

УДК 612.827+612.826.8+612.822.3

ФИЗИОЛОГИЯ

О. П. Косоян, А. О. Бантикян

Сравнительный анализ нейронной организации предмозжечковых релейных образований моста

(Представлено академиком АН Армянской ССР В. В. Фанарджяном 10/IV 1987)

Афферентная и эфферентная организация собственных ядер моста (СЯМ) и ретикулярного ядра покрышки моста Бехтерева (РЯПМ) адекватно приспособлена для передачи корковых командных и корректирующих сигналов в мозжечок (^{1,2}). В количественном отношении мосто-мозжечковая проекция занимает центральное место среди других систем мшистых афферентов, являясь крупным источником этого входа у высших позвоночных (^{3,4}). В свою очередь проекция из центральных ядер мозжечка в структуры моста обеспечивает наличие положительной обратной связи (⁵⁻⁸). В различных полях коры мозга берут начало мощные корково-мостовые входы (⁹⁻¹¹). Однако четкого разделения функций СЯМ и РЯПМ относительно опосредования корково-мозжечковой передачи до настоящего времени последовательно не проводилось. В настоящей работе дан сравнительный анализ нейронной организации предмозжечковых релейных образований моста.

Опыты проводили на 116 взрослых кошках, наркотизированных нембуталом. Методические особенности исследования приведены в (¹²).

Общее в эфферентной организации собственных ядер моста и ретикулярного ядра покрышки моста у кошки заключается в следующем (рис. 1).

Нейроны обоих ядер подавляющее большинство своих эфферентов направляют в мозжечок, используя для этой цели в качестве коллекторов его среднюю и верхнюю ножки. Мосто-мозжечковая информация поступает во все три центральных ядра мозжечка. Для нейронов ядер моста характерна выраженная дивергенция их аксонов. Она обусловлена наличием в составе этих ядер нейронов, которые: а) проецируются в мозжечок через обе его ножки, б) используя одну или две из указанных ножек, направляют свои аксоны двум или всем центральным ядрам мозжечка, в) обладают аксонами, которые, разветвляясь, направляются как в сенсомоторную кору, так и в мозжечок.

Наряду с общими свойствами имеются также и некоторые отличия в эфферентной организации собственного и ретикулярного ядер моста. У РЯПМ соотношение аксонов эфферентных нейронов, проецирующихся в мозжечок через среднюю и верхнюю ножки, составляет 1,7:1; у СЯМ эта корреляция представлена соотношением 4,4:1, т. е. верхняя ножка мозжечка в качестве коллектора мосто-мозжечковой информации используется гораздо реже нейронами СЯМ.

Нейроны РЯПМ, проецируясь в кору мозжечка, отдают большее число аксонных коллатералей, чем нейроны СЯМ. Проекция нейронов СЯМ в ядра мозжечка будучи относительно слабо выраженной, распределена неравномерно и с явным преобладанием проекции в латеральное ядро мозжечка.

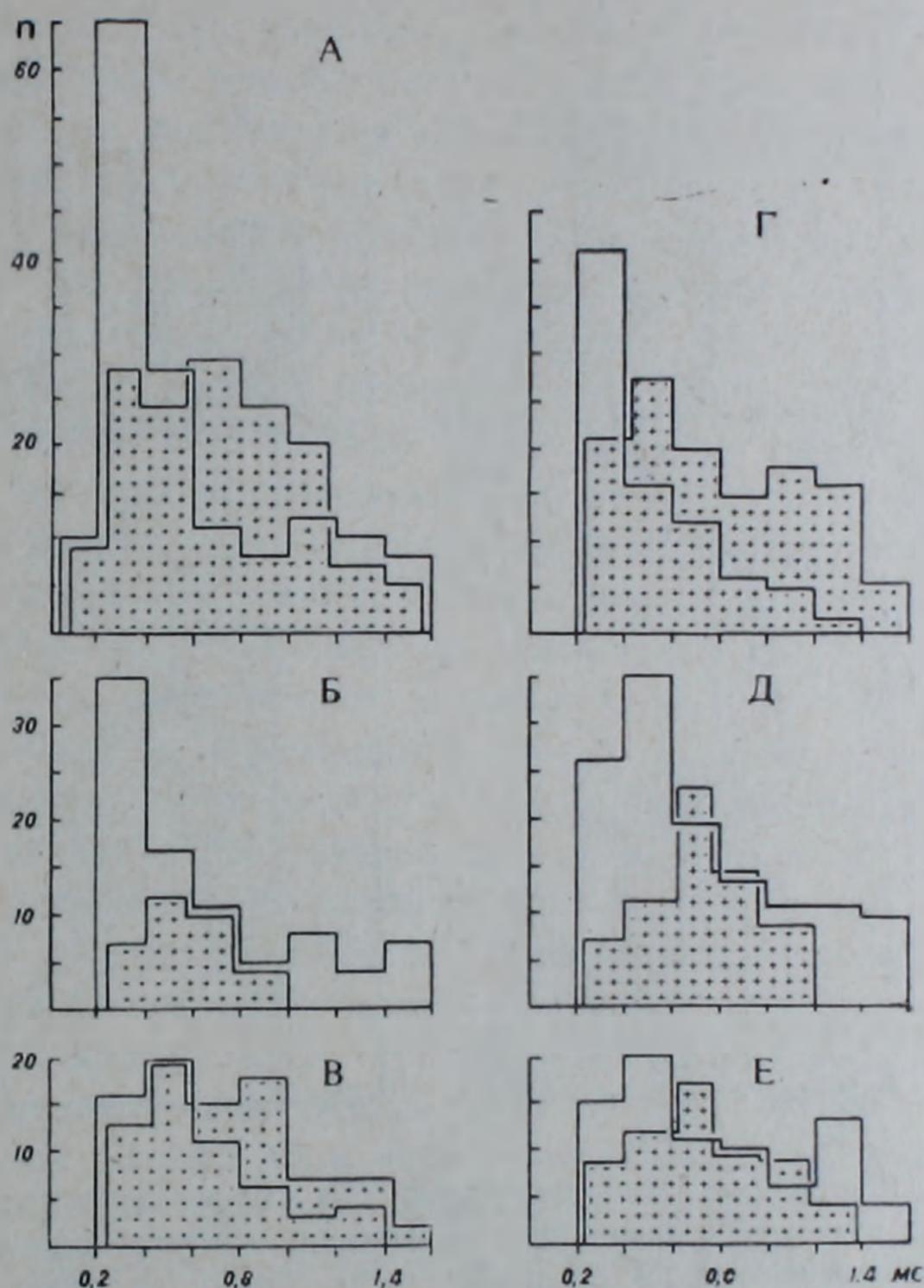


Рис. 1. Сравнительные гистограммы распределения скрытых периодов антидромных потенциалов действия нейронов ретикулярного ядра покрышки моста (белые столбик) и собственных ядер моста (столбик с крестиками), вызванных раздражением средней (А), верхней (Б) ножек мозжечка, пирамидного тракта (В), латерального (Г), промежуточного (Д) и фастигиального (Е) ядер мозжечка. По оси абсцисс время в мс, по оси ординат—количество нейронов (п)

Общее в афферентной организации СЯМ и РЯПМ выражается в способности нейронов указанных образований отвечать моно- и полисинаптической активацией на раздражение одних и тех же источников, а также возникновении у определенного количества нейронов обоих ядер сочетанных анти- и ортодромных потенциалов действия (рис. 2).

Нейроны СЯМ и РЯПМ реагируют моносинаптическим возбуждением на раздражение всех трех центральных ядер мозжечка и его верхней ножки. Для моносинаптических ответов, вызванных раздражением мозжечка, характерна относительно короткая длительность фазы нарастания возбуждающего постсинаптического потенциала (ВПСП), что, вероятно, обусловлено локализацией мозжечково-мосто-

вых синаптических окончаний более проксимально к соме нейронов. Олиго- и полисинаптические ортодромные ответы характерны для нейронов обоих исследованных ядер моста. Сочетанное возникновение анти- и ортодромных потенциалов действия может быть результатом

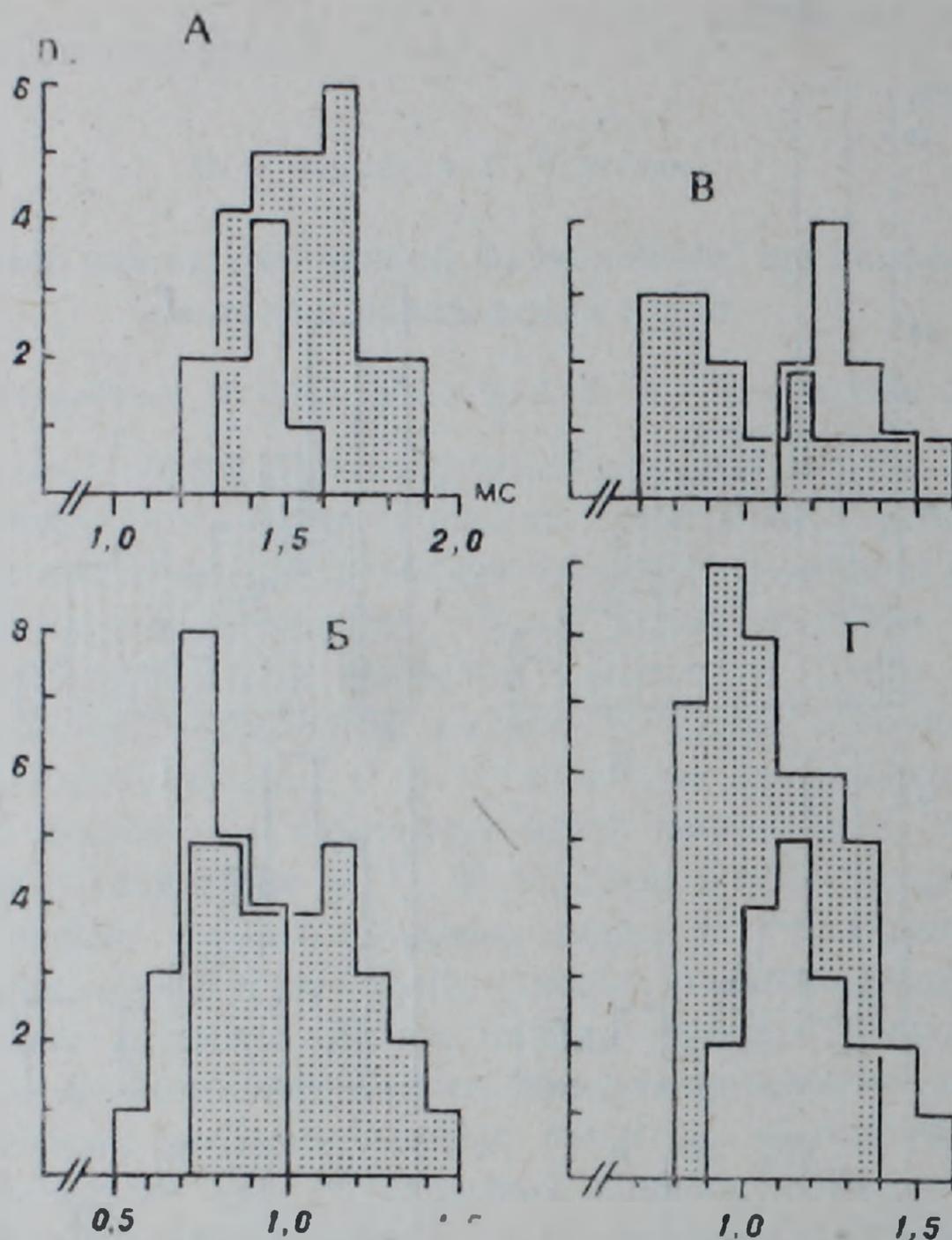


Рис. 2. Сравнительные гистограммы распределения скрытых периодов ортодромных потенциалов действия нейронов ретикулярного ядра покрышки моста (белые столбики) и собственных ядер моста (столбики с крестиками), вызванных раздражением латерального (А), промежуточного (Б), фастигиального (В) ядер мозжечка и пирамидного тракта (Г). По оси абсцисс время в мс, по оси ординат количество нейронов (n)

двусторонней связи между образованиями моста и мозжечком. Моно-, олиго- и полисинаптическая активация, иногда сочетанное возникновение анти- и ортодромных потенциалов действия также наблюдались в нейронах СЯМ и РЯПМ в ответ на раздражение сенсомоторной области коры мозга и пирамидного тракта. Однако для корково вызванных моносинаптических ВПСП характерны более длительные периоды фазы нарастания по сравнению с мозжечково вызванными моносинаптическими ВПСП, что, по-видимому, обусловлено более удаленным расположением кортико-мостовых аксоновых окончаний от сомы. Нейроны исследованных ядер моста представляют сложно организованные интегративные центры, на которых оканчиваются синапсы волокон различных афферентных источников: а) в составах исследованных ядер моста имеются нейроны, на которых конвергируют синаптические

входы из двух или трех центральных ядер мозжечка; б) нейроны ядер моста получают синаптический вход как из коры мозга, так и из одного или нескольких мозжечковых источников. Для всех исследованных нейронов указанных ядер моста начальная реакция на раздражение как мозжечковых, так и корковых структур является исключительно возбуждательной. Некоторые нейроны обоих ядер моста на одиночное раздражение как корковых, так и мозжечковых образований способны генерировать вспышечный разряд. В этих случаях вслед за начальным спайком формируется деполяризующее плато, на фоне которого возникает последующая группа из пяти—шести спайков.

Различие в эфферентной организации СЯМ и РЯПМ прежде всего заключается в том, что несмотря на широкую конвергенцию афферентных входов из различных источников для каждого из указанных ядер имеются различия в основном источнике. Для СЯМ и РЯПМ эти источники соответственно представлены корой мозга и мозжечком (13).

Большинство идентифицированных нейронов СЯМ ортодромно возбуждается на раздражение структур коры мозга—его сенсомоторной области и пирамидного тракта. В корково-мостовой проекции участвуют как кортико-мостовые нейроны, так и аксонные коллатерали пирамидного тракта. Совокупность указанных волокон обеспечивает генерацию как простых (гомогенных), так и сложных (гетерогенных) ВПСП. Восходящая фаза последних осложнена выемкой, которая, вероятно, обусловлена конвергенцией на одном нейроне кортикофугальных аксонов различного происхождения и с различными скоростями проведения. В отличие от СЯМ в РЯПМ подавляющее большинство составляют нейроны, синаптическая активация которых вызывается раздражением экстракорковых структур. У этих нейронов регистрируются корково вызванные ВПСП только простой формы. Афферентный вход из центральных ядер мозжечка является основным для нейронов РЯПМ. Характерно для мозжечково вызванных моносинаптических ВПСП выраженное облегчение при применении парной стимуляции. В противоположность этому имеется большое количество нейронов СЯМ, которые на раздражение мозжечка не реагируют синаптическим возбуждением, а реагирующие на мозжечковое раздражение нейроны СЯМ при парной стимуляции не обнаруживают облегчения. Для нейронов СЯМ среди мозжечковых проекций своими многочисленными афферентами выделяется латеральное ядро, проекции из ядер мозжечка для нейронов РЯПМ почти равнозначны. Конвергентность входов из различных афферентных источников сильнее выражена для нейронов РЯПМ. В составе этого ядра в количественном отношении преобладают нейроны, на которых имеются синаптические окончания из различных структур мозжечка, и часто такие нейроны получают и корковый вход. Поскольку нейроны СЯМ обладают хорошо развитым интернейронным аппаратом и обильно развитой системой аксонных коллатералей, вполне возможно, что в отличие от нейронов РЯПМ в этих нейронах сочетанное возникновение анти- и ортодромных спайков наряду с двусторонними связями между СЯМ, с одной стороны, и корой или мозжечком, с другой, очевидно, обусловлено также и другими факторами.

Таким образом, имея некоторые функциональные различия (их функции неравнозначны в организации отдельных звеньев кортико-мозжечковой системы, т. е. в формировании кортико-мостовых и мосто-мозжечковых петель они имеют неравноценный вклад), нейроны СЯМ и РЯПМ не только дополняют, но и в определенной степени дублируют функции друг друга. Несомненно, подобный дублиаж способствует оптимальному осуществлению предъявленной программы и является свидетельством высокой надежности организации кортико-мосто-мозжечковой системы.

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

Հ. Պ. ՔՈՍՈՅԱՆ, Ա. Հ. ԲԱՆՏԻԿՅԱՆ

Կամրջի նախաուղեղիկային փոխարկող գոյակցությունների նեյրոնային կազմակերպության համեմատական վերլուծությունը

Ներկայացված նյութում ղետեղված են կամրջի սեփական կորիզների և կամրջի ծածկի ցանցային կորիզի նեյրոնների կենտրոնաձիգ և կենտրոնախույս կազմակերպությունների համեմատական բնութագրերը: Հետևությունները բխում են կամրջային կորիզների ներքջային արտածման մեթոդով իրագործված հետևողական ուսումնասիրություններից: Բացահայտված է, որ նշված գոյակցությունները ունեն անվիճելի տարբերություններ, որոնք պայմանավորված են կեղևաուղեղիկային փոխհարաբերությունների ապահովման մեջ նրանց ունեցած տարբեր դերով և մասնավորապես կեղևակամրջային և ուղեղիկակամրջային ենթահամակարգերի ձևավորման մեջ նրանց ոչ համարժեք մասնակցությամբ: Այնուհանդերձ նշված կորիզների կազմակերպության մասնակցությամբ: Այնուհանդերձ նշված կորիզների կազմակերպության այս գոյակցությունները լրացնում և որոշ իմաստով կրկնօրինակում են միմյանց դերերը: Նման կազմակերպությունը, անկասկած, բացառիկ հուսալի բնույթ է տալիս կեղևակամրջաուղեղիկային համակարգին:

ЛИТЕРАТУРА—ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ J. R. Bloedel, Progress in Neurobiology, v. 2, p. 1—68 (1973). ² M. Wiesendanger, Exp. Brain Res., suppl., 7 (1983). ³ J. Thomach, Brain Res., v. 13, p. 476—484 (1969). ⁴ A. Brodal, J. J. Jansen. J. Comp. Neurol., v. 118, p. 34—118 (1946). ⁵ G. I. Allen, T. Oshima, K. Toyama, Exp. Brain Res., v. 29, p. 123—136 (1977). ⁶ S. T. Kitai, J. D. Kocsis, T. Kiyohara, Exp. Brain Res., v. 24, p. 195—209 (1976). ⁷ A. Brodal, A. M. Lacerda, J. Destombes e. a. Exp. Brain Res., v. 16, p. 140—160 (1972). ⁸ N. Tsukahara, T. Bando, Brain Res., v. 33, p. 233—237 (1971). ⁹ G. I. Allen, H. Korn, T. Oshima e. a. Exp. Brain Res., v. 24, p. 15—36 (1975). ¹⁰ K. Sasaki, S. Kawaguchi, T. Shimono e. a., Brain Res., v. 20, p. 425—438 (1970). ¹¹ P. Brodal, Exp. Brain Res., v. 5, p. 210—234 (1968). ¹² В. В. Фанарджян, А. О. Бантукян, О. П. Косоян, Физиол. журн. СССР, т. 73, с. 1593—1601 (1986). ¹³ A. Brodal, P. Brodal, Exp. Brain Res., v. 13, p. 90—110 (1971).