

УДК 615.017.8

ФИЗИОЛОГИЯ

Г. Е. Григорян, А. М. Стольберг, С. Н. Айрапетян

К фармакологической характеристике командных нейронов оборонительного поведения виноградной улитки

(Представлено академиком АН Армянской ССР О. Г. Баклаваджяном 16/XI 1988)

Данные о корреляции между активностью Na-насоса и количеством хеморецепторов и каналов на мембране нейронов, а также сродством рецепторов (¹⁻²) поставили вопрос о возможном физиологическом значении этих механизмов в выработке целостных реакций нейронных сетей-аналогов обучения. Чтобы вплотную подойти к изучению роли различных метаболических внутриклеточных факторов (Na-K-АТФаза, система вторичных посредников и др.) в процессах обучения и памяти, нам представлялось необходимым прежде всего исследовать хеморецептивные свойства идентифицированных командных нейронов (ЛПа2, ППа2, ЛПа3, ППа3), участвующих в организации безусловного оборонительного рефлекса закрывания дыхальца (³). В качестве модели этой реакции применяли одиночную электрическую стимуляцию мачтимального нерва (10—40 мА, 1 мс) препарата «ЦНС-хеморецептор» (⁴) виноградной улитки (*Helix Pomatia*).

Препарат фиксировали в проточной камере объемом 1 мл. После трехминутной обработки папанном при комнатной температуре удаляли оболочки, покрывающие ганглии. Камеру подключали к системе непрерывной перфузии раствором Рингера (²). Внутриклеточную электрическую активность отводили с помощью стеклянных микроэлектродов (2,5 М КСl, 8—10 МОм) и записывали на бумагу самописца (Г-338) с одновременным визуальным контролем на экране осциллографа. Медиаторы ацетилхолин (АХ) и норадреналин (НА) 1 мл вводили в проток непосредственно у входа в камеру, обеспечивая таким образом нужную физиологическую концентрацию веществ (5×10^{-5} М) в камере в момент инъекции. В экспериментах использованы 35 препаратов изолированного «ЦНС-хеморецептор» и исследованы 65 нейронов.

Опыты показали, что исследованные командные нейроны АХ-чувствительны (³⁻⁵). Ответная реакция на АХ проявлялась в виде деполяризации, которая носила, однако, вероятностный характер. В ряде случаев ответ вообще отсутствовал (³), что особенно характерно было для нейрона ППа3. Сам деполяризующий эффект был в основном подпороговым (рис. 1), хотя иногда на фоне медленной деполяризационной волны появлялись спайки (рис. 2, Б). Величина деполяризационного ответа на АХ в разных опытах варьировала.

В серии эксперимента изучалось влияние АХ на ответы командных нейронов, вызванных электрической стимуляцией мантийного нерва. Показано, что АХ подавляет эти ответы (рис. 2, В). Но в ряде случаев угнетение спайковой активности не наблюдалось.

Те же нервные клетки в разных опытах проявляли двойкий тип

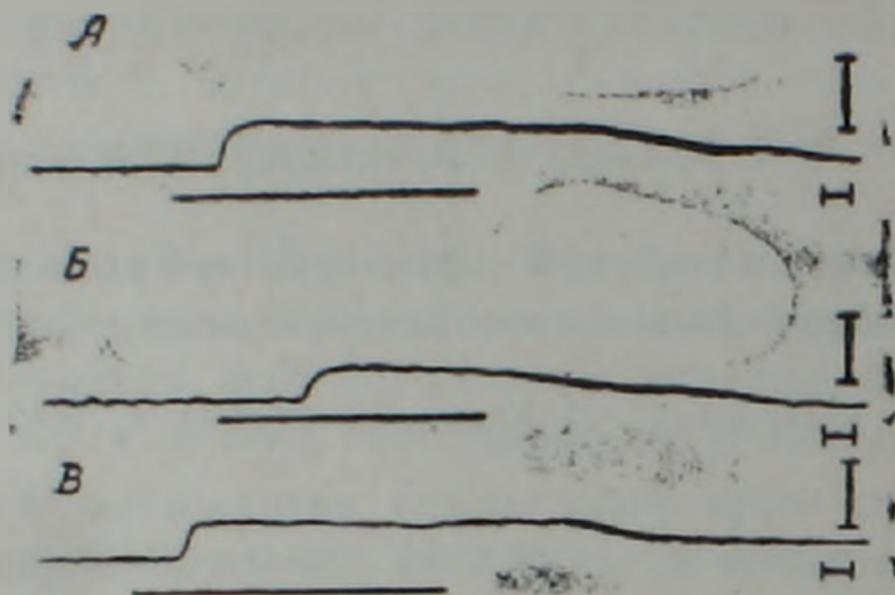


Рис. 1. Денполяризирующий эффект АХ на командные нейроны. А, Б, В—подпороговые ответы нейронов ЛПаЗ, ППа2, ЛПаЗ соответственно. Горизонтальная линия под нейрограмм—отметка введения АХ. Калибровка: 40 мВ, 5 с (А, Б) и 2 с (В)

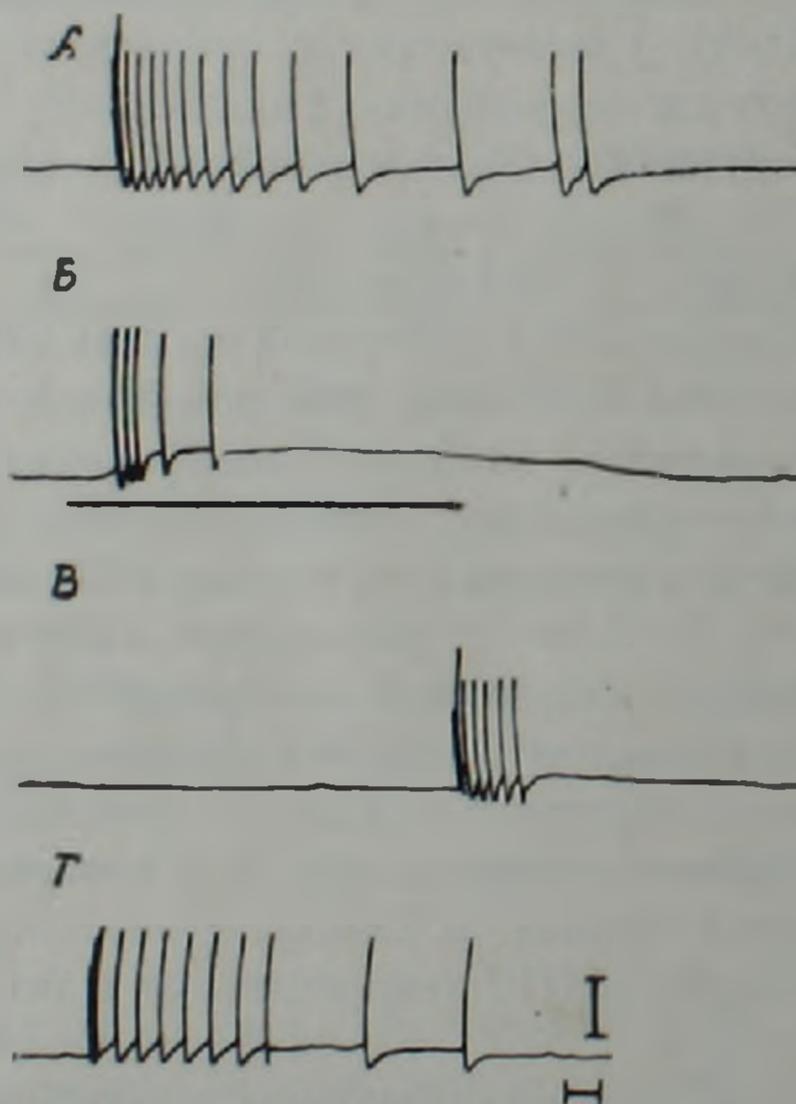


Рис. 2. Подавляющий эффект АХ на вызванную активность нейрона ЛПаЗ. А—ответ нейрона на электрическую стимуляцию нерва до введения АХ; Б—спайковая активность нейрона, вызванная АХ; В—ответ нейрона на электрическую стимуляцию нерва через 1 мин и Г—через 5 мин после инъекции АХ. Калибровка: 40 мВ, 5 с

реакции в ответ на аппликацию НА. Один—монофазный в виде деполяризации со спайковой активностью (рис. 3, А), другой—двухфазный в виде начальной гиперполяризации с последующей медленной волной деполяризации, на гребне которой возникали спайки (рис. 3, Б—Г). В обоих случаях в сравнении с АХ ответ на НА был более продолжительным.

Характерным для реакции командных нейронов на НА является то, что в фазе гиперполяризации фазы ВПСП (возбуждающий постсинаптический потенциал) не только сохранялись (6), но появлялись, если их не было (рис. 3, В). Вместе с тем спайки, предшествующие аппликации НА, в фазе гиперполяризации исчезали при сохранении ВПСП (рис. 3, Г). В фазе деполяризации увеличение мембранного потенциала приводило к усиленной спайковой активности (рис. 3, А—Д).

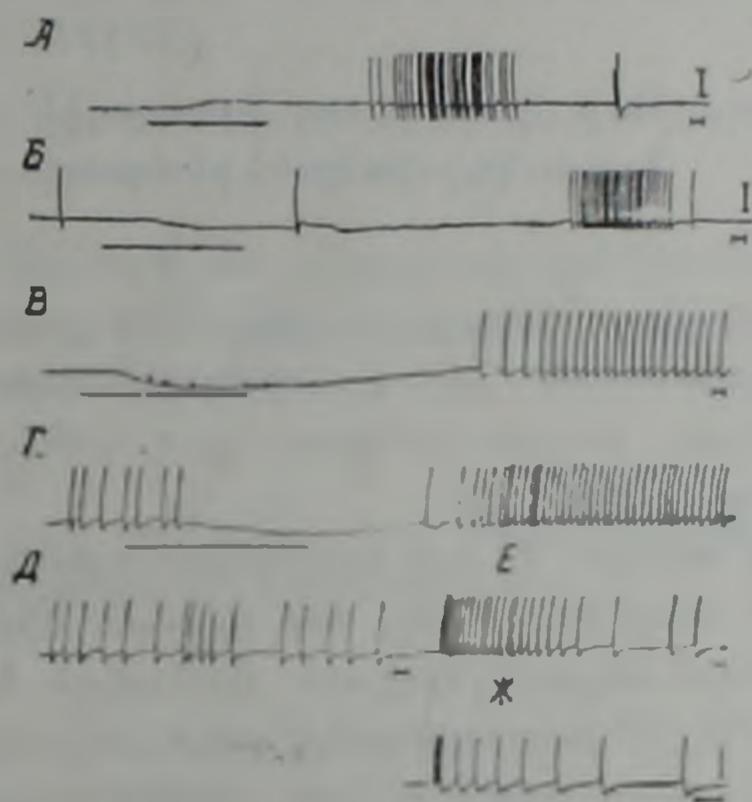


Рис. 3. Эффекты НА на активность командных нейронов. А—монофазный деполярирующий ответ нейрона ППа2; Б—подавление ответа нейрона (ЛПа3), вызванного электрической стимуляцией нерва в фазе гиперполяризации; В—появление ВПСП в фазе гиперполяризации (ЛПа3); Г, Д—уменьшение спайковой активности нейрона (ЛПа3) в фазе гиперполяризации; Е—потенцирующий эффект НА на ответы нейрона (ЛПа3), вызванного раздражением нерва; Ж—ответ нейрона (ЛПа3) на электрическую стимуляцию нерва до введения НА. Калибровка: 40 мВ, 2 с (Е, Ж) и 5 с (А—Д).

Нами изучалось также влияние НА на состояние нервной сети оборонительного рефлекса. При сочетании электрической стимуляции мантийного нерва с аппликацией НА было обнаружено, что оба эти фактора при своем деполяризующем действии одинаково повышают хемочувствительность мембран командных нейронов и в результате наступает потенциация активности последних (рис. 3, Е).

В фазе НА—гиперполяризации эффекты электрического раздражения нерва значительно угнетаются (рис. 3, Б). Потенцирующий эф-

фект НА по сравнению с подавляющим действием АХ был значительно дольше. Он мог длиться несколько минут.

Полученные факты позволяют заключить, что командные нейроны оборонительного поведения чувствительны к физиологическим дозам АХ и НА при их системном введении в препарат «ЦНС-хемотрептор». Допускается возможность участия адренергических механизмов в следовых процессах, происходящих в нервной сети оборонительного рефлекса закрывания дыхальца виноградной улитки.

Институт экспериментальной биологии
Академии наук Армянской ССР

Գ. Ի. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ, Ա. Մ. ՍՏՈՂԵՐԳ, Ի. Ն. ՀԱՅՐԱՊԵՏՅԱՆ

Խիտունների կառավարող նյարդային բջիջների ֆարմակոլոգիական բնութագիրը

Ուսումնասիրությունները կատարվել են խիտունջի մեկուսացված նյարդային հանգույցների վրա: Ներբջջային միկրոէլեկտրոդային մեթոդով գրանցվել են խիտունջի շնչառական համակարգը կարգավորող նեյրոնների էլեկտրական ակտիվությունն, ինչպես հանգիստ պայմաններում, այնպես էլ հրահրված պոտենցիալների ձևով:

Փորձերը ցույց տվեցին, որ այդ նյարդային բջիջները հիմնականում լուսայաց բջիջներ են և ակտիվանում են, երբ գրգռում ենք նրանց զգացող նյարդային ուղիները, կամ ազդում որոշակի քիմիական նյութերով: Այսպես, ացետիլխոլինը ($5 \times 10^{-5} M$) ուսումնասիրված 4 տեսակի բջիջների մոտ առաջացնում է էլեկտրական ակտիվության ապաբևեռացում, իսկ առանձին դեպքերում ընդհուպ մինչև գործողության պոտենցիալների առաջացումը: Սակայն ացետիլխոլինից ընկճվում են նույն բջիջների զգացող ներվաթելերի գրգռումից հրահրված գործողության պոտենցիալները:

Փորձի նույն պայմաններում նորադրենալինն առաջացնում է բջջի էլեկտրական ակտիվության երկֆազ փոփոխություն՝ բջիջների թաղանթի պոտենցիալների սկզբնական գերբևեռացումը փոխարինվում է ապաբևեռացման, որի ժամանակ առաջ են գալիս գործողության պոտենցիալներ: Մյուս կողմից նորադրենալինը կարող է ուժեղացնել բջջի հրահրված գործողության պոտենցիալները: Նորադրենալինի ֆարմակոլոգիական մեխանիզմները կարող են մասնակցել խիտունջների շնչառական ռեֆլեքսների կենտրոնական նյարդային ցանցում հետքային երևույթների առաջացման և կարգավորման գործում:

ЛИТЕРАТУРА—ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ S. N. Ayrapetyan, V. L. Arvanov, S. B. Maginyan e. a., Cell. Molec. Neurobiol., v. 5, №3, p. 231–243 (1985). ² S. N. Ayrapetyan, M. A. Suleymanyan, A. A. Saghinyan e. a., Cell. Molec. Neurobiol., v. 4, p. 367–383 (1984). ³ Д. А. Сахаров Генезис нейтронов. Наука, М., 1981. ⁴ О. С. Максимова, П. М. Балабан, Нейронные механизмы пластичности поведения. Наука, М. 1983. ⁵ Т. П. Норекян, Д. Б. Логунов, Е. Н. Соколов, Нейрофизиология, т. 17, №4, с. 530–536 (1985). ⁶ М. В. Чистякова, Журн. вышшей нервной деятельности, т. 37, №1, с. 122–127 (1987)