

УДК 6112.827

Г. Р. ВОСКАНЯН

ВЛИЯНИЕ РАЗДРАЖЕНИЯ ЯДЕР МОЗЖЕЧКА НА
ЭФФЕРЕНТНЫЕ НЕЙРОНЫ ХВОСТАТОГО ЯДРА

Раздражение ядер мозжечка вызывает в эфферентных нейронах хвостатого ядра как возбудительные, так и тормозные ответы. Наиболее часто выявлялись ответы на раздражение зубчатого ядра. Большие значения латентных периодов этих ответов (10—30 мсек) предполагают полисинаптическое проведение мозжечковых влияний к хвостатому ядру.

В ряде работ последних лет [3, 6—8, 24] достаточно подробно изучены нисходящие связи базальных узлов с мозжечком. Исследованию же обратных связей уделено крайне мало внимания. Хотя связи мозжечка и коры мозга, с одной стороны, и коры мозга с хвостатым ядром (ХЯ)—с другой, хорошо известны, однако Whiteside и Snider [24] не обнаружили ответов в ХЯ при раздражении коры мозжечка. Известны также обширные связи мозжечка с различными структурами таламуса, которые, в свою очередь, проецируются на полосатое тело. Flanagan и соавт. [2] показано существование влияний мозжечка на нейрональную активность ХЯ. В дальнейшем этот вопрос исследовался в работе Ratcheson и Li [18] с акцентированием внимания на роль используемого анестетика. Однако вопрос о том, какие нейроны ХЯ каким образом отвечают на раздражение ядер мозжечка, ими не ставился. Известно, что 95% нейронов ХЯ представляют собой внутренние интернейроны и не покидают его пределов [10], и лишь 5% нейронов ХЯ являются проекционными и оканчиваются они, в основном, в ретикулярной части черной субстанции (ЧС) и в энтопедункулярном ядре (ЭЯ) [16, 22, 23]. Настоящая работа посвящена исследованию влияния раздражения ядер мозжечка на антидромно идентифицируемые нейроны ХЯ.

Методика

Эксперименты проводились на кошках весом 2,5—3,0 кг, наркотизированных смесью хлоралозы и нембутала (50 мг/кг хлоралозы и 15 мг/кг нембутала), вводимой внутрибрюшинно. В процессе эксперимента животные обездвигивались дитилином (10 мг/кг) и переводились

лись на искусственное дыхание. Раздражающие электроды вводились в черную субстанцию, энтопедункулярное ядро и ядра мозжечка. Раздражение производилось через биполярные вольфрамовые электроды с межполюсным расстоянием 1 мм. Стереотаксическое введение производилось по атласу Snider и Niemer [21]. Регистрация экстраклеточных потенциалов осуществлялась вольфрамовыми микроэлектродами с диаметром кончика 1—1,5 мкм, изолированными винифлексом лаком. Постстимуляционные гистограммы (ПСГ) и их накопительные частотные распределения снимались анализатором NTA-1024 при $\text{bin} = 0,1$ и 50 и количестве наложений 50—100. Накопительное частотное распределение получали от ПСГ посредством суммирования к каждому каналу памяти содержания всех предшествующих каналов. В конце эксперимента производилась маркировка точек раздражения и отведения пропусканием тока силой 1 мА в течение 20 сек. Мозг выдерживали в 10% формалине двое суток и изготавливали срезы на замораживающем микротоме.

Результаты

Антидромная активация нейронов ХЯ. Раздражение ЧС и ЭЯ вызывало в нейронах ХЯ как ортодромные, так и антидромные ответы. Антидромные ответы, как правило, характеризовались одним спайком на одиночное раздражение (ортодромные ответы тех же нейронов могли состоять из более чем одного спайка), следовали высокочастотному раздражению при 100 и более гц. (рис. 1 А, Б). Значительное увеличение силы раздражения приводило к незначительному укорочению латентного периода антидромного ответа. При высокочастотном раздражении латентный период ответа на первый стимул не менялся, на второй и последующие в некоторых случаях незначительно уменьшался (на 10—15%), но при этом оставался постоянным. На рис. 1 А, Б показан антидромный ответ нейрона ХЯ на одиночное и пачечное (126/сек, 500/сек) раздражения ЧС. Латентные периоды антидромных ответов на раздражение ЧС были в пределах 0,35—0,7 мсек ($0,49 \pm 0,14$), на раздражение ЭЯ были в пределах 0,3—2,4 мсек ($0,78 \pm 0,5$ мсек). В 30% случаев нейрон антидромно отвечал как на раздражение ЧС, так и на раздражение ЭЯ. Латентные периоды таких ответов на оба раздражения были почти одинаковы. Были зарегистрированы нейроны, отвечающие на раздражение ЧС как антидромно, так и ортодромно. Латентные периоды ортодромного ответа были непостоянны и колебались в пределах 10—30 мсек.

Ортодромные ответы нейронов ХЯ на раздражение ядер мозжечка. Ответы эфферентных нейронов ХЯ на раздражение зубчатого (ЗЯ), промежуточного (ПЯ) и фастигиального (ФЯ) ядер мозжечка проявлялись в виде спайковых разрядов с непостоянными латентными периодами и непостоянным числом спайков в ответе. Больше всего было

зарегистрировано эфферентных нейронов, отвечающих на раздражение ЗЯ. На втором месте по эффективности воздействия на ХЯ стоит ФЯ, на третьем—ПЯ. Среднее число спайков, возникающих на один

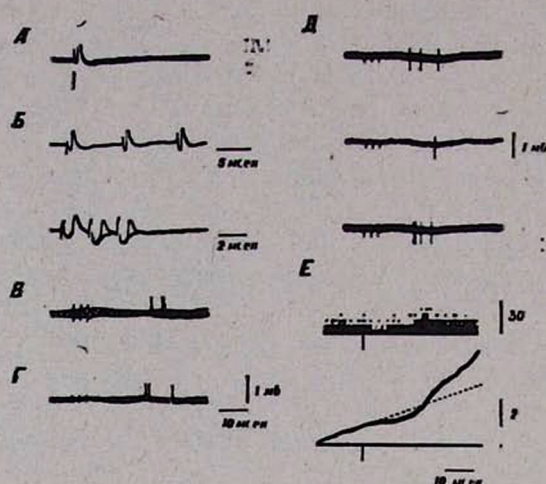


Рис. 1. Ответ эфферентного нейрона хвостатого ядра, проецирующегося в черную субстанцию. А—антидромный ответ на раздражение черной субстанции, Б—ответ того же нейрона на раздражение черной субстанции с частотой 126 и 500/сек. В, Г—ответ того же нейрона на раздражение зубчатого и промежуточного ядер мозжечка соответственно. Д—ответы эфферентного нейрона хвостатого ядра на раздражение зубчатого ядра, Е—постстимуляционная гистограмма и накопительное частотное распределение ответов, приведенных на (Д).

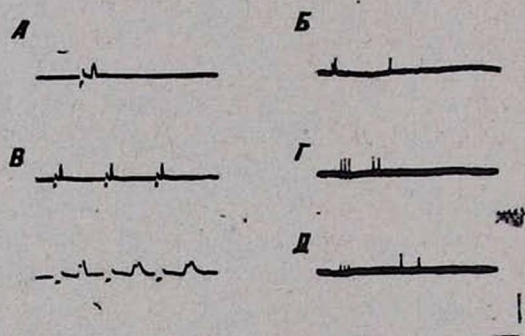


Рис. 2. Реакция нейрона хвостатого ядра, отвечающего на раздражение черной субстанции антидромным (А) и ортодромным (Б) потенциалами. В—ответ того же нейрона на раздражение с частотой 156 и 625/сек. Г, Д—ответ того же нейрона на раздражение зубчатого и фастигиального ядер мозжечка, соответственно. Калибровка для: А—2 мсек, 1 мв. Б—10 мсек, 1 мв; В—4 мсек, 1 мсек, 1 мв; Г, Д—20 мсек, 1 мв.

удар раздражения, больше в ответах на раздражение ЗЯ. Латентные периоды ответов нейронов ХЯ на раздражение ЗЯ были в пределах 10—31 мсек (20.6 ± 4.9 мсек), на раздражение ФЯ—7,0—35,0 мсек

($17,6 \pm 6,8$), на раздражение ПЯ— $13,0-30,0$ мсек ($20,3 \pm 5,05$, рис. 1 В, Г; 2 Г, Д). Латентные периоды этих ответов были непостоянны, причем пределы колебаний тем больше, чем больше латентный период ответа. Обнаружена конвергенция входов от различных ядер мозжечка на нейронах ХЯ. В 20% случаев эфферентный нейрон отвечал на раздражение всех трех ядер мозжечка, в 40%—на раздражение двух ядер и в 30%—на раздражение одного ядра.

Машинная обработка ответов нейронов ХЯ на раздражение ядер мозжечка выявила несколько компонентов этого ответа. Первый компонент—торможение с латентным периодом, равным 5,0 мсек и длительностью 10,2 мсек (рис 1 Д, Е), затем наступает период возбуждения. Латентный период возбуждательного компонента равен 15,8 мсек. Торможение можно было выявить только при машинной обработке ответов нейронов, обладающих фоновой активностью, но, поскольку последняя очень низка у нейронов ХЯ, то и торможение выявлялось очень редко.

Обсуждение

Характер ответов нейронов ХЯ на раздражение ядер мозжечка сходен с таковым на раздражение коры мозга, ядер таламуса, черной субстанции [1, 9, 14, 19, 20]. В частности, показано, что спайковая активность нейронов ХЯ низкая, ответы состоят из одного-двух, реже трех спайков. Большая степень конвергенции афферентов от различных образований на нейронах ХЯ является одним из характерных свойств нейронов ХЯ [12, 13] и хорошо согласуется с интегративной ролью ХЯ. Спайковые ответы нейронов ХЯ на раздражение ЧС и ЭЯ имели свойства, сходные с таковыми, описанными для экстраклеточно регистрируемых антидромных потенциалов. Антидромные ответы нейронов ХЯ ранее исследовались Frigyesi и Pignaga [4], которые описали экстраклеточные спайки с латентным периодом 3,0—4,0 мсек на раздражение ЧС. Kitai и др. [11] описали антидромные спайки нейронов ХЯ, имеющие латентные периоды 6—30 мсек, а Liles [15] относил к антидромным ответы с латентным периодом $14,8 \pm 4,4$ мсек, причем к антидромным относились также ответы, имеющие латентные периоды, превышающие 24 мсек. Такое несоответствие в значениях латентных периодов антидромных ответов нейронов ХЯ на раздражение одних и тех же образований трудно объяснить.

Большое значение латентных периодов ответов нейронов ХЯ на раздражение ядер мозжечка позволяет предположить, что влияния последних к ХЯ проводятся по полисинаптическому пути. Несмотря на то, что Paul и др. [17] гистохимическими методами показали существование прямого пути от ФЯ к вентро-медиальной области ХЯ, коротколатентные ответы на раздражение ядер мозжечка нами не были обнаружены.

Институт физиологии
им. Л. А. Орбели АН АрмССР

Поступила 11/X 1979 г.

ՈՒՂԵՂԻԿԻ ԿՈՐԻՉՆԵՐԻ ԳՐԳՈՄԱՆ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ՊՈԶԱՎՈՐ ԿՈՐԻՉԻ
ԷՖԵՐԵՆՏ ՆԵՅՐՈՆՆԵՐԻ ՎՐԱ

Ուղեղիկի կորիզների գրգռումը հրահրում է պոչավոր կորիզի էֆերենտ նեյրոններում ինչպես դրդիչ, այնպես էլ արգելակիչ պատասխաններ: Պատասխանները ավելի հաճախ հանդես են գալիս ատամնավոր կորիզի գրգռման ժամանակ: Պատասխանների երկարատև զաղտնի շրջանները (10—30 մվրկ) ենթադրում են պոչավոր կորիզի վրա ուղեղիկային ազդեցությունների պոլիսինապտիկ հաղորդում:

G. R. VOSKANIAN

THE INFLUENCE OF CEREBELLAR NUCLEAR STIMULATION
ON THE CAUDATE OUTPUT NEURONS

Cerebellar nuclear stimulation has evoked excitatory as well as inhibitory responses in caudate output neurons. Responses to dentate stimulation were elicited more frequently. Large latency values (10—30 msec) of these responses suggest polysynaptic transmission of the cerebellar influences to caudate neurons.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Albe-Fessard, Rocha-Miranda C., Oswald-Cruz E. *Elektroencephalog. Clin. Neurophysiol.*, 12:649—661, 1960.
2. Flanagan M. M., Kreider C. H., Wertham J., Szekely C., Spiegel A. *Confin. Neurol.*, 28:335—347, 1966.
3. Fox M. A., Williams T. D. *J. Physiol. (Lond.)*, 198:435—450, 1968.
4. Frigyesi T. L., Purpura D. P. *Brain Res.* 6:440—456, 1967.
5. Fuller D. R. G., Hull C. D., Buchwald N. A. *Brain Res.*, 96:337—342, 1975.
6. Gresty M. A., Paul D. H. *J. Physiol. (Lond.)*, 204:81—82, 1969.
7. Gresty M. A. *Doctoral Thesis, University of Manchester.*
8. Gresty M. A., Paul D. H. *J. Physiol. (Lond.)*, 245:655—678, 1975.
9. Kajl S., Natio H., Sato S. *Exptl. Neurol.*, 30:447—450, 1971.
10. Kemp J. M., Powell T. P. S. *Phil. Trans. Roy. Soc. London, Ser. B.* 262:383—401, 1971.
11. Kitai S. T., Wagner A., Precht W., Ohno T. *Brain Res.*, 85:44—48, 1975.
12. Kitai S. T., Kocsis S. D., Preston R. S., Sugimori M. *Brain Res.* 109:601—606, 1976.
13. Kocsis J. D., Sugimori M., Kitai S. T. *Brain Res.*, 124:403—413, 1977.
14. Laursen A. M. *Acta Physiol. Scand.*, 53:218—232, 1961.
15. Liles S. L. *J. Neurophysiol.*, 37:254—265, 1974.
16. Nimi K., Ikeda T. *Brain Res.*, 21:327—343, 1970.
17. Paul S. M., Heath R. G., Ellison J. P. *Exptl. Neurol.*, 40:798—805, 1973.
18. Ratcheson R. A., Chon-Luh Li. *Exptl. Neurol.*, 25:268—281, 1969.
19. Rocha-Miranda C. E. *Elektroencephalog. Clin. Neurophysiol.*, 19:237—247, 1967.
20. Sedgwick E. M., Williams T. D. *J. Physiol. (Lond.)*, 189:281—298, 1967.
21. Snider R. S., Nemer W. T. *A Stereotaxic atlas of the cat brain*, 1961.
22. Usunoff K., Hassler R., Wagner A., Bak I. *Brain Res.*, 74:143—148, 1974.
23. Vonida T. J. *J. Comp. Neurol.*, 15:75—87, 1960.
24. Whiteside J. A., Snider R. S. *J. Neurophysiol.*, 16:397—413, 1953.