

УДК 591.8.086

МОРФОЛОГИЯ

Т. С. Аглинцян, Дж. А. Мартиросян

### Электронномикроскопическое исследование аксо-аксонных синапсов в красном ядре кошки

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР В. В. Фанарджяном 19/V 1977)

Электронномикроскопическое изучение синаптической организации красного ядра проводилось многими исследователями (<sup>1-3</sup>), которыми установлено, что наиболее часто встречающимися типами синапсов являются аксо-соматические и аксо-дендритные. Изредка встречаются аксо-дендро-дендритные сериальные синапсы (<sup>3</sup>). В интересующей нас крупноклеточной или каудальной части красного ядра аксо-соматические синапсы образуются преимущественно аксонными терминалями клеток промежуточного ядра мозжечка, тогда как основная масса аксо-дендритных связей принадлежит кортико-рубральным волокнам.

Электронномикроскопическое исследование синаптической организации крупноклеточной части красного ядра кошки в норме предпринято нами с целью последующего изучения пластических свойств синапсов.

Мозг взрослой здоровой наркотизированной (нембутал, 45 мг/кг) кошки после внутриаортальной перфузии фиксирующей смесью альдегидов (4% параформальдегида и 2,5% глутарового альдегида), приготовленной на 0,08 М фосфатном буфере рН 7,2, был извлечен тотально. Поперечные пластинки, содержащие каудальную часть красного ядра, дополнительно фиксировали в свежей порции перфузата в течение 2-х часов при +4 С, после чего из области красного ядра готовили кусочки в 1 куб. мм, которые постфиксировали в 2%-ом растворе четырехоксида осмия 2 часа на холоду. После дегидратации в восходящей серии спиртов и ацетона ткань заливали в эпон и эпон-аралдит по Молленхауэру (<sup>4</sup>). Готовили полутонкие срезы, которые окрашивали метиленовой синью для идентификации крупных нейронов (40—60 мкм), затачиваемых в вершину пирамидки. Ультратонкие срезы были получены на ультрамикротоме ЛКБ-3, контрастированы насыщенным водным раствором уранилацетата, цитратом свинца по Рейнольдсу (<sup>5</sup>) и просмотрены в микроскопе Тесла БС-613.

В настоящем сообщении приводится описание синаптической гломерулы, обнаруженной нами непосредственно на теле крупного нейро-

на красного ядра. Как видно на рис. 1, крупная аксонная терминаль, содержащая большое количество митохондрий и сферических синаптических пузырьков (28—40 нм), образует обширный синапс с телом нервной клетки, имеющий дискретный характер, одинаковую толщину и электронную плотность пре- и постсинаптической мембраны. Синаптическая щель не расширена (18—20 нм) и содержит небольшое коли-

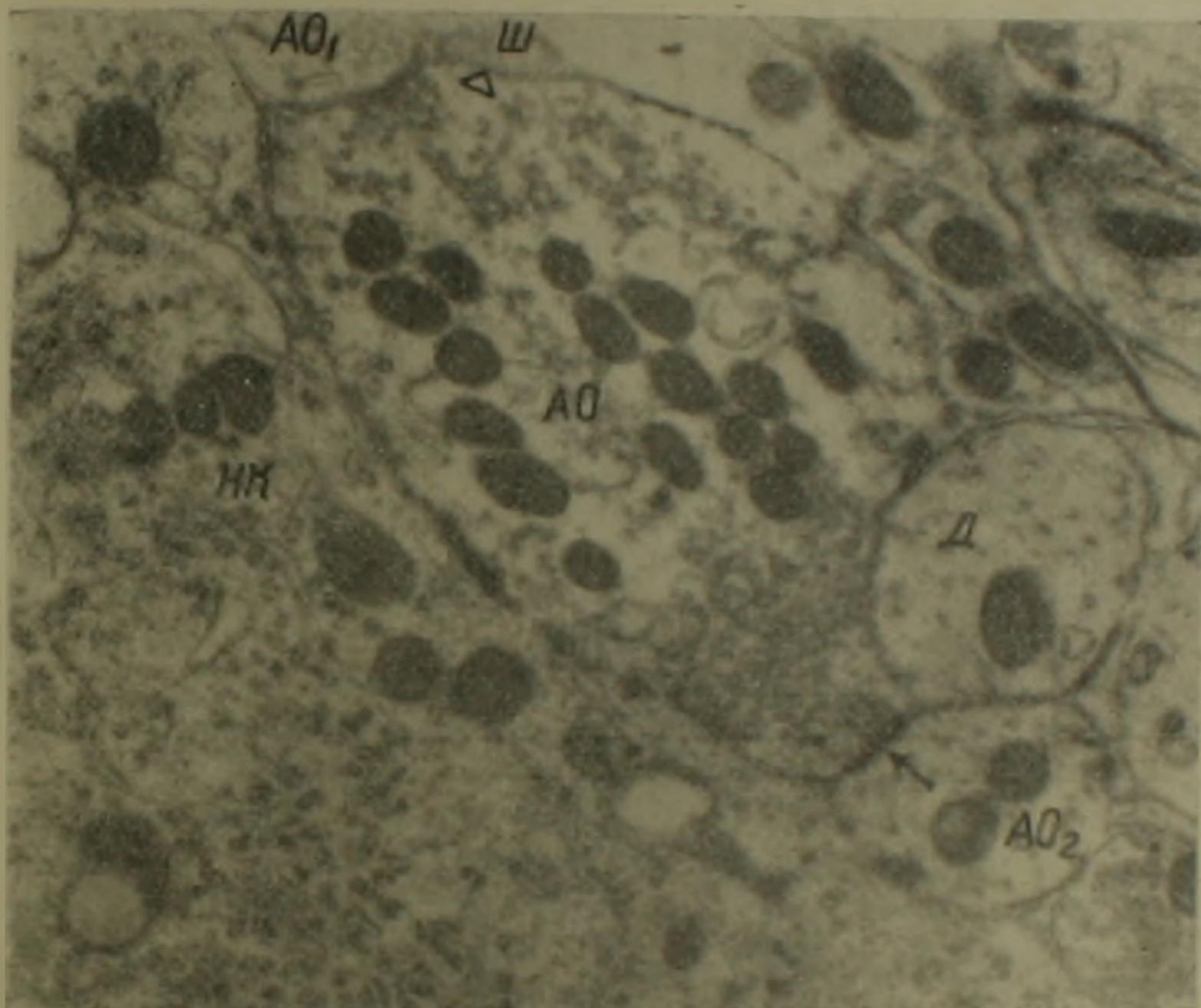


Рис. 1 Крупное аксонное окончание (АО) контактирует с телом нервной клетки (НК), с мелкими бляшками (АО<sub>1</sub> и АО<sub>2</sub>), с дендритом (Д) и шипиком (Ш). Мелкая бляшка (АО<sub>2</sub>) образует симметричный синапс с телом той же клетки. Красное ядро взрослой кошки: X 24000

чество аморфного электронноплотного материала. Такие синапсы названы симметричными (<sup>6</sup>), а по классификации Грэя (<sup>7</sup>) принадлежат ко II типу. У пресинаптической мембраны только одного из них наблюдается скопление синаптических пузырьков. Та же аксонная терминаль вступает в синаптическую связь с двумя более мелкими аксонными окончаниями, являясь пресинаптической по отношению к ним: она образует типичные асимметричные синапсы (I тип по Грэю), с выраженной электронной плотностью и утолщением постсинаптической мембраны, которое обусловлено наличием субсинаптической сети. В синаптической щели (30 нм) одного из них (показано стрелкой)

можно заметить внутрисинаптические нити. У пресинаптических мембран наблюдается скопление синаптических пузырьков.

В отличие от крупной бляшки, в мелких аксонных окончаниях имеется небольшое количество уплощенных пузырьков (35—70 н.м × 18—35 н.м) и митохондрий. Легко заметить, что отмеченная стрелкой аксонная терминаль в свою очередь образует симметричный синапс с телом той же крупной клетки. Скопление синаптических пузырьков небольшое.

Выше этой терминали виден светлый дендритный профиль с характерным регулярным расположением поперечно срезанных микротрубочек. В крупном аксонном окончании заметно скопление синаптических пузырьков в зоне синапса с указанным дендритным отростком. Активная зона контакта, по всей вероятности, не попала в плоскость среза. То же самое можно сказать и об аксо-шипиковом синапсе, отмеченном треугольником.

Таким образом, крупная аксонная терминаль контактирует одновременно с шипиком, дендритным профилем, двумя мелкими аксонными окончаниями и телом нервной клетки, образуя множественные синапсы различного характера. Наличие большого количества митохондрий в ней косвенно указывает на высокий уровень энергетического метаболизма, а множественность активных участков синаптических мембран между этим окончанием и телом клетки, их небольшая протяженность, локализация в цитоплазме вблизи от постсинаптической мембраны цистерн (две из них вплотную подходят к зоне контакта), везикул, гранулярного материала и митохондрий характеризуют эту аксо-соматическую связь как синапс «повышенной информативности»<sup>(8)</sup>. Как уже отмечалось крупное аксонное окончание отличается от соседних бляшек как величиной, так и формой синаптических пузырьков, что может говорить о разных источниках их происхождения: если крупную терминаль с большой долей вероятности можно приписать аксону нейрона промежуточного ядра мозжечка, то мелкие бляшки могут принадлежать либо коллатералям подобных аксонов, идущих в вентро-латеральное ядро таламуса, либо аксонам клеток II типа Гольджи.

Из всех вышеописанных синапсов с физиологической точки зрения, наибольший интерес представляют аксо-аксонные синапсы (один из них участвует в аксо-аксо-соматическом сериальном синапсе), которые на основании литературных данных<sup>(9)</sup> могут служить морфологическим субстратом пресинаптического торможения. В физиологических исследованиях, ранее проведенных на красном ядре кошки<sup>(10)</sup> было сделано предположение о наличии феномена пресинаптического торможения.

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

Ախտ-ախտեային սինապսների էլեկտրոնա-մանրադիտակային  
ուսումնասիրությունը կառավի կարմիր կորիզում

էլեկտրոնա-մանրադիտակային ուսումնասիրման օգնությամբ, կառավի  
կարմիր կորիզի խոշոր բջջային հատվածում նկարագրված արտ-սոմատիկ  
և արտ-դենդրիտային սինապսներից բացի, հայտնաբերված են նաև արտ-  
արտոնային սինապսներ, որոնք կառուցված են ծառայել, որպես նախասինապտիկ  
արգելակման մորֆոլոգիական սուբստրատ:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- <sup>1</sup> J. S. King, G. F. Martin and J. Conner, Brain Research, 38, 251—265 (1972).  
<sup>2</sup> L. T. Brown, J. of Comparative Neurology, 154, 149 (1974). <sup>3</sup> Y. Nakamura, Brain  
Research, 94, 1—17 (1975). <sup>4</sup> H. H. Mollenhauer, Stain Technology, 39, 111—114 (1964).  
<sup>5</sup> E. S. Reynolds, J. of Cell Biology, 17, 208—212 (1963). <sup>6</sup> M. Colonnier, Brain Res-  
earch, 9, 268—287 (1965). <sup>7</sup> E. G. Gray, J. Anatomy (Lond.) 93, 420—433, (1959).  
<sup>8</sup> Н. Н. Боголепов, Ультраструктура синапсов в норме и патологии М., Изд. «Меди-  
цина», 1975. <sup>9</sup> Дж. Экклс, Физиология синапсов, Изд. «Мир», М., 1966. <sup>10</sup> В. В. Фа-  
марджян, Д. С. Саркисян, В. И. Погосян. В кн: Механизмы деятельности головного  
мозга, 392—401, Изд. «Мецинереба», Тбилиси, 1975.