

УДК 612.826.8:612.822.612.825:612.827

Академик АН Армении В. В. Фанарджян, О. П. Косоян, А. О. Бантикян

Электрофизиологический анализ особенностей мосто-корковых нейронов

(Представлено 23/ХІ 1990)

Согласно существующим представлениям собственные ядра моста (СЯМ) и ретикулярное ядро покрышки моста (РЯПМ) характеризуются мощными связями с корой мозжечка (1, 2) и его центральными ядрами (3, 4). В морфологических (5, 6) и электрофизиологических исследованиях (7, 8) показаны входы из сенсомоторной коры в СЯМ и РЯПМ. Доказан соматотопический характер кортикофугального входа (6). Морфологически показана проекция в новую кору из РЯПМ (9). Настоящее исследование посвящено электрофизиологическому доказательству и анализу прямых проекций ядер моста в кору мозга.

Работа проведена в острых опытах на 76 кошках, массой 2,5—4,0 кг, наркотизированных нембуталом (35—40 мг/кг, внутривенно). Животное обездвигивали дитилином (1%-ный раствор 1 мг/кг, внутримышечно) и переводили на искусственное дыхание. Для анализа вне- и внутриклеточных потенциалов нейронов СЯМ и РЯПМ использовали вентральный подход (7). Раздражающие электроды в структуры мозжечка, сенсомоторную область коры мозга и пирамидный тракт вводили при обнажении дорзальной поверхности указанных частей мозга. Введение электродов производили согласно стереотаксическим координатам (10). Раздражали контралатеральные средние и верхние ножки мозжечка и его центральные ядра. Сенсомоторная область коры мозга и пирамидный тракт стимулировали ипсилатерально. Стимуляцию осуществляли через вольфрамовые биполярные электроды с межэлектродным расстоянием 1,0—1,5 мм. При раздражении применяли прямоугольные толчки тока длительностью 0,05—0,10 мс, напряжением 0,3—10 В, силой 0,08—0,12 мА. Отведение внутриклеточной активности отдельных нейронов предмозжечковых ядер моста (СЯМ и РЯПМ) осуществляли с помощью заточенных на специальном диске микроэлектродов с сопротивлением кончика 15—30 мОм, заполненных 3 М раствором хлористого калия или 2 М раствором цитрата калия.

Для регистрации внеклеточных потенциалов использовали более низкоомные электроды с сопротивлением 5 мОм. Во всех экспериментах потенциалы нейронов предмозжечковых ядер моста усиливали с помощью усилителя постоянного тока. После каждого эксперимента определяли области раздражения и отведения с помощью электролитических меток исследуемых образований.

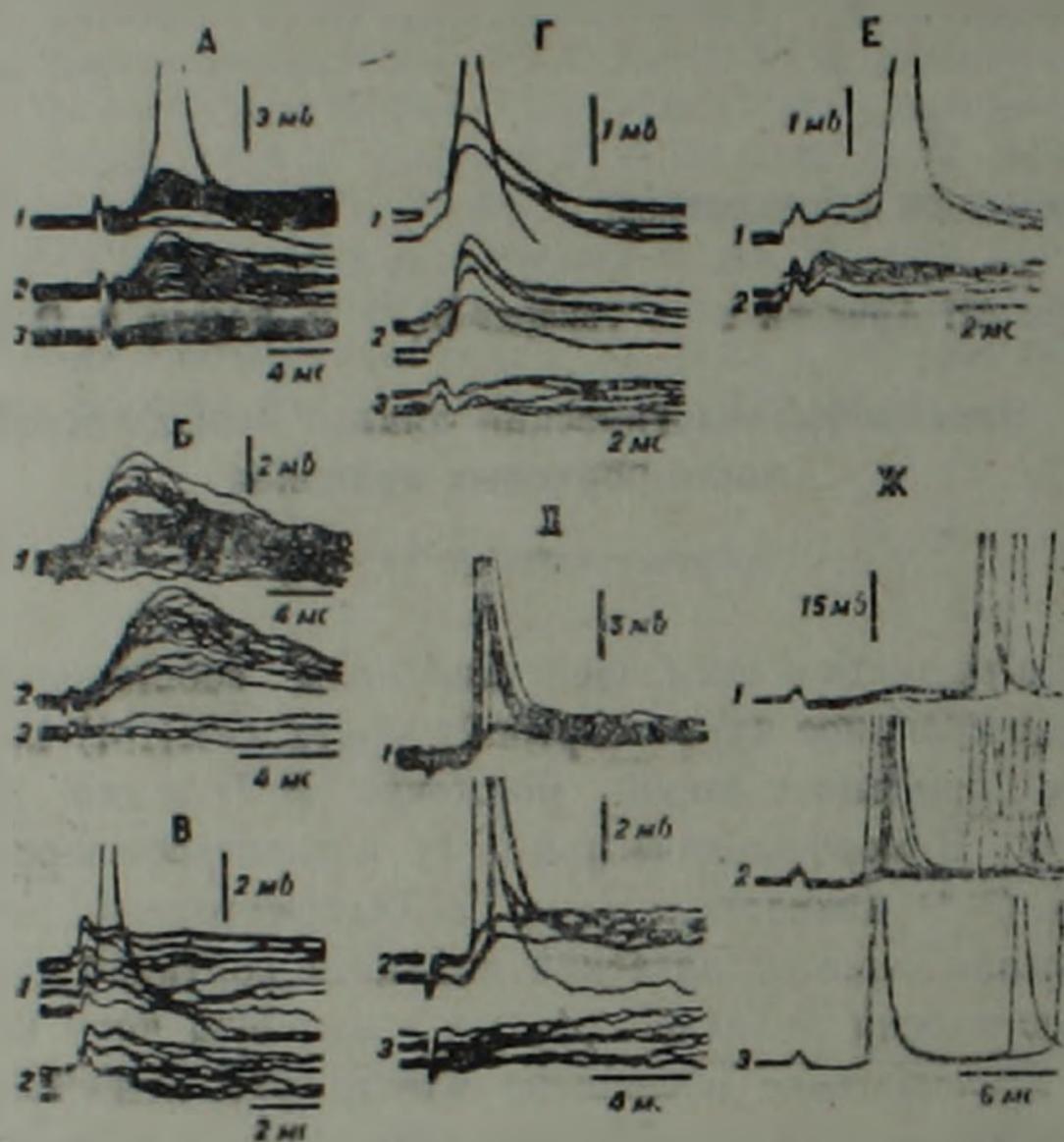


Рис. 1. Особенности синаптической активации нейронов предмозжечковых ядер моста на раздражение пирамидного тракта. Ортодромные ответы двух нейронов ретикулярного ядра покрышки моста (А, Б) и пяти нейронов собственных ядер моста (В—Ж) на раздражение пирамидного тракта. На А, 1, 2; Б, 1, 2; В, 1; Г, 1, 2; Д, 1 показаны моносинаптические ВПСП, на основе которых генерируются ортодромные спайки. Во всех записях, кроме Е, использовано градуальное изменение интенсивности раздражения. На А, 3; Б, 3; В, 2; Г, 3; Д, 3; Е, 2 нижние кривые—внеклеточные записи после вызова микроэлектродом из нейронов. Здесь и на последующих рисунках потенциалы зарегистрированы при наложении 5—40 пробегов луча с частотой 1—5/с. Использовался во всех записях усилитель постоянного тока

На раздражение пирамидного тракта в СЯМ и РЯПМ регистрировались ВПСП с скрытым периодом 0,4—1,6 мс (рис. 1). Потенциалы с короткой латенцией (0,4—1,3 мс) имели моносинаптическое происхождение (11).

Наряду с ортодромными потенциалами действия (ПД), у 15,8% нейронов РЯПМ и СЯМ на раздражение сенсорной области коры мозга и пирамидного тракта возникали антидромные ПД (рис. 2). В отличие от синаптических потенциалов антидромные ответы были более высокочастотными, они выявлялись по типу «все или ничего».

при парном раздражении ПД имели короткую рефрактерность и могли быть воспроизведены при высокой частоте раздражения до 450/с. Антидромные ПД в обоих предмозжечковых ядрах моста подразделялись на потенциалы, регистрируемые из сомы и аксонов нейронов (рис. 3). В СЯМ и РЯПМ были обнаружены дивергентные нейроны (9,6%), реагирующие антидромным возбуждением на раздражение пирамидного тракта и мозжечка.

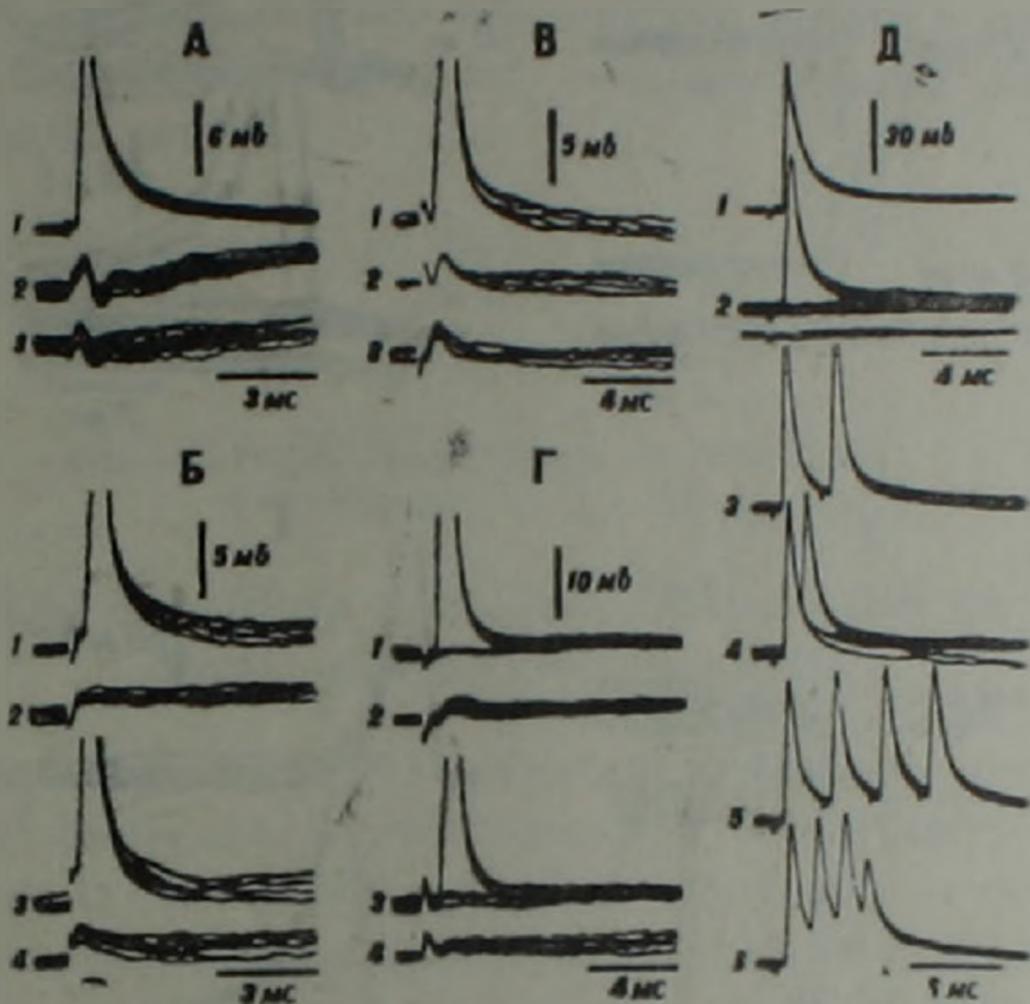


Рис. 2. Антидромное возбуждение нейронов предмозжечковых ядер моста на раздражение пирамидного тракта А, 1; Б, 1 и В, 1; Г, 1,3; Д, 1—6—внутриклеточные антидромные ответы двух нейронов собственных ядер моста (А, Б) и трех нейронов ретикулярного ядра покрышки моста (В, Г, Д). На А, 1; Б, 1; В, 1 и Д, 1 одиночное надпороговое раздражение пирамидного тракта. На Г, 1, 3 и Д, 2—одиночное строго пороговое раздражение пирамидного тракта. На Г, 1 и 3 разные полярности раздражения. На Д, 3—6—раздражение пирамидного тракта парой стимулов с различными интервалами (3, 4) и с различными частотами 330 Гц (5) и 450 Гц (6). Записи на А, 2, 3; Б, 2, 4; В, 2, 3; Г, 2, 4; Д, 2—внеклеточные антидромные потенциалы после вывода микроэлектрода из клетки. На А, 2, 3, Б, 2, 4; В, 2, 3 и Г, 2—4—разные полярности раздражения.

Особый интерес представляют мосто-корковые нейроны (10,2%), отвечающие моно- или олигосинаптическим возбуждением на раздражение структур мозжечка—его верхней ножки и центральных ядер. 10,8% исследованных мосто-корковых нейронов отвечали моно- или олигосинаптически на корковое раздражение. 4,8% мосто-корковых нейронов, антидромно активируемых на корковую стимуляцию, обнаруживали синаптическое возбуждение на корковые и мозжечковые входы (рис. 3).

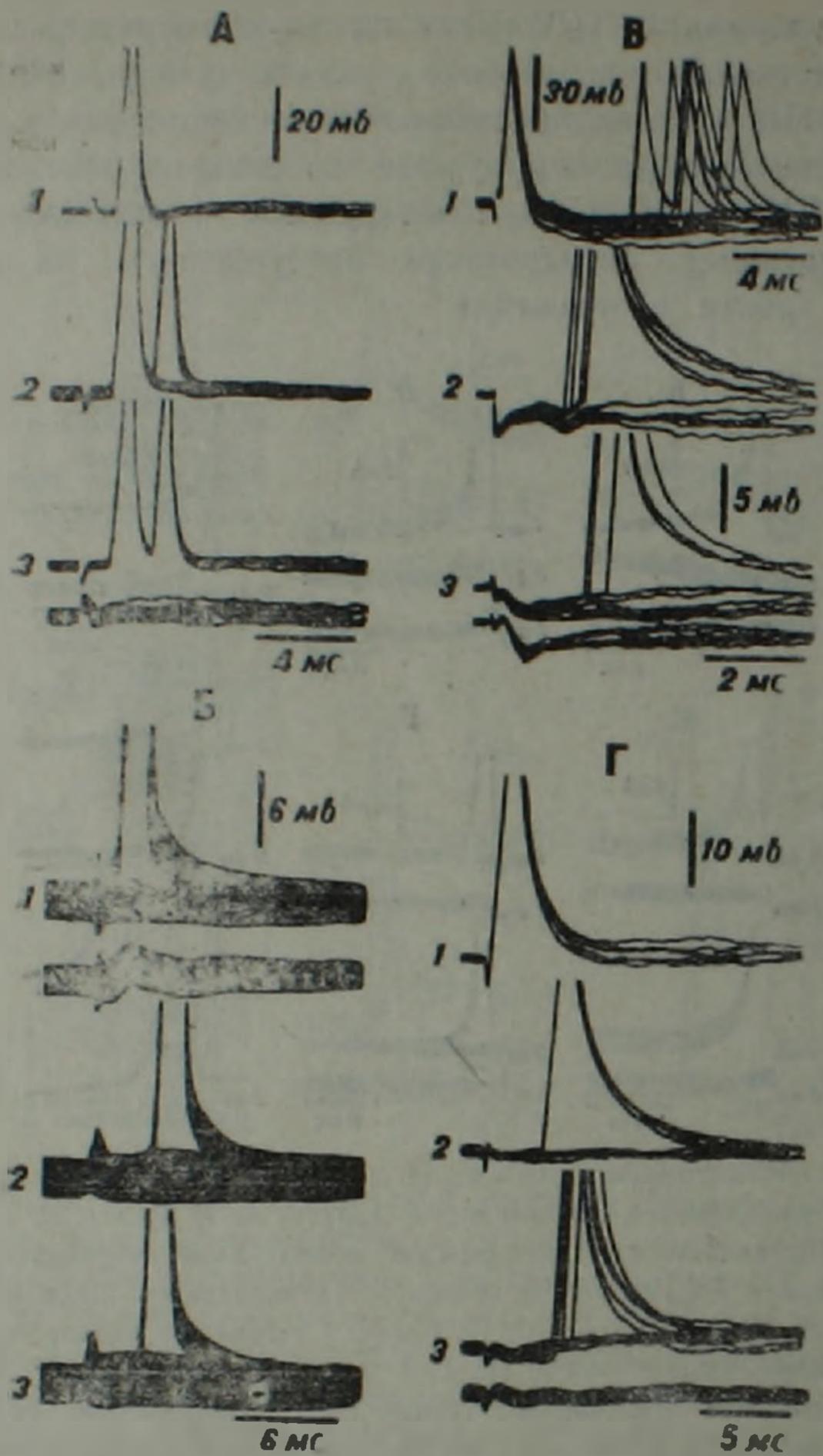


Рис. 3. Особенности возбуждения нейронов предмозжечковых ядер моста на раздражение пирамидного тракта и структур мозжечка А, Б, 1; В, 1; Г, 1—антидромные ответы у двух нейронов ретикулярного ядра покрышки моста (А, Б) и двух нейронов собственных ядер моста (В, Г) на раздражение пирамидного тракта. На А, 1—3—градуальное уменьшение сверху вниз интенсивности раздражения и на А, 2, 3—сочетанное выявление анти- и ортодромного потенциалов действия. На Б, 2, 3; В, 2, 3; Г, 2, 3—ортодромное возбуждение мосто-корковых нейронов ретикулярного ядра покрышки моста (Б) и собственных ядер моста (В, Г) на раздражение верхней ножки мозжечка (Б, 3; В, 2; Г, 2) и центральных ядер мозжечка: фасцигиального (Б, 2), латерального (В, 3) и промежуточного (Г, 3). На В, 1—антидромное возбуждение нейрона собственных ядер моста сопровождается повторным полисинаптическим возбуждением на раздражение пирамидного тракта. На А, 3; Б, 1; В, 3; Г, 4 (нижние кривые)—внеклеточные потенциалы на раздражение пирамидного тракта (А, 3; Б, 2), латерального (В, 3) и промежуточного (Г, 3) ядер мозжечка после вывода микроэлектрода из клетки

Таким образом, вышеприведенные данные говорят о наличии мосто-корковых нейронов, передающих восходящую информацию в сенсомоторную область коры мозга через ножки мозга. Представляют интерес мосто-кортикальные нейроны, аксоны которых, разветвляясь, направляются и к центральным ядрам мозжечка. Очевидно, подобные нейроны имеют важное значение в обеспечении кортико-мосто-мозжечковой интеграции. Возможность англдромного и моносинаптического ортодромного возбуждения некоторых нейронов обоих предмозжечковых ядер моста на раздражение пирамидного тракта и сенсомоторной области коры мозга свидетельствует о существовании кортико-мостовых двусторонних связей.

Институт физиологии им. Л. А. Урбели
Академии наук Армении

Հայաստանի ԳԱ ակադեմիայի Վ. Բ. ՆԱՆԱՐՋՅԱՆ,
Հ. Գ. ՔՈՍՈՅԱՆ, Ա. Հ. ԲԱՆՏԻԿՅԱՆ

Կամրջային նեյրոնների սուանձնանիատկությունների էլեկտրա- ֆիզիոլոգիական վերլուծությունը

Ներքոջային և արտարջային գրանցման մեթոդներով կատունների մոտ ապացուցվել է կամրջակեղևային նեյրոնների գոյության փաստը, որոնք միջնորդավորում են շտապ վերընթաց լրատվության հաղորդումը կեղևի զգայաշարժիչ մարդ: Հայտնաբերվել են կամրջա-կեղևային նեյրոններ, որոնց աքսոնները ճյուղավորվելով ուղղվում են դեպի ուղեղիկի կենտրոնական կորիզները: Նախատեղեղիկային գոյացությունների՝ կամրջի ծածկի ցանցաձև կորիզի և կամրջի սեփական կորիզների բջիջների հակընթաց և ուղղընթաց դրդումը բրգային ուղին և ուղեղի զգայաշարժիչ մարդը գրգռելիս վկայում են կեղևա-կամրջային երկկողմ կապերի գոյության մասին:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ G. H. Hoddevik. Anat. Embryol., v. 153, № 2, p. 227—242 (1978). ² G. J. Allen, N. Tsukahara, Physiol. Rev., v. 54, № 4, p. 957—1006 (1974). ³ N. M. Gerrits, A. H. Epema, J. Voogd, Neuros., v. 17, p. 627—644 (1984). ⁴ A. Brodal, A. M. Lacerda, J. Destombes e. a., Exp. Brain Res., v. 16, № 2, p. 149—160 (1972). ⁵ P. Brodal, Exp. Brain Res., v. 5, № 3, p. 210—234 (1968). ⁶ A. Brodal, P. Brodal, Exp. Brain Res., v. 13, № 1, p. 90—110 (1972). ⁷ S. T. Kitai, J. D. Kocsis, T. Kiyohara, Exp. Brain Res., v. 21, № 3, p. 295—309 (1976). ⁸ G. J. Allen, H. Korn, T. Oshima e. a., Exp. Brain Res., v. 24, № 1, p. 15—36 (1975). ⁹ M. Bentivoglio, G. Macchi, C. Rossini e. a., Exp. Brain Res., v. 31, № 4, p. 489—498 (1978). ¹⁰ N. Berman. The Brain Stem of the Cat. Medison, Milwaukee, 1968. ¹¹ В. В. Фанарджян, А. О. Бантикян, О. П. Косоян, Журн. эволюц. биохимии и физиологии, т. 24, № 3, с. 335—343 (1988)