

УДК 612.84

ФИЗИОЛОГИЯ

Д. К. Хачванкян, К. Г. Хаджанов, Б. А. Арутюнян-Козак

Вертикальная организация нейронных комплексов в ассоциативной коре Клер — Бишопа

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР О. Г. Баклаваджяном 29/V 1979)

Как показали предыдущие данные (¹⁻²), ассоциативная корковая область Клер—Бишопа играет существенную роль в центральном анализе зрительной информации. Из данных Маунткэсла (³⁻⁴) на примере соматической коры известно, что функциональной единицей корковой структуры является определенная вертикальная организация нейронов одной афферентной модальности в так называемые вертикальные столбцы. Хюбел и Визел (⁵), в свою очередь, доказали существование вертикальных столбцов нейронов в зрительной проекционной коре. Так, по данным Хюбела и Визела (⁵) нейроны, имеющие одинаковую реакцию на определенное направление зрительного стимула в рецептивном поле, расположены в одном столбце перпендикулярно поверхности коры. В дальнейшем Дец и Арутюнян-Козак (⁶) было показано, что зрительно-чувствительные нейроны верхнего двуххолмия также организованы в вертикальные столбики. Таким образом, можно предполагать, что подобная организация нейронов является необходимым элементом нейронных комплексов коры и имеет существенное аналитико-интегративное значение в процессах зрительной информации.

Настоящая работа посвящена исследованию закономерностей организации нейронов в корковой ассоциативной области Клер—Бишопа и возможной функциональной роли такой организации в анализе зрительной афферентной информации.

Опыты проводили на кошках весом 2,5—3,0 кг. Методика операции и регистрации ответов одиночных клеток области Клер—Бишопа описаны в (¹). Размеры и формы рецептивных полей нейронов определяли на экране периметра, нулевая точка которого соответствовала «0» по системе координат Хорслей—Кларка. Зрительные стимулы (светлые пятна — стационарные и движущиеся) просцировали на экран периметра при помощи проекционной системы. Освещенность стимулов была в пределах 3—15 люкс, фоновое освещение — 0,1 люкс. После каж-

ного опыта производили гистологическое определение локализации электрода.

В целом были произведены 463 вертикальные пенетрации поверхности коры в области Клер—Бишопа. В 255 из 463 пенетраций были обнаружены ответы на зрительные стимулы, причем в 69 из 255 пенетраций удалось обнаружить только общую реакцию на предъявление зрительных стимулов, т. е. общую масс-реакцию нейронов без выделения разрядов какой-либо одиночной клетки. В 186 пенетрациях по ходу вертикального погружения электрода была зарегистрирована активность одиночных клеток в ответ на зрительные стимулы. Для более правильного определения организации необходимо было иметь в одной пенетрации 3 и более нейронов. В связи с этим были взяты на учет 55 пенетраций. Были исследованы 304 клетки, чувствительные к зрительным раздражениям. Количество незрительных клеток втрое превышало это число. Таким образом, как видно из представленных данных, ассоциативная зрительная область Клер — Бишопа в отличие от проекционной зрительной коры (поля 17, 18, 19) имеет меньшую густоту и большой разброс зрительных элементов. В данной работе нейроны были классифицированы как организованные в вертикальные столбики по следующим критериям: если в одной вертикальной пенетрации обнаруживалась группа нейронов с идентичными характеристиками; если обнаруживалась пространственная суперпозиция рецептивных полей нейронов одного столбика; если в одной пенетрации нейроны были расположены группами, по два-три, с идентичными характеристиками. Согласно вышеуказанным критериям все 55 пенетраций, где было описано 3 или больше нейронов в одной пенетрации, были распределены в 4 группы. Больше всех оказалось столбиков, в которых нейроны расположены по 2—3 однотипных попеременно с парой другого типа. На рис. 1, А изображен такой столбик. Первые 4 нейрона в пенетрации имеют ответ на включение светлого пятна и дирекционально-чувствительный ответ на движение того же пятна по рецептивному полю. Слева на рис. 1, А показано пространственное расположение рецептивных полей описанных нейронов. Последние два нейрона проявляли идентичные характеристики, имея ответы как на включение, так и на выключение стационарного зрительного стимула и дирекционально-нечувствительный ответ на движущийся стимул. Рис. 1, Б представляет столбик, где были обнаружены три нейрона (3, 4, 5), имеющие идентичные характеристики, т. е. ответ на включение стационарного стимула и дирекционально-нечувствительный ответ на движущийся стимул. Столбиков с такой организацией нейронов оказалось 24 из 55.

Далее было обращено внимание на характер пространственного перекрывания рецептивных полей нейронов одного столбика. Оказалось, что из 55 исследованных столбиков в 18 имелось значительное перекрывание (суперпозиция) рецептивных полей. Рис. 2, А, Б представляет примеры таких столбиков. Таким образом, значительное про-

странство из поля зрения может быть воспринято группой зрительно-чувствительных нейронов.

Довольно малое число (8 из 55) составили «совершенные» столбики, где все нейроны в одном столбике имели идентичные характеристики. В остальных пенетрациях (5 из 55) не было обнаружено никаких

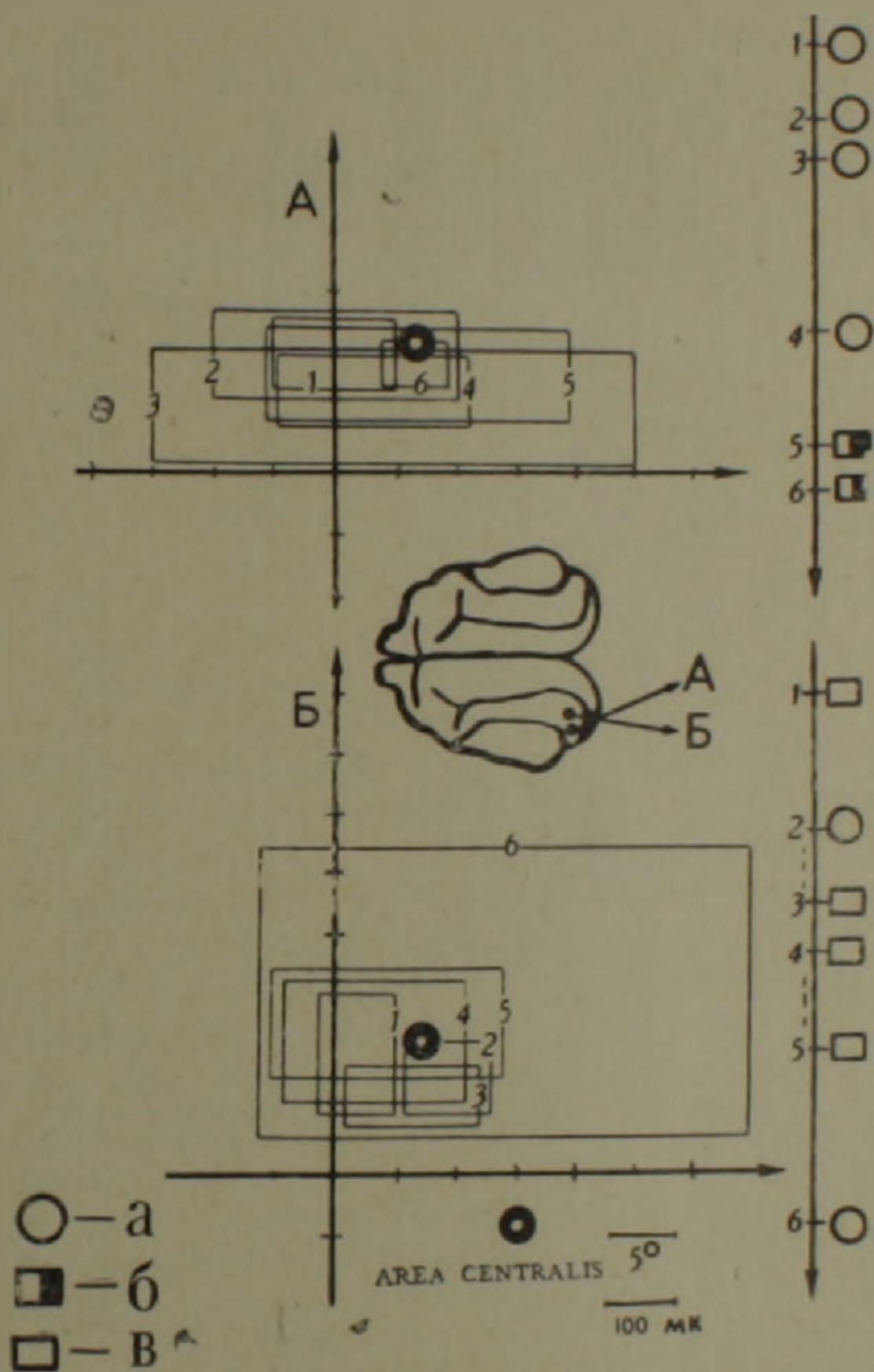


Рис. 1. А, Б—вертикальные пенетрации электродом с групповой организацией нейронов. Слева на рисунке—расположение рецептивных полей нейронов. Цифры указывают очередность нейронов в пенетрации. «0» координат соответствуют «0» системы координат Хорслен—Кларка. а—дирекциональный ответ на движущийся стимул и ответ на включение стационарного стимула; б—недирекциональный ответ на движущийся стимул и ответы на включение и выключение стационарного стимула; в—недирекциональный ответ на движущийся стимул и ответ на включение стационарного стимула

закономерностей организации. Клетки в таких столбиках отличаются друг от друга своими характеристиками ответов как на стационарный, так и на движущийся зрительные стимулы.

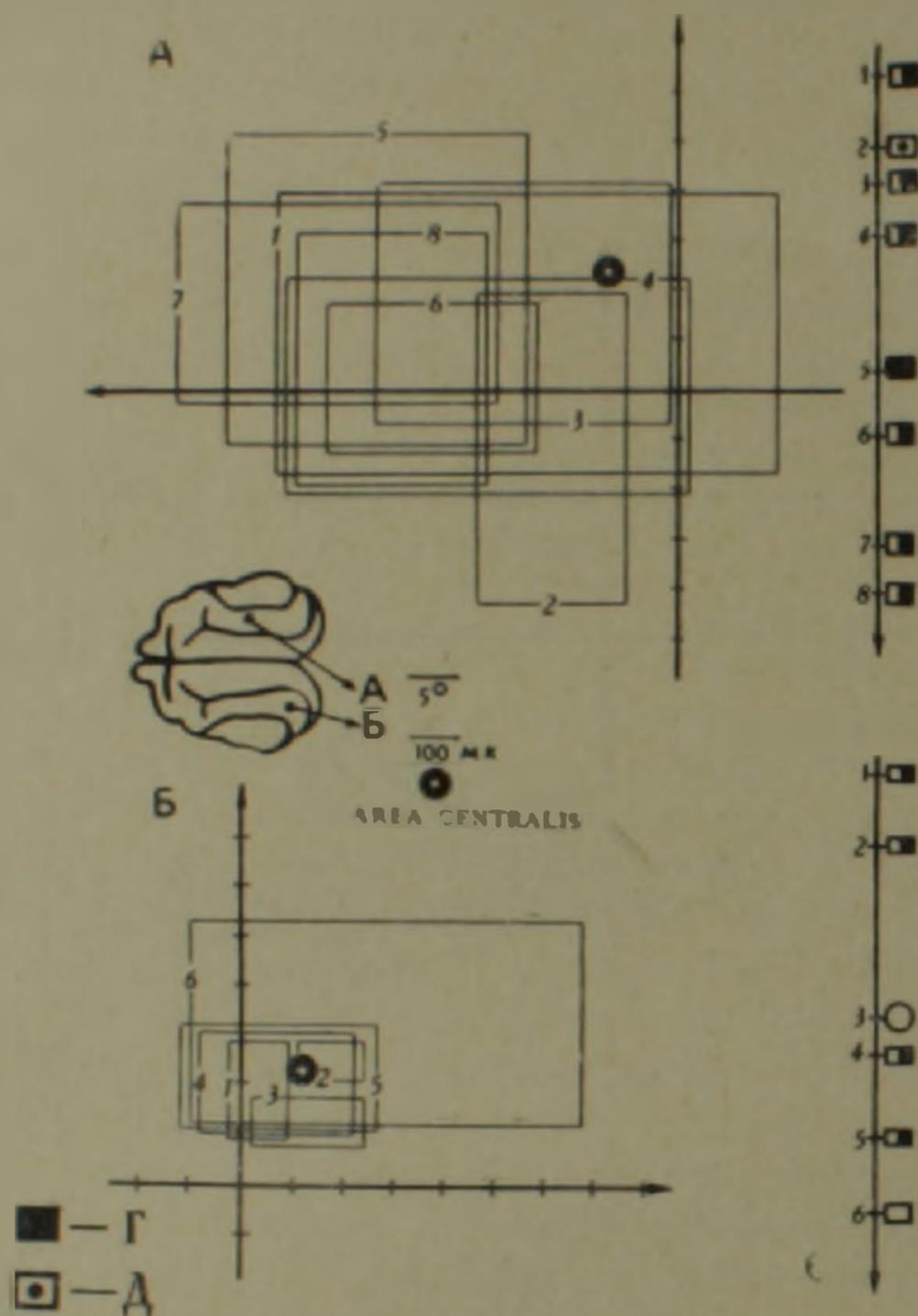


Рис 2 А, Б—вертикальные пенетрации электродом с суперпозицией рецептивных полей нейронов 2—недирекциональный ответ на движущийся стимул и ответ на выключение стационарного стимула; Д—нейрон, отвечающий только на движение черного стимула. Остальные обозначения те же, что на рис. 1

Трудность определения колумнарной организации нейронов зрительной коры заключается в том, что ответы клеток многообразны и специфичны, отличаются от мономодальных клеток, описанных Маунт-каслем (1) в соматической коре. Хюбел и Визел (4) взяли ориентацию движения предмета относительно рецептивного поля как единственный тест, характеризующий зрительную клетку; этого, по нашему мнению, недостаточно для полного определения свойств нейронов в одной колумне. Поэтому мы старались применять как можно больше тестов и, разносторонне исследуя каждую очередную клетку в пенетрации, уста-

новить их истинное сходство. Как показали данные, только 8 столбиков из 55 соответствовали понятию четкой колумнарной организации нейронов. Такие столбики, очевидно, логично считать функциональными единицами корковой структуры. Они, очевидно, благоприятствуют интеграции сенсорной информации, приходящей к ним по афферентным волокнам. Однако большинство исследованных пенетраций (24 из 55) не имели такой организации, а состояли из групп нейронов (по 2—3) с одинаковыми характеристиками. Трудно рассматривать их как определенную колумнарную организацию, руководствуясь понятиями Маунткасла (3). Однако можно предполагать, что такие «несовершенные» столбики играют немалую роль в интеграции зрительной сенсорной информации. Столбик с группой нейронов с разными характеристиками, надо полагать, имеет большие возможности к интеграции, тогда как «совершенные» столбики с идентичными нейронами, возможно, более эффективны в аналитических процессах.

Институт физиологии
Академии наук Армянской ССР

Կ. Կ. ԽԱԶՎԱՆՔՅԱՆ, Կ. Գ. ԽԱՋԱՆՈՎ, Բ. Ո. ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ-ԿՈՉԱԿ

Ուղղագրիժ կազմակերպված նեյրոնային կոմպլեքսները կլեր—Քիշոպի
ասոցիատիվ կեղևում

Սուր փորձի պայմաններում հարկողի շենթարկված կատուների մոտ միկրոէլեկտրոդային գրանցման մեթոդի օգնությամբ ուսումնասիրվել են գլխուղեղի կեղևի ասոցիատիվ տեսողական շրջանի (Կլեր-Քիշոպի) նեյրոնային խմբավորումների կազմակերպման օրինաչափությունները:

Փորձերը ցույց են տվել, որ 55 ուսումնասիրված խմբավորումներից 24-ը ունեն որոշակի օրինաչափություն ուղղագրիժ (կեղևին ուղղահայաց) կազմված նույնատիպ նեյրոնների գույգերից, 8-ը կազմված են նույնատիպ նեյրոններից, 12-ն ունեն նեյրոնների ռեցեպտիվ դաշտերի վերադրում և 5 խմբավորում չունեն որևէ օրինաչափություն: Առաջարկված ենթադրության համաձայն, նեյրոնների գույգավորված ուղղագրիժ խմբավորումն ունի որոշակի ինտեգրատիվ նշանակություն՝ տեսողական զգացողական ինֆորմացիայի մշակման պրոցեսում:

ЛИТЕРАТУРА—ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- 1 Б. А. Арутюнян-Козак, Д. К. Хачванкян, А. С. Оганян, А. Г. Тутунджян, Нейрофизиология, 10, № 1 (1978). 2 Д. К. Хачванкян, Б. А. Арутюнян-Козак, ДАН Арм. ССР, т. 66, № 3 (1978). 3 V. B. Mountcastle, P. W. Davies, L. Berman, J. Neurophysiol., 20, № 4 (1957). 4 V. B. Mountcastle, J. Neurophysiol., 20, № 4 (1957). 5 D. H. Hubel, T. H. Wiesel, J. Physiol., 165, № 2 (1963). 6 K. Dec, B. Harutjunian-Kozak, Acta Neurobiol. Exp., 32, № 1 (1972).

