увеличением размера стимула; число разрядов в ON компоненте ответа колеблется в незначительных пределах. По оси абсцисс — величина стимула в градусах, по оси ординат — число разрядов на включение (вкл) и выключение (выкл) света

такой ответ без существенных изменений регистрировался на стимулы $5-8^\circ$, дальнейшее увеличение размера стимула приводило к

уменьшению числа разрядов. Можно предположить, что РП таких нейронов характеризуются довольно сложным строением: при отсутствии на поверхности РП каких-либо признаков пространственной суммации для ON ответов имеется определенная зона суммации для OFF ответов (величиной от $3-4$ до $7-8^\circ$), окруженная тормозной зоной (в пределах $9-16^\circ$).

Из 75 исследованных нейронов пульвинара 28 реагировали на выключение стационарного стимула (OFF нейроны). У большинства (45%) нейронов этой группы не наблюдалось увеличения числа разрядов в ответе нейрона при увеличении размера стимула (рис. 2, А). У 30% нейронов этой группы по мере увеличения размера стимула увеличивалось число разрядов в ответе, дальнейшее увеличение размера стимула не приводило к спаду количества разрядов в ответе (рис. 2, Б).

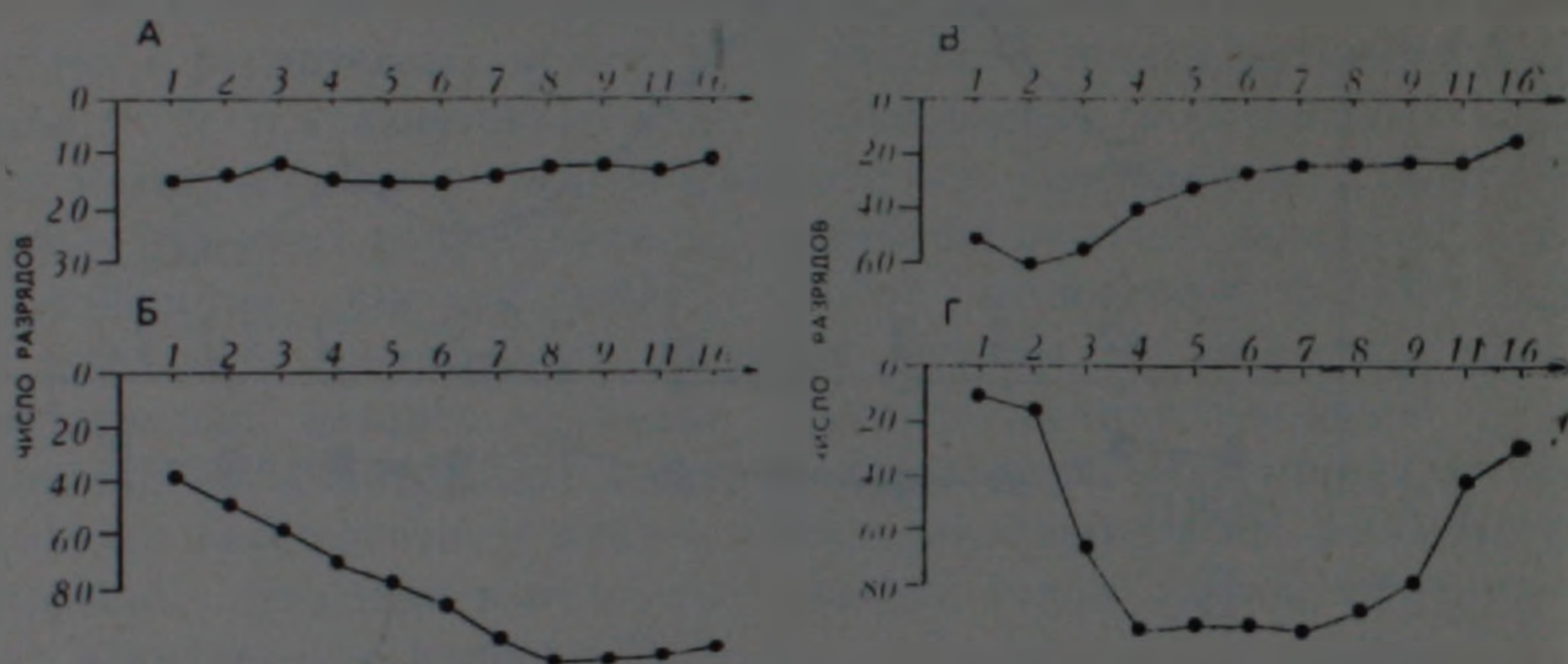


Рис. 2. Распределение числа разрядов в ответах четырех OFF нейронов при раздражении стационарными стимулами разных величин. А—в РП данного нейрона увеличение размера стимула не сопровождается существенным изменением числа разрядов в ответе; Б—постепенное увеличение диаметра стационарного стимула приводит к увеличению числа разрядов в ответе; В—уменьшение числа разрядов в ответе нейрона с увеличением размера стимула; Г—резкое увеличение числа разрядов в ответе нейрона на стимулы $3-9^\circ$. Остальные обозначения те же, что на рис. 1

У 15% OFF нейронов наблюдалось уменьшение числа разрядов в ответе с увеличением размера стимула, наибольшее число разрядов в ответах таких нейронов отмечалось на стимулы малой величины от $1-3^\circ$ (рис. 2, В). Надо отметить, что в РП нейронов этой группы имеется довольно маленькая зона суммации, составляющая примерно $1-4^\circ$ в центре РП. Дальнейшее увеличение стимула приводит к значительному снижению числа разрядов в ответах. РП таких нейронов характеризуются маленьким разрядным центром, окруженным довольно большой зоной торможения.

Особенно интересным оказалось исследование РП 10% нейронов, характеризующихся увеличением числа разрядов в ответах при определенной величине стимула от 1 до 4° (рис. 2, Г). Дальнейшее увеличение размера стимула ($5-9^\circ$) не вносило существенных изменений в ответ нейрона, однако при величине стимула 11 и 16° на-

блюдалось резкое увеличение числа разрядов в ответе. Если представить организацию РП таких нейронов, то можно полагать, что они состоят из довольно большой зоны суммации, замыкающейся с обеих сторон двумя тормозными зонами.

В целом результаты проведенных экспериментов показали большую чувствительность нейронов пульвинара к размерам зрительного стимула, а также выявили, что в РП нейронов данной структуры имеют место довольно сложные и многообразные процессы пространственной суммации. Важно отметить, что в отличие от нейронов геникулостриарного пути, в РП которых наблюдается процесс пространственной суммации, в РП определенной части нейронов пульвинара вообще не отмечается пространственная суммация. Особый интерес представляет тот факт, что в РП ON—OFF типов процессы суммации для отдельных компонентов сложного ответа клетки могут протекать совершенно независимо друг от друга; очевидно, это связано с определенным типом конвергенции ON и OFF элементов на данные нейроны. Разнообразие процессов суммации в РП нейронов пульвинара подтверждает предположение о том, что РП зрительно-чувствительных нейронов пульвинара, одного из звеньев экстрагеникулатного пути, имеют сложную организацию, обусловленную в определенной степени конвергенцией многочисленных афферентных входов, поступающих сюда от разных структур зрительного анализатора.

Институт физиологии им. Л. А. Орбели Академии наук Армянской ССР

Ա. Ա. ՀԵՔԻՄՅԱՆ, Բ. Ա. ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ-ԿՈՉԱԿ

Տարածական սումացիան կառվի պոլվինարի տեսողական զգայուն նեյրոնների ռեցեպտիվ դաշտերում

Սուր փորձի պայմաններում կատունների մոտ միկրոէլեկտրոդային գրանցման օգնությամբ ուսումնասիրվել են տարածական սումացիայի առանձնահատկությունները պոլվինարի նեյրոնների ռեցեպտիվ դաշտերում:

Փորձերը ցույց են տվել, որ հետազոտված որոշ խմբի նեյրոնների ռեցեպտիվ դաշտերում առկա է տարածական սումացիայի պրոցեսը, որը ապացույց է այն բանի, որ տվյալ նեյրոնները մասնակցում են տեսողական ինֆորմացիայի մշակման ժամանակ տեղի ունեցող ինտեգրատիվ պրոցեսներին: Պոլվինարի որոշ նեյրոնները ընդհանրապես զուրկ են սումացիոն հատկություններից:

Տարածական սումացիայի բազմազանությունը պոլվինարի նեյրոնների ռեցեպտիվ դաշտերում հաստատում է այն ենթադրությունը, որ այդ գոյացության նեյրոնների ռեցեպտիվ դաշտերը ունեն բարդ կառուցվածք, որը հավանաբար պայմանավորված է տարբեր աֆերենտ մուտքերի փոխազդեցությամբ տվյալ տեսողական կենտրոնում:

¹ В. Д. Глезер, И. И. Цукерман, Информация и зрение, Изд. АН СССР, Л. (1961). ² В. Д. Глезер, Н. Б. Костелянец, Биофизика, т. 6, вып. 6 (1961). ³ S. W. Kuffler, J. Neurophysiol., vol. 16, № 1. (1953). ⁴ C. Enroth-Cugell, J. G. Robson, J. Physiol., vol. 187, № 3 (1966). ⁵ O. D. Creutzfeldt, B. Sakmann, H. Scheirch, A. Korn, J. Neurophysiol., vol. 28, № 5 (1970). ⁶ H. B. Barlow, J. Physiol., vol. 119, № 1 (1953). ⁷ J. A. Movshon, I. D. Thompson, D. J. Tolhurst, J. Physiol., vol. 283, № 1 (1978). ⁸ A. M. Derrington, A. F. Fuchs, J. Physiol., vol. 293, № 3 (1979). ⁹ J. Stone, M. Fabian, Vis. Res., vol. 8, № 10 (1968). ¹⁰ R. M. Shapley S. Hochstein, Nature, vol. 256, 411—413 (1975). ¹¹ А. А. Экимян, Г. Г. Григорян, Б. А. Арутюнян-Козак, Физиол. журн. СССР, т. 65, № 2 (1979).