

ФИЗИОЛОГИЯ

УДК 612.825

В. Л. Городнов, академик АН Армении В. В. Фанарджян

Быстрые реакции рубро-спинальных нейронов на корковые сигналы

(Представлено 20/III 1991)

Красное ядро (КЯ) является одной из основных инстанций на выходе мозжечково-корковой петли. Имеется отчетливое различие между афферентными входами в КЯ из сенсомоторной области коры мозга (СМ) и промежуточного ядра мозжечка (ПЯ): корковая проекция оканчивается на дендритах нейронов КЯ, мозжечковая — на соматических клетках этого образования (¹⁻⁴). При внутриклеточном отведении такая структурная организация выражается в различной форме отводимых потенциалов ВПСП, вызванные раздражением ПЯ, характеризуются быстрой фазой нарастания, в то время как ВПСП, возникающие на стимуляцию СМ, имеют медленную фазу подъема (^{5,6}).

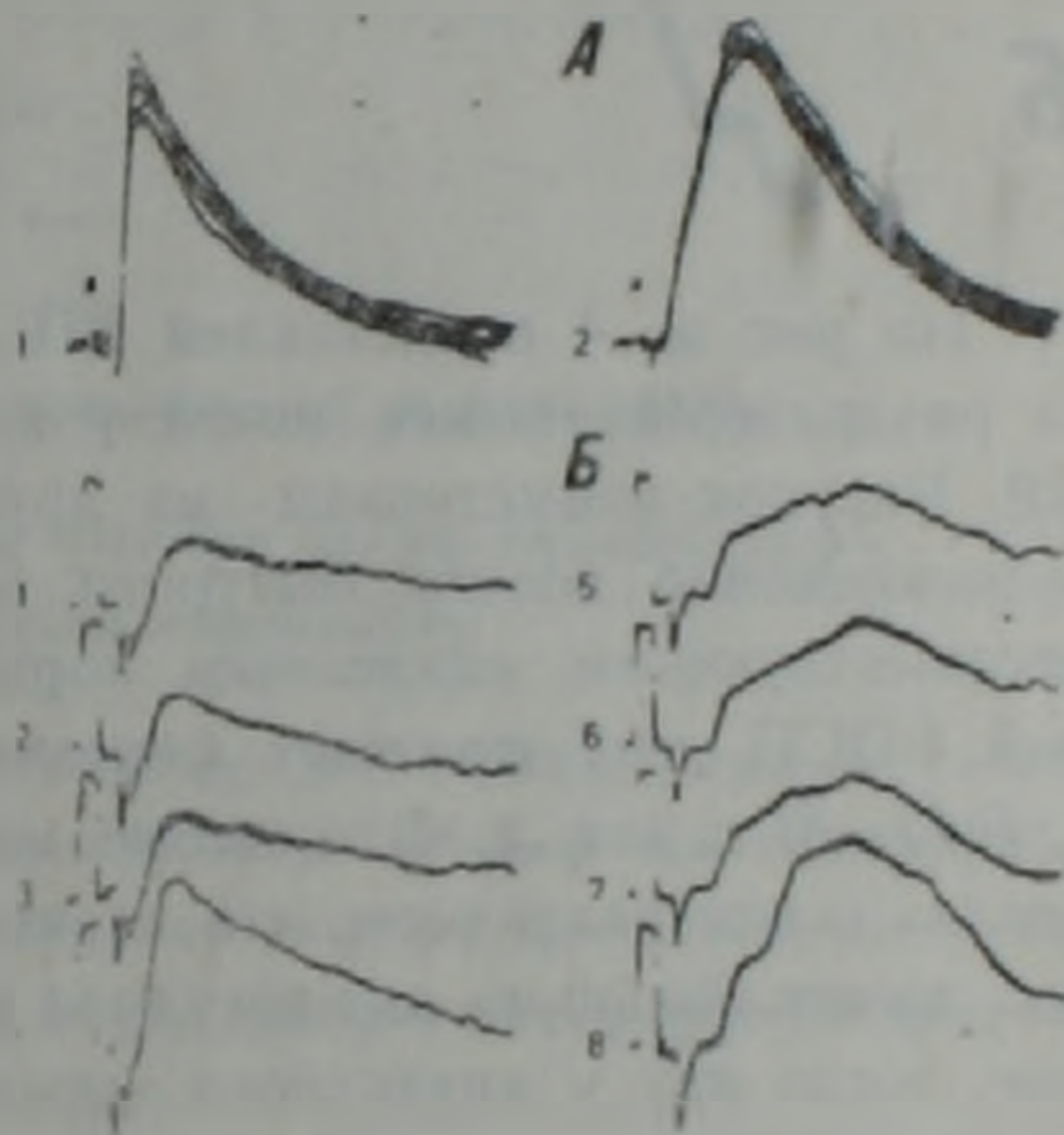
Окончание корковых и мозжечковых волокон на различных участках сома-дендритной мембраны рубро-спинальных нейронов определяет неодинаковую эффективность указанных проекций, что обнаруживается на примере реорганизации синаптических входов и функционирования новых синапсов (феномен спраутинга) при различных воздействиях, начиная с частичной деафферентации КЯ и кончая выработкой специального двигательного условного рефлекса (⁷⁻⁹). При передислокации синапсов на мембране нейронов КЯ электрофизиологически наблюдается изменение и усложнение отводимых ВПСП, что отражает новую локализацию афферентных входов и феномен «спраутинг». Такая картина наблюдается в корковых ВПСП после разрушения ПЯ, приводящего к дегенерации мозжечково-рубральных волокон. Одним из показателей «спраутинга» является появление нового быстрого компонента, возникающего в результате образования коллатералей аксонов корковых клеток к соматическим нейронам КЯ. Синапсы, устанавливаемые на теле рубро-спинальных нейронов, генерируют быстрые ВПСП, которые, суммируясь с медленными ВПСП, вызванными предшествующими аксо-дендритными синапсами, образуют сложные ВПСП (⁷).

Наряду с этим показано, что у определенной части рубро-спинальных нейронов интактных животных также регистрируются сложные ВПСП (¹⁰⁻¹²). В настоящей работе приведены доказательства

тому, что такие сложные ВПСН нормальных кошек могут предваряться коротколатентным быстрым компонентом, который имеет те же характеристики, что и коротколатентный быстрый потенциал, отражающий феномен «спраутинга» у оперированных животных.

Эксперименты были выполнены на 15 взрослых кошках, наркотизированных нембуталом (40 мг/кг). Особенности стимуляции и отведения интруклеточных потенциалов рубро-спинальных нейронов описаны ранее (¹⁰). Дополнительно отводились электроды для стимуляции рубро-спинального тракта в области продолговатого мозга и раздражения ножек мозга.

Рис. 1. Постинанптические потенциалы рубро-спинальных нейронов красного ядра на мозжечковые и корковые стимулы. А — ВПСН на стимуляцию ПЯ (1) и СМ (2) в рубро-спинальном нейроне. Каждая кривая представляет собой наложение из 10 пробегов луча. Б — одиночные мозжечковые (1—4) и корковые (5—8) ВПСН в другом нейроне КЯ (1—3, 5—7) — при одной и той же силе стимуляции и (4; 8) — при увеличении силы стимуляции. Калибровка: на А и Б — 1 мВ, 1 мс.



Было исследовано 65 рубро-спинальных нейронов со стабильным уровнем потенциала покоя не ниже 50 мВ, у которых регистрировались корковые и мозжечковые ВПСН. На рис. 1, А показаны ВПСН, отведенные из одного и того же рубро-спинального нейрона на раздражение ПЯ (1) и СМ (2). Отмечается более быстрая фаза подъема деполяризации на стимуляцию ПЯ. В то же время ВПСН на СМ имеют более сложную форму. Используя различные приемы (¹⁰), можно определить комплексную природу ВПСН, а иногда и выделить отдельные компоненты. В проведенных экспериментах 72% исследованных корковых ВПСН имели сложную природу, а у 45% можно было выделить первый компонент. Такие же сложные ответы в рубро-спинальных нейронах возникали на раздражение ножек мозга.

На рис. 1, Б представлен другой нейрон КЯ, у которого были зарегистрированы мозжечковые (1—4) и корковые (5—8) ВПСН. Верхние три кривые получены при строго пороговом раздражении; нижние три кривые — при увеличении интенсивности стимуляции. Корковые ВПСН имеют более сложную структуру, возникающую в результате суммации компонентов с различными скрытыми периодами и фазами нарастания. Время нарастания первого компонента коркового и мозжечкового ВПСН приблизительно одинаково. У 18,5% от всех исследованных

корковых ВПСН фаза нарастания первого компонента не превышала 2,0 мс.

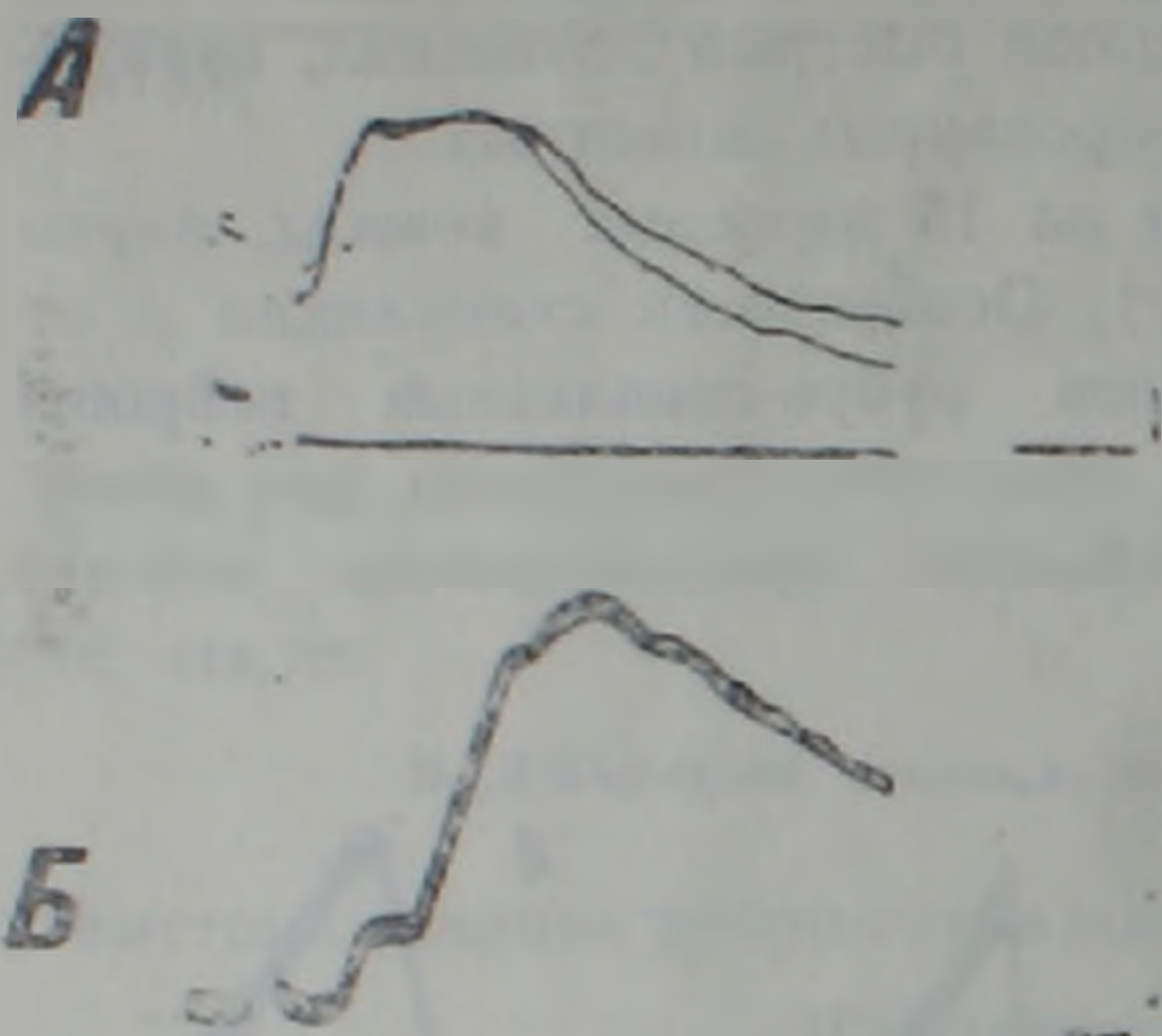
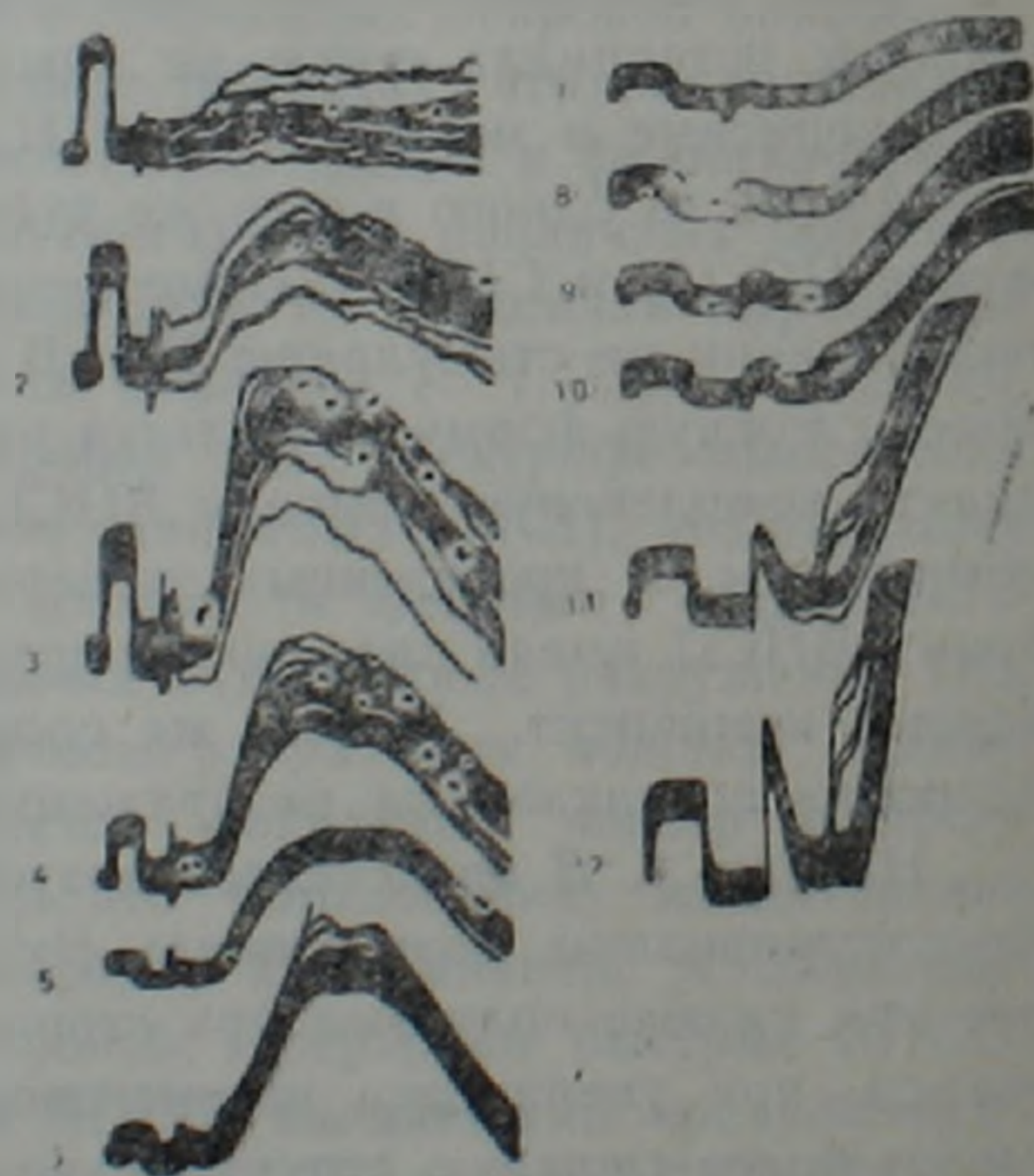


Рис. 2. Выявление новых быстрых компонентов кортико рубральных ВПСН у кошек с разрушенным ПЯ. А — ВПСН вызванный в рубро спинальном нейроне при раздражении ножек мозга — верхняя кривая, запись потенциала поля после выхода микроэлектрода из клетки — нижняя кривая. Калибровка: 2 мВ, 2 мс. Б — ВПСН, вызванный стимуляцией СМ. Калибровка: 1 мВ, 1 мс (приведено по (7))

На рис. 2, А представлен ВПСН, зарегистрированный в нейроне КЯ на раздражение ножек мозга у кошки с предварительно удаленным ПЯ. Рисунок заимствован из другой работы (7). Он демонстрирует возникновение нового быстрого компонента, который, суммируясь с преобладающим медленным корковым потенциалом, образует сложный ВПСН, что отражает феномен «спраутинга». Сравнение рис. 1, Б (5—8) с рис. 2, А выявляет много общего в регистрируемых потенциалах с тем различием, что первый компонент у оперированных животных имеет большую амплитуду и суммируется с медленным потенциалом, тогда как у интактного животного наблюдается суммация первого быстрого компонента с последующим быстрым компонентом.

Рис. 3. ВПСН рубро-спинального нейрона, вызванные стимуляцией коры мозга. ВПСН зарегистрированы при разных силах раздражения СМ (1—6) и (7—12) — разные развертки луча. Каждая кривая представляет собой наложение 2м—3м пробегов луча. Калибровка: 0,5 мВ, 1 мс



На рис. 2, Б показан другой тип коркового ВПСН в рубро-спинальном нейроне у животного с предварительно разрушенным ПЯ (7). У

этот ВПСН быстрый компонент возникает с короткой латенцией. Аналогичный тип ответа был зарегистрирован нами у 7 нейронов интактных животных (рис. 3). Скрытые периоды ранних компонентов равнялись 0,9—1,5 мс. Средняя скорость проведения по волокнам, вызывающим эти компоненты, составила 39,5 м/с, что соответствует скорости, вычисленной для волокон, ответственных за начальный взрыв образованный компонент ВПСН после разрушения ПЯ (⁷). Следовательно, у интактных животных возможна регистрация потенциалов, которые имеют одинаковые характеристики с аналогичными компонентами корковых ВПСН рубральных нейронов, отражающих феномен «спраутинга».

Институт физиологии им Л. А. Орбели
Академии наук Армении

Վ. Լ. ԳՈՐՈԴՆՈՎ, Հայաստանի ԳԱ ակադեմիկոս Վ. Բ. ՖԱՆԱՐԺՅԱՆ

Կեղևային ազդանշաններին տրվող կարմիր կորիզ-ողնուղեղային նեյրոնների արագ պատասխաններ

Ուր փորձի պայմաններում նեմբուլային անդգայացման տակ գտնվող կատուների մոտ ներքջային գրանցման մեթոդով ուսումնասիրվել են կարմիր կորիզ-ողնուղեղային նեյրոնների սինապտիկ պրոցեսները, որոնք ծագում են կարմիր կորիզում գլխուղեղի կեղևի զգայաշարժիչ շրջանի գրգռման ժամանակ:

Ցույց է տրվել արագ սինապտիկ պատասխանների ծագման հնարավորությունը կարմիր կորիզի նեյրոններում, որոնք բնորոշվում են այնպիսի չափանիշներով, ինչպիսիք ունի նեյրոնային լանցներում «սպրաուտինգ» ֆենոմենը արտացոլող կարճ գաղտնի շրջան ունեցող արագ պոտենցիալը:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ Y. Nambu, N. Mitsu, Brain Res., v. 35, № 2, p. 283—286 (1971).
- ² J. S. King, C. F. Martin, J. B. Conner, Brain Res., v. 38, № 2, p. 251—265 (1972).
- ³ J. S. King, R. M. Dom, J. B. Conner et al., Brain Res., v. 52, № 1, p. 61—78 (1973).
- ⁴ L. T. Brown, J. Comp. Neurol., v. 147, p. 149—168 (1974).
- ⁵ N. Tsukahara, K. Kosaka, Exp. Brain Res., v. 5, № 2, p. 102—107 (1968).
- ⁶ K. Toyama, N. Tsukahara, K. Kosaka et al., Exp. Brain Res., v. 11, № 2, p. 187—198 (1970).
- ⁷ N. Tsukahara, H. Hultborn, F. Murakami, Y. Fujito, J. Neurophysiol., v. 38, № 6, p. 1359—1372 (1975).
- ⁸ N. Tsukahara, Y. Fujito, Brain Res., v. 106, № 1, p. 184—185 (1976).
- ⁹ F. Murakami, N. Tsukahara, Y. Fujito, Exp. Brain Res., v. 30, № 2—3, p. 215—258 (1977).
- ¹⁰ B. B. Фанарджян, В. Л. Городнов, Нейрофизиология, т. 17, № 5, с. 607—613 (1985).
- ¹¹ V. V. Fanardjan, V. L. Gorodnov, Brain Res., v. 425, № 1, p. 65—72 (1987).
- ¹² V. V. Fanardjan, V. L. Gorodnov, Behaviour. Brain Res., v. 28, № 1, p. 131—137 (1988).