



Биолог. журн. Армении, 2 (68), 2016

О ВЗАИМОДЕЙСТВИИ КОРЫ МОЗЖЕЧКА И МЕДИАЛЬНОЙ РЕТИКУЛЯРНОЙ ФОРМАЦИИ

А.В. МАРГАРЯН

*Институт физиологии им. Л. А. Орбели НАН РА
anna_margaryan_1992@mail.ru*

В экспериментах на препарате перфузируемого мозга лягушки исследовались внутриклеточные потенциалы нейронов медиальной ретикулярной формации (МРФ) в ответ на раздражение ипсилатеральной аурикулярной области коры мозжечка. Выявлено, что раздражение клеток Пуркинье вызывало моно- и полисинаптические тормозные потенциалы в нейронах МРФ.

Медиальная ретикулярная формация – аурикулярная область мозжечка

Գորտի պերֆուզացվող ուղեղի պատրաստուկի վրա կատարված փորձերում ուսումնասիրվել են միջակա ցանցածն գոյացության (ՄՏԳ) նեյրոնների ներքջային պոստենցիալները՝ ի պատասխան ուղեղիկի համակողմանի լսողական շրջանի գրգռման: Հայտնաբերված է, որ Պուրկինյեյի բջիջների դրդումն առաջացնում է մոնո- և պոլիսինապտիկ արգելակիչ պոստենցիալներ ՄՏԳ նեյրոններում:

Միջակա ցանցածն գոյացություն – ուղեղիկի լսողական շրջան

In experiments on the perfused frog brainstem the intracellular potentials of neurons of the medial reticular formation (MRF) in response to stimulation of ipsilateral auricular lobe of the cerebellar cortex were studied. It was revealed that stimulation of Purkinje cells evoked mono- and polysynaptic inhibitory potentials in the MRF neurons.

Medial reticular formation – auricular lobe of cerebellum

Ретикулоспинальная система играет важную роль в медиации вестибулярных рефлексов спинного мозга у миног [10], что важно для ориентации тела при передвижении. Ряд данных указывает, что медиальная ретикулярная формация (МРФ) варолиева моста и медуллы получает входы из вестибулярной системы. Анатомо-морфологическими исследованиями обнаружено наличие волокон, начинающихся в вестибулярном ядре и оканчивающихся в понтинной и медуллярной ретикулярной формации (РФ) [6]. Выявлено, что естественная стимуляция вестибулярных рецепторов способна изменить разряд медиальных ретикулярных нейронов [4, 13], а электрическая стимуляция вестибулярного нерва продуцирует вызванные потенциалы в понтомедуллярной РФ [5, 11, 12].

В ранее проведенных исследованиях [2] нами было изучено влияние аурикулярной области мозжечка на нейроны бульбарного вестибулярного ядерного комплекса (ВЯК). Импульсы, поступающие из вестибулярных ядер на спинальные мотонейроны, опосредуются также и через ретикулоспинальные нейроны [8, 9], а рети-

кулоспиальный тракт представляет собой наиболее древнюю цереброспинальную систему [3]. Исходя из вышеизложенного, важно изучить функциональные взаимоотношения в системе аурикулярной области мозжечка – МРФ. Если у млекопитающих были обнаружены тормозные мозжечковые влияния на нейроны РФ, то у низших позвоночных (амфибии) такие исследования отсутствуют.

В настоящей работе проведено электрофизиологическое изучение потенциалов нейронов МРФ, вызванных в ответ на раздражение аурикулярной области коры мозжечка лягушки.

Материал и методика. Эксперименты были проведены на 93 озерных лягушках (*Rana ridibunda*) по описанной нами ранее методике изолированного перфузируемого мозга [1], которых глубоко наркотизировали раствором MS – 222 (2 мг/кг). Вскрывалась грудная клетка и обнажалось сердце. Через его желудочек в дугу аорты вводилась канюля с целью перфузии раствором Рингера для холоднокровных, насыщенным карбогеном (98 % O₂ и 2 % CO₂). С дорсальной стороны вскрывался череп и обнажалась область МРФ. Электрическое раздражение передней ветви вестибулярного нерва осуществлялось посредством всасывающего электрода одиночными ударами постоянного тока (0.1–0.2 мс, 0.05–0.4 мА). Краниотомией обнажалась также дорсальная поверхность латеральной части аурикулярной области мозжечка, к которой осторожно прикладывались биполярные серебряные шариковые электроды. Для электрического раздражения указанной области применялись те же параметры тока, что и в отношении вестибулярного нерва. С целью внутриклеточного отведения потенциалов нейронов МРФ использовались сточенные стеклянные микроэлектроды, заполненные раствором 2 М лимоннокислого калия с сопротивлением 10–20 мΩ. Был выполнен компьютерный анализ данных, которые по пробегу луча осциллографа были сохранены в соответствующей базе данных компьютера для последующей их обработки посредством аналого-цифровой конвертации. Приведены среднеарифметические стандартные отклонения показателей.

Результаты и обсуждение. Зарегистрированные нейроны МРФ были идентифицированы на основании возбуждающих постсинаптических потенциалов (ВПСП) (рис. 1 А, а1, б1; Б, а1, б1) в ответ на раздражение ипсилатерального (по отношению к МРФ) вестибулярного нерва и на стимуляцию латеральной части аурикулярной зоны коры мозжечка. Раздражение коры мозжечка в 175 ретикулярных нейронах вызывало тормозные постсинаптические потенциалы (ТПСП) (рис. 1 А, а2, б2; Б, а2, б2). На основании скрытых периодов зарегистрированных нейронов МРФ ТПСП были разделены на две группы: моно- и полисинаптические (рис. 1, 2).

В 56 нейронах электрическое раздражение передней ветви вестибулярного нерва вызывало химически передаваемые ТПСП, возникающие с латенцией 1.65–3.0 мс (в ср. 2.56 ± 0.33 мс; n=56), (рис. 1 А, а1, б1). Время восхождения гиперполяризации до максимума равнялось в среднем 3.72 ± 0.93 мс (2.1 – 6.15 мс; n=52). Амплитуда зарегистрированных ТПСП была в пределах 0.57 – 3.3 мВ (в ср. 1.58 ± 0.58 мВ; n=52). Общая длительность колебалась в пределах 7.46 – 22.5 мс (в ср. 11.6 ± 3.16 ; n=55), (рис. 1 А, а2, б2; рис. 2). При изменении интенсивности стимуляции не наблюдалось значительных изменений в вышеотмеченных временных и амплитудных показателях, что дало основание причислить зарегистрированные ТПСП к моносинаптическим. Морфологическими и электрофизиологическими исследованиями, проведенными на млекопитающих, выявлена прямая связь мозжечка с нейронами МРФ [9], в то время как в доступной нам литературе отсутствуют данные об исследованиях, проведенных на амфибиях. Результаты наших исследований дают возможность предположить, что зарегистрированные ТПСП нейронов МРФ генерировались моносинаптически, предположительно прямой активацией аксонов клеток Пуркиньи по аналогии с млекопитающими.

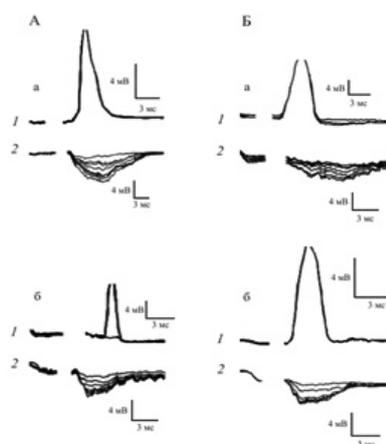


Рис. 1. Постсинаптические потенциалы четырех нейронов медиальной ретикулярной формации в ответ на раздражение ипсилатеральной аурикулярной области коры мозжечка.
 А, а2, б2- моносинаптические,
 Б, а2, б2- полисинаптические ТПСП при различной интенсивности стимуляции ипсилатеральной аурикулярной области коры мозжечка.
 А, а1, б1; Б, а1, б1- ВПСП тех же нейронов медиальной ретикулярной формации на раздражение передней ветви вестибулярного нерва с целью их идентификации.

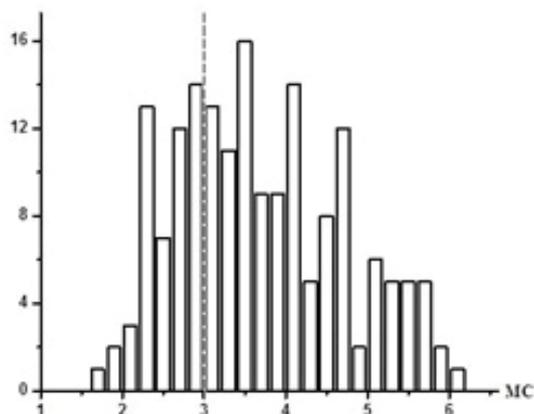


Рис. 2. Гистограмма распределения моно- и полисинаптических ТПСП нейронов медиальной ретикулярной формации в ответ на раздражение ипсилатеральной аурикулярной области коры мозжечка.

Прерывистая линия разделяет моно- и полисинаптические ответы.

По оси абсцисс – время (мс); по оси ординат – количество исследованных нейронов (n).

В ответ на раздражение аурикулярной области коры мозжечка в 119 нейронах МРФ были зарегистрированы ТПСП с более длительным и нестабильным скрытым периодом (рис. 1 Б, а2, б2; рис.2). При увеличении интенсивности стимуляции имело место укорочение скрытых периодов и времени нарастания ТПСП. Их скрытый период колебался в пределах 3.04-6.0 мс (в ср. 4.2 ± 0.8 мс; $n=119$). Время нарастания амплитуды до максимума составляло 2.22-8.0 мс (в ср. 5.16 ± 1.24 мс; $n=87$).

Амплитуда исследуемых нейронов находилась в пределах 0.63- 3.5 мВ (в ср. 1.8 ± 0.62 мВ; $n=92$). Общая длительность отмеченных ТПСП была в пределах 8.18-27.8 мс (в ср. 15.5 ± 4.6 мс; $n=112$) (рис. 1 Б, а1, б1; рис. 2). Описанные временные характеристики зарегистрированных ТПСП указывают на их ди- и полисинаптическую природу происхождения.

Можно сделать предположение, что вышеописанные полисинаптические ТПСП имели место не прямой, а косвенной активацией клеток Пуркинье через параллельные волокна, схожими с таковыми, зарегистрированными в ВЯК при раздражении аурикулярной области коры мозжечка. Скрытые периоды зарегистрированных ТПСП зависят не только от интенсивности стимуляции, но и от относительной локализации стимулирующего электрода. В пользу последнего говорит и то, что при незначительном перемещении раздражающего электрода некоторые вестибулярные нейроны, причисленные к моносинаптическим, отвечали полисинаптически. Частота зарегистрированных ТПСП снижалась при перемещении раздражающего электрода ближе к средней линии мозжечка [7]. Можно полагать, что вышеописанный механизм мозжечково-вестибулярных влияний действует и в отношении мозжечково- ретикулярных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Манвелян Л.Р., Насоян А.М., Терзян Д.О. О влиянии мозжечка на электрическую активность нейронов вестибулярного ядерного комплекса лягушки. Докл. Академии наук, 111, 3. сс. 300-307, 2011.
2. Манвелян Л. Р., Насоян А. М., Терзян Д. О. О некоторых особенностях влияния коры мозжечка на деятельность вестибулярного ядерного комплекса лягушки. В сб.: Физиологические механизмы регуляции деятельности организма. Межд. юбил. конф., посвящ. 130-летию акад. Л. А. Орбели, изд. "Гитутюн", Ереван, сс. 189-194, 2012.
3. Шаповалов А.И. Нейроны и синапсы супраспинальных моторных систем. Изд. "Наука", Л., 1975.
4. Duensing F., Schaefer K. P. Die Aktivität einzelner Neurone der Formatio reticularis des nicht gefesselten Kaninchens bei Kopfwendungen und vestibulären Reizen. Arch. Psychiatr. Neurol., 201, 1, p. 97-112, 1960.
5. Gernandt B.E., Iranyi M., Livingston, R.B. Vestibular influences on spinal mechanisms. Exp. Neurol., 1, p. 248-273, 1959.
6. Ladplin R., Brodal A. Experimental studies of commissural and reticular formation projections from the vestibular nuclei in the cat. Brain Res., 1968.
7. Magherini P.C., Giretti M.L., Precht W. Cerebellar Control of Vestibular Neurons of the frog. Arch., 356, p. 99-109, 1975.
8. Orlovsky G.N., Delyagina T.G., Wallen P. Vestibular control of swimming in lamprey. Brain Res., 90, 3, p. 479-488, 1992.
9. Rovainen C.M., Johnson P.A., Roach E.S., Monkovsky J.A. Projections of individual axons in lamprey spinal cord determinate by tracing through serial sections. J. Comp. Neurol., 149, 2, p. 193-202, 1973.
10. Rovainen C.M. Electrophysiology of vestibulospinal and vestibuloreticulospinal systems in lampreys. J. Neurophysiol., 42, p. 745-766, 1979.
11. Shimazu H., Precht W. Tonic and kinetic responses of cats vestibular neurons to horizontal angular acceleration. J. Neurophysiol., 28, p. 991-1013, 1965.
12. Shimazu H., Precht W. Inhibition of central vestibular neurons from the contralateral labyrinth and its mediating pathway. J. Neurophysiol., 29, 3, p. 467-492, 1966.
13. Spyer K. M., Chelarducci B., Pompeiano O. Gravity responses of neurons in main reticular formation. J. Neurophysiol., 37, 4, p. 705-721, 1974.

Поступила 03.02.2016