

УДК 612.813+611.831

ФИЗИОЛОГИЯ

С. А. Касабян

Электрофизиологические характеристики синаптической передачи через каудальное тройничное ядро

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР В. В. Фанарджяном 12/VI 1980)

Морфологическими исследованиями установлено, что аксоны нейронов каудального ядра спинального тракта тройничного нерва (каудальное тройничное ядро—КТЯ) оканчиваются в пределах ядра лицевого нерва (ЯЛН) (1–5). Показано также, что электрическая стимуляция КТЯ приводит к возникновению у мотонейронов ЯЛН моносинаптических возбуждательных реакций со сложным временным течением (6, 7). Такие ВПСР часто наблюдались у мотонейронов, генерирующих групповые потенциалы действия (ПД) в ответ на стимуляцию КТЯ (7). Имеются основания полагать, что одним из факторов, способствующих возникновению группового разряда мотонейронов ЯЛН, являются повторные разряды нейронов КТЯ, выявляющиеся при стимуляции коры головного мозга, пирамидного тракта и афферентных нервов лица (8–12). Приведенные данные свидетельствуют о важной роли КТЯ в осуществлении рефлексов лицевой мускулатуры. Однако отсутствуют прямые доказательства участия эфферентных нейронов КТЯ в проведении кортикофугальной и афферентной импульсации к ЯЛН, а также их роли в организации группового разряда мотонейронов ЯЛН. Этому вопросу посвящено настоящее исследование.

Опыты проведены на взрослых кошках весом от 2,5 до 3,5 кг под нембуталовым наркозом, обездвиженных дитилином. Экстра- и внутриклеточное отведение из области КТЯ осуществлялось с помощью стеклянных микроэлектродов, заполненных 2М раствором цитрата калия. У части нейронов регистрация производилась квазивнутриклеточно. Для антидромной идентификации эфферентных нейронов КТЯ биполярными металлическими электродами стимулировалось ЯЛН на стороне отведения. Прямое раздражение КТЯ производилось также на стороне отведения в непосредственной близости от отводящего электрода. Пирамидный тракт раздражался контралатерально на уровне ножек мозга. Для возбуждения афферентных волокон, иду-

щих в составе лицевого нерва, стимулировались его периферические ветви: заднеушная, дорсальная и вентральная. Местоположение отводящих и стимулирующих электродов верифицировалось на гистологических срезах мозга. Помимо этого, локализация стимулирующих электродов в ЯЛН контролировалась электрофизиологически, по наибольшей выраженности антидромного фокального потенциала, возникающего в ответ на стимуляцию ветвей лицевого нерва (13).

Из области КТЯ было зарегистрировано 73 нейрона, отвечающих антидромными ПД со скрытым периодом в среднем $0,3 \pm 0,08$ мс (от 0,2 до 0,6 мс; $n=73$, рис. 1, Д), амплитуда которых достигала 50,0 мв. Критериями антидромной активации служили: 1) короткий и фиксированный скрытый период при строгой пороговой и надпороговой ин-

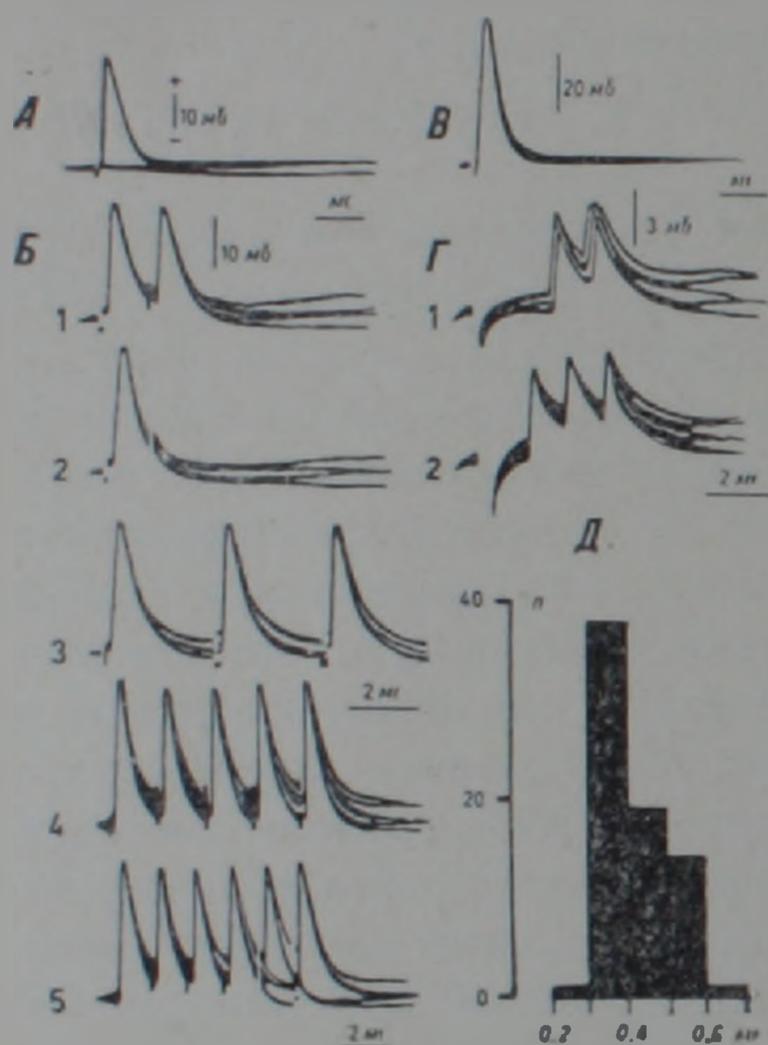


Рис. 1. Антидромная идентификация и ответы нейронов каудального тройничного ядра при стимуляции ядра лицевого нерва и каудального тройничного ядра. А—антидромный потенциал действия (ПД) при строгой пороговой интенсивности стимуляции; Б—другой нейрон: 1, 2—парное раздражение ядра лицевого нерва с разными межстимульными интервалами; 3—5—антидромные ПД при частоте стимуляции 320 в сек (3), 500 в сек (4) и 670 в сек (5); В, Г—ответы двух идентифицированных нейронов на прямое раздражение каудального тройничного ядра; Г—увеличение интенсивности стимуляции; Д—гистограмма распределения скрытых периодов антидромных ПД: по оси абсцисс время, мс; по оси ординат количество нейронов, n

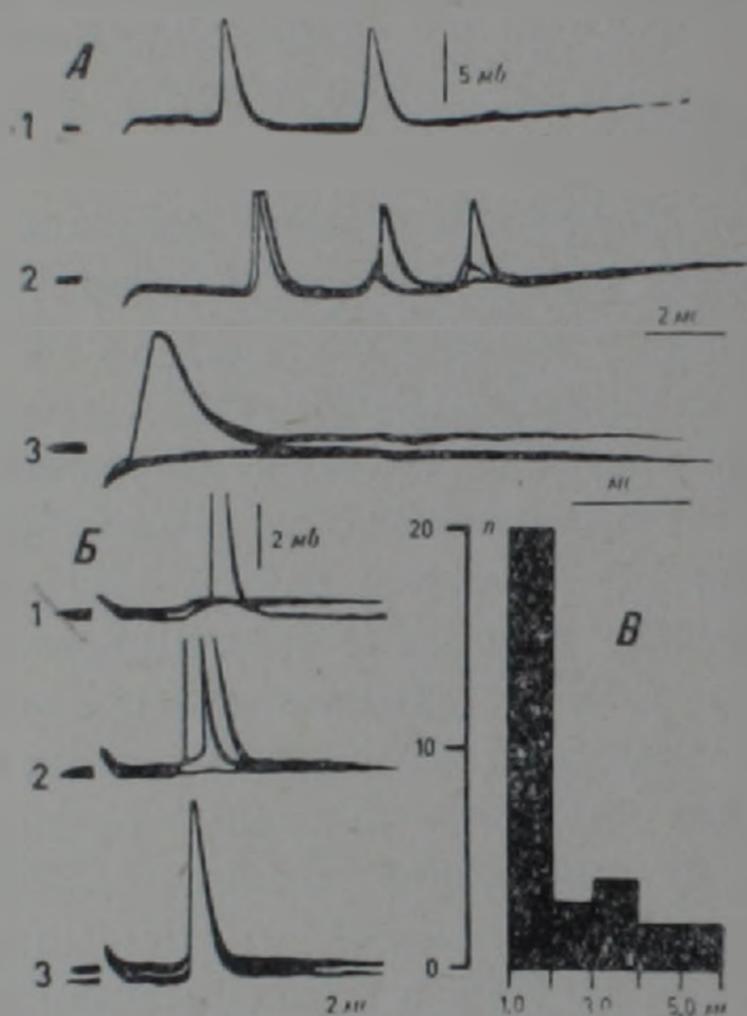


Рис. 2. Ответы эфферентных нейронов каудального тройничного ядра на стимуляцию пирамидного тракта. А—групповые потенциалы действия (ПД) при стимуляции пирамидного тракта: 1, 2—увеличение интенсивности стимуляции; 3—антидромная идентификация нейрона; Б—ВПСП и одиночные ПД другого нейрона: 1—3—увеличение интенсивности стимуляции; В—гистограмма распределения скрытых периодов ортодромных ПД, вызванных стимуляцией пирамидного тракта; по оси абсцисс время, мс; по оси ординат количество нейронов, n

тенсивности стимуляции; 2) возникновение ПД по принципу «все или ничего» (рис. 1, А); 3) малая длительность рефрактерного периода (рис. 1, Б_{1, 2}); 4) способность к воспроизведению ритма стимуляции вплоть до 900 имп/сек (рис. 1, Б₃₋₅).

Прямое раздражение КТЯ у большинства антидромно идентифицированных нейронов приводило к возникновению ПД без заметного скрытого периода (рис. 1, В). В ряде случаев ПД возникали с большим скрытым периодом (до 5,6 мс). Как правило, увеличение интенсивности раздражения уменьшало величину скрытого периода и вызывало появление повторных ПД (рис. 1, Г_{1, 2}). Частота импульсации в таком разряде достигала 1000 имп/сек.

Повторные разряды эфферентных нейронов КТЯ регистрировались и при стимуляции пирамидного тракта со скрытым периодом от 1,2 до 4,7 мс (в среднем $2,1 \pm 0,9$ мс; $n=30$, рис. 2, А_{1, 2}, Б, В). Тетаническое раздражение пирамидного тракта в пределах 100 имп/сек выявило высокую ответоспособность исследованных нейронов. Учитывая время проведения импульса от области стимуляции до КТЯ (равное 0,4—1,7 мс)*, а также возникновение ВПСР в нейронах КТЯ со скрытым периодом от 1,1 до 2,9 мс, можно предположить, что зарегистрированные ПД со скрытым периодом от 1,2 до 2,0 мс являются результатом моносинаптической активации эфферентных нейронов КТЯ.

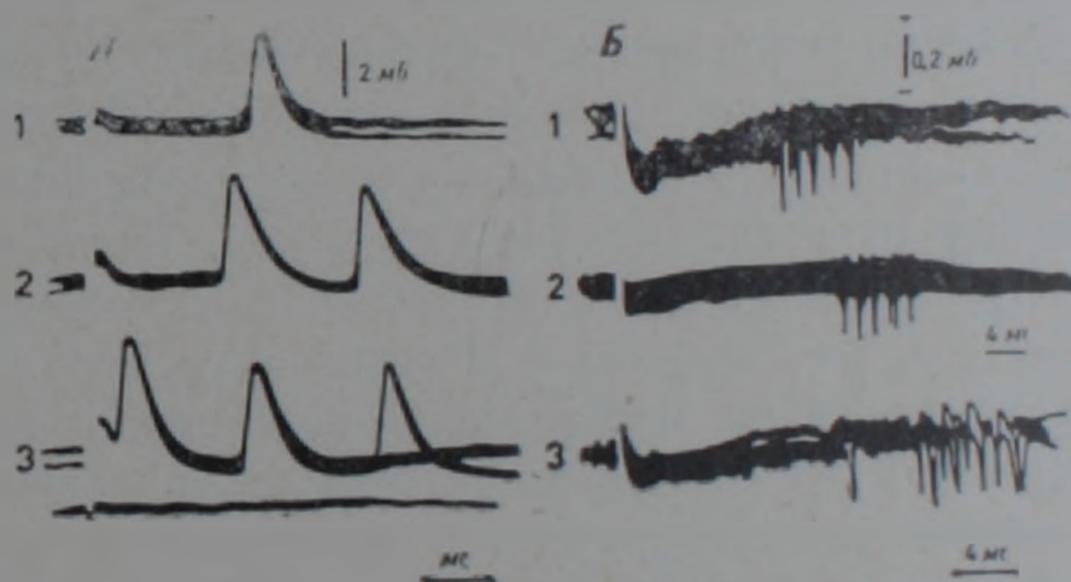


Рис. 3. Повторные разряды эфферентных нейронов каудального тройничного ядра при стимуляции ядра лицевого нерва и периферических ветвей лицевого нерва. А—стимуляция ядра лицевого нерва: 1—3—увеличение интенсивности стимуляции. Первый ПД на 3—антидромный, нижняя запись—внеклеточный потенциал после выхода микроэлектрода из клетки; Б—стимуляция периферических ветвей лицевого нерва, другой нейрон, внеклеточная регистрация: 1—стимуляция дорсальной ветви; 2—стимуляция заднеушной ветви; 3—стимуляция вентральной ветви

* Указанное время высчитано с учетом средних скоростей проведения возбуждения по аксонам «медленных» и «быстрых» нейронов пирамидного тракта (соответственно 14 и 60 м/сек) (14) и расстояния между областью раздражения (ножки мозга) и местом регистрации ПД, равного 24 мм.

Высокочастотная импульсация в эфферентных нейронах КТЯ выявлялась при активации их аксонов благодаря возвратному коллатеральному возбуждению (рис. 3, А), а также при стимуляции периферических ветвей лицевого нерва (рис. 3, Б).

Полученные данные представляют прямое доказательство участия эфферентных нейронов КТЯ в проведении афферентной импульсации к мотонейронам ЯЛН. Скрытые периоды антидромных ответов эфферентных нейронов КТЯ (0,2—0,6 мс) совпадают с временем выявления пресинаптического фокального потенциала в ЯЛН на раздражение КТЯ (0,32—0,63 мс) и при времени одной синаптической задержки, равном 0,5 мс, укладываются в скрытые периоды моносинаптических ВПСП мотонейронов ЯЛН (0,5—1,0 мс), возникающих на стимуляцию КТЯ (⁶⁻⁷).

В проведенных экспериментах наряду с прямыми ответами нейронов КТЯ при его стимуляции наблюдалась и транссинаптическая их активация со значительным скрытым периодом. Это свидетельствует о том, что поступление афферентного импульса в определенную часть ядра сопровождается задержанной возбуждательной реакцией нейрональных элементов другого отдела КТЯ. Так как указанные реакции регистрировались у эфферентных клеток, вероятно, что к нейронам КТЯ проводится импульсация со значительной временной дисперсией. Групповые ПД, также наблюдаемые при прямом раздражении, значительно осложняют структуру импульсного разряда, проводящегося по аксонам эфферентных нейронов КТЯ. Определяя состояние синаптической мембраны мотонейронов ЯЛН, такой разряд, по видимому, обуславливает разнообразие типов возбуждательных реакций двигательных нейронов мимических мышц. Показано, что при стимуляции КТЯ возникновение одиночных ПД у мотонейронов ЯЛН более характерно для их моносинаптической активации. Градуальные деполяризационные сдвиги мембранного потенциала с групповыми ПД выявляются с более длительным скрытым периодом и при увеличении интенсивности стимуляции (⁷). Возможно, что высокочастотная импульсация в пресинаптическом волокне создает условия для эффективной суммации индивидуальных ВПСП, создаваемых каждым ПД в разряде, что приводит к созданию на соме мотонейронов ЯЛН длительной деполяризации значительной амплитуды (¹⁵).

Как было показано выше, стимуляция пирамидного тракта может привести к моносинаптической активации эфферентных нейронов КТЯ. Если учесть, что моносинаптические ПД в них выявлялись со скрытым периодом от 1,2 до 2,0 мс, скрытый период их антидромной активации колебался от 0,2 до 0,6 мс, время одной синаптической задержки—0,5 мс, то дисинаптические ВПСП в мотонейронах ЯЛН при стимуляции пирамидного тракта должны выявляться с латенцией от 1,9 до 3,1 мс. Эти величины соответствуют скрытым периодам ВПСП, зарегистрированных в мотонейронах ЯЛН на раздражение пирамидного тракта в области ножек мозга: 1,7—3,7 мс (¹⁰). Участие эффе-

рентных нейронов КТЯ в проведении кортикофугальной и периферической импульсации, вероятно, ответственно и за ступенчатые изменения амплитуды ВПСР, наблюдаемые у мотонейронов ЯЛН при стимуляции пирамидного тракта и афферентных нервов лица (^{10 11}).

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

Ս. Ա. ՂԱՍԱՔՅԱՆ

Պոչավոր եռարմատ կորիզով սինապտիկ հաղորդման
էլեկտրաֆիզիոլոգիական բնութագրերը.

Սուր փորձի պայմաններում ներբջջային միկրոէլեկտրոդային զարույացման միջոցով կատարվել է կատվի դիմային ներվի կորիզի վրա պրոյեկտվող պոչավոր եռարմատ կորիզի նեյրոնների հակընթաց իզենտիֆիկացիան:

Ցույց է տրվել, որ նրանց աքսոնների, պիրամիդային համակարգի, դիմային ներվի պերիֆերիկ ճյուղերի և պոչավոր եռարմատ կորիզի գրանցվող շրջաններին հարակից կետերի գրգռման ժամանակ այդ նեյրոններում նկատվում են կրկնակի գործողության պոտենցիալներ. ներկայացվել են ուղղակի ապացույցներ դիմային ներվի կորիզի շարժիչ նեյրոններին գնացող պիրամիդային իմպուլսացիայի երկսինապտիկ հաղորդման և նրանց սոմատիկ թաղանթների վրա խմբային գործողության պոտենցիալներով դեպոլյարիզացիոն շեղումների ստեղծման գործում գրանցվող նեյրոնների մասնակցության վերաբերյալ:

ЛИТЕРАТУРА—ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ M. B. Carpenter, G. R. Hanna, J. Comp. Neurol., vol. 117, 117 (1961). ² J. D. Dunn, H. A. Matzke, J. Comp. Neurol., vol. 133, 429 (1968). ³ R. S. Erzurumlu, H. P. Killackey, J. Comp. Neurol., vol. 188, 75 (1979). ⁴ W. A. Stewart, R. B. King, J. Comp. Neurol., vol. 123, 271 (1963). ⁵ R. K. Tiwari, R. B. King, J. Comp. Neurol., vol. 158, 191 (1974). ⁶ C. Christensen, N. Iwata, S. T. Kitai, Anat. Rec., vol. 172, 289 (1972). ⁷ В. В. Фанарджян, С. А. Касабян, Л. Р. Манвелян, Нейрофизиология, т. 12, № 3, (1980). ⁸ I. Darian-Smith. In: International review of Neurobiology. Ed. by C. C. Pfeiffer and J. R. Smithies. Academic Press, New-York and London, vol. 29, 301 (1966). ⁹ N. Iwata, S. T. Kitai, S. Olson, Brain Res., vol. 43, 662 (1972). ¹⁰ T. Tanaka, Brain Res., vol. 103, 389 (1976). ¹¹ T. Tanaka, Brain Res., vol. 123, 378 (1977). ¹² T. Tanaka, H. Yu, S. T. Kitai, Brain Res., vol. 33, 504 (1971). ¹³ А. И. Пулявский, Ю. П. Луманский, Е. В. Гура, Нейрофизиология, т. 4, № 3 (1972). ¹⁴ K. Takahashi, K. Kubota, M. Uno, J. Neurophysiol., vol. 30, 22 (1967). ¹⁵ W. H. Calvin, Brain Res. vol. 84, 1 (1975).

