

ФИЗИОЛОГИЯ

УДК 612.827:612.82

Л. Р. Манвелян, А. М. Насоян, академик НАН Армении В. В. Фанарджян

**Ответы нейронов вестибулярных ядер лягушки
при их антидромной и ортодромной активации**

(Представлено 11/II 1998)

В предыдущем нашем исследовании (1) на основании анализа амплитудных и временных характеристик фокальных, полевых потенциалов вестибулярного ядерного комплекса (ВЯК), возникающих на стимуляцию ипсилатерального вестибулярного нерва и вестибулоспинального тракта в шейном и поясничном отделах спинного мозга, была показана четкая корреляция между особенностями вестибулярного входа в ВЯК и вестибулоспинальной системой у лягушки. Настоящая работа является продолжением исследования указанного вопроса при использовании техники внутриклеточного отведения потенциалов отдельных нейронов.

Эксперименты были выполнены на изолированном перфузируемом препарате мозга 50 взрослых озерных лягушек (*Rana ridibunda*) (2). Животные глубоко наркотизировались раствором M^s -222, или применялся эфирный наркоз. Череп и позвоночный столб открывались с дорсальной стороны. Животное обездвигивалось внутримышечным введением дитилина (10%-ного раствора, 2 мг/кг веса тела). Перфузируемый рингеровский раствор насыщался смесью O_2 (96%) и CO_2 (4%) и охлаждался до 10-18°C. Биполярные стимулирующие электроды накладывали на переднюю ветвь VIII черепного нерва, а также вводили в шейный (II пара спинномозговых нервов) и поясничный (VIII-X пары спинномозговых нервов) отделы спинного мозга. Электрическое раздражение осуществляли одиночными прямоугольными ударами постоянного тока (0,1-0,2 мс; 0,05-0,4 мА) с частотой 0,3 Гц. Для отведения внутриклеточных потенциалов использовали сточенные стеклянные микроэлектроды, заполненные раствором лимоннокислого калия (2М) с сопротивлением 10-30 МОм. Применялся компьютерный анализ данных. Пробеги луча осциллографа конвертировали при помощи аналого-цифрового устройства и данные сохраняли в компьютере для последующей статистической обработки.

Раздражение передней ветви ипсилатерального вестибулярного нерва вызывало в ВЯК потенциалы поля, состоящие из двух негативных компонентов, из которых первый (N_0) представлял входящий залп активированных афферентных волокон и второй (N_1) отражал постсинаптическую деполяризацию центральных вестибулярных нейронов (3-5). Согласно проведенным измерениям и последующей коррекции скрытые периоды возникновения N_0 компонента составляли 0,61-0,89 мс ($0,73 \pm 0,07$ мс; $n=64$). N_1 компонент возникал с латенцией 1,66-2,92 мс ($2,18 \pm 0,36$ мс; $n=62$). Разница между отмеченными величинами представляла синаптическую задержку, равную 1,2-2,6 мс ($1,83 \pm 0,38$ мс; $n=41$). Указанные потенциалы поля служили ориентиром для определения области регистрации активности вестибулярных нейронов.

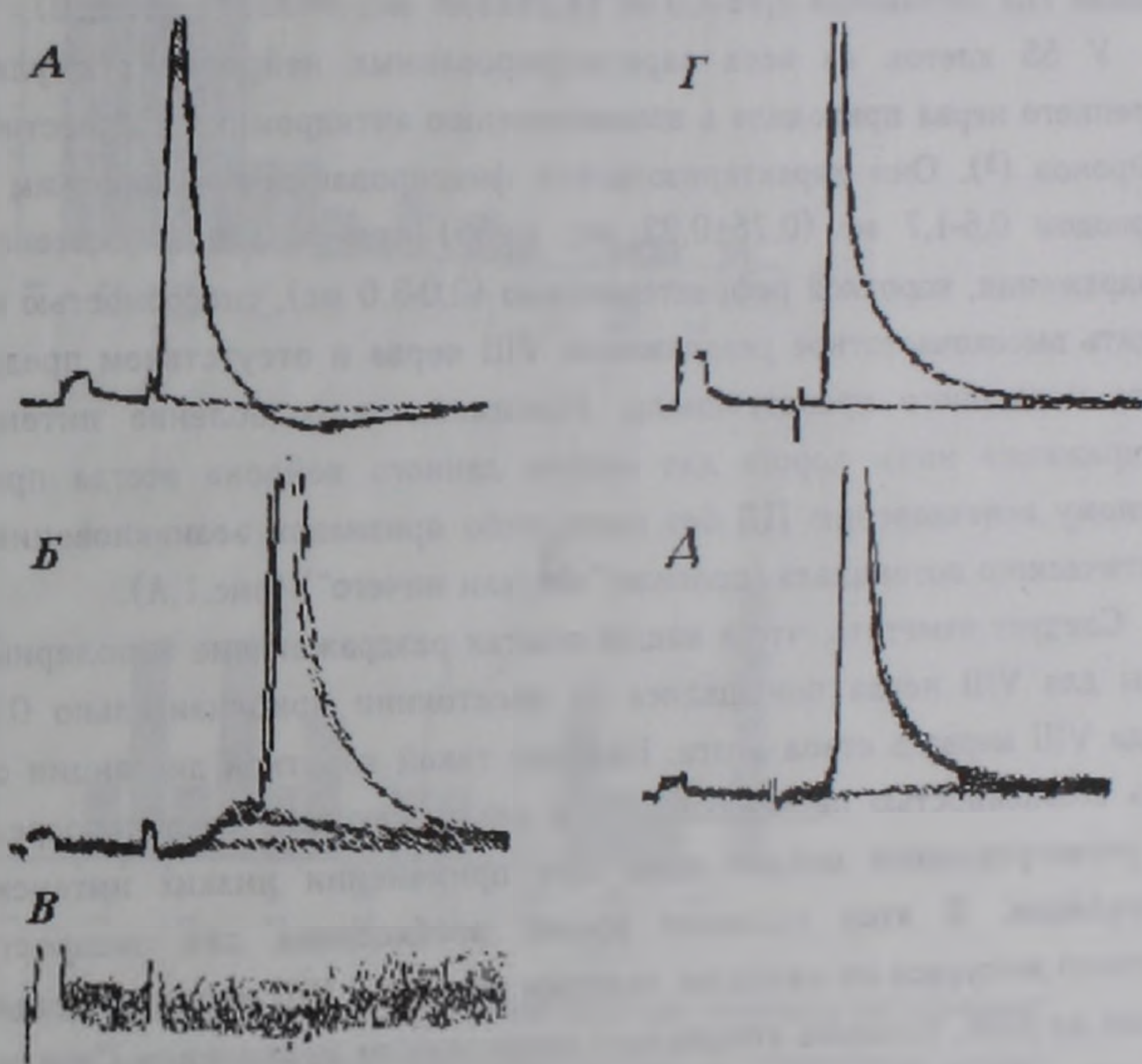


Рис.1. Антидромная и синаптическая активация вестибулярных нейронов лягушки: А — антидромный потенциал действия; Б — ВПСП с ортодромным потенциалом действия на раздражение передней ветви ипсилатерального вестибулярного нерва; В — внеклеточная запись ответа нейрона на В; Г, Д — антидромные потенциалы действия вестибулоспинальных нейронов на раздражение шейного (Г) и поясничного (Д) утолщений спинного мозга. Калибровочный импульс: 1 мВ, 2 мс (для Б, В, Д), 5 мВ, 2 мс (для А, Г). Проведен компьютерный анализ потенциалов.

Внутриклеточная активность была зарегистрирована у 320 нейронов ВЯК. У 90 нейронов электрическое раздражение VIII нерва вызывало химически передаваемый возбуждающий постсинаптический потенциал (ВПСП), возникающий с латенцией 1,5-5,63 мс ($2,8 \pm 0,88$ мс). Из них у 48 нейронов скрытый период ВПСП составлял 1,5-2,9 мс ($2,18 \pm 0,42$ мс), что дало основание оценить указанные постсинаптические потенциалы как моносинаптические (3,4), а регистрируемые клетки как вестибулярные нейроны второго порядка (5). Амплитуда указанных ВПСП градуально увеличивалась при увеличении интенсивности раздражения VIII нерва и достигала 7,4 мВ с временем восхождения до пика ВПСП в 1,74-7,0 мс ($3,65 \pm 1,35$ мс; $n=19$); длительность ВПСП, измеряемая от пика до половины амплитуды деполяризации, доходила до 7,85 мс. При более интенсивных раздражениях на вершине ВПСП возникали потенциалы действия (ПД) с амплитудой 50-100 мВ. Латенция наиболее ранних ПД составляла 2,46-7,0 мс ($4,26 \pm 1,07$ мс; $n=33$) (рис.1,Б,В).

У 55 клеток из всех зарегистрированных нейронов стимуляция VIII черепного нерва приводила к возникновению антидромных ПД вестибулярных нейронов (3). Они характеризовались фиксированным и коротким скрытым периодом 0,6-1,7 мс ($0,75 \pm 0,22$ мс; $n=55$) при различных интенсивностях раздражения, короткой рефрактерностью (2,0-3,0 мс), способностью воспроизводить высокочастотное раздражение VIII нерва и отсутствием предшествующего медленного препотенциала. Минимальное ослабление интенсивности раздражения ниже порога для аксона данного нейрона всегда приводит к полному исчезновению ПД без каких-либо признаков возникновения постсинаптического потенциала (правило "все или ничего") (рис.1,А).

Следует отметить, что в наших опытах раздражающие биполярные электроды для VIII нерва помещались на расстоянии приблизительно 0,4 мм от входа VIII нерва в ствол мозга. Наличие такой короткой дистанции осложнялось возможностью перекидки петель раздражающего тока непосредственно на регистрируемый нейрон даже при применении низких интенсивностей стимуляции. В этих условиях время, необходимое для распространения нервного импульса по наиболее толстым волокнам VIII нерва от места раздражения до ВЯК, согласно специально проведенным измерениям Страка и сотр. (5), равно 0,6-0,65 мс (время утилизации – 0,5 мс). Это дало основание ПД, регистрируемые на стимуляцию VIII нерва из вестибулярных нейронов со скрытыми периодами короче 0,6 мс, не считать антидромно возникающими.

У 134 нейронов ВЯК на раздражение спинного мозга возникали антидромные ПД, которые определялись на основании тех же особенностей, как и антидромные ответы нейронов ВЯК, вызванные стимуляцией VIII нерва. Указанные нейроны идентифицировались как вестибулоспинальные и были подразделены на вестибуло-цервикальные клетки (С-нейроны), антидромно активируемые на раздражение шейного отдела спинного мозга, и вестибуло-

люмбарные клетки (L-нейроны), которые испытывали антидромную активацию и при раздражении поясничного отдела спинного мозга. Антидромные ПД С-нейронов характеризовались латенцией 1,05-2,9 мс ($1,43 \pm 0,37$ мс; $n=82$), рефрактерным периодом в 2,0-3,0 мс, способностью воспроизводить высокочастотное раздражение. Антидромные ПД L-нейронов возникали с латенцией 1,46-2,96 мс ($2,19 \pm 0,53$ мс; $n=21$), их рефрактарность также была короткой, и они могли быть воспроизведены при высокочастотном раздражении (рис.1,Г,Д; рис.2,А,Б)

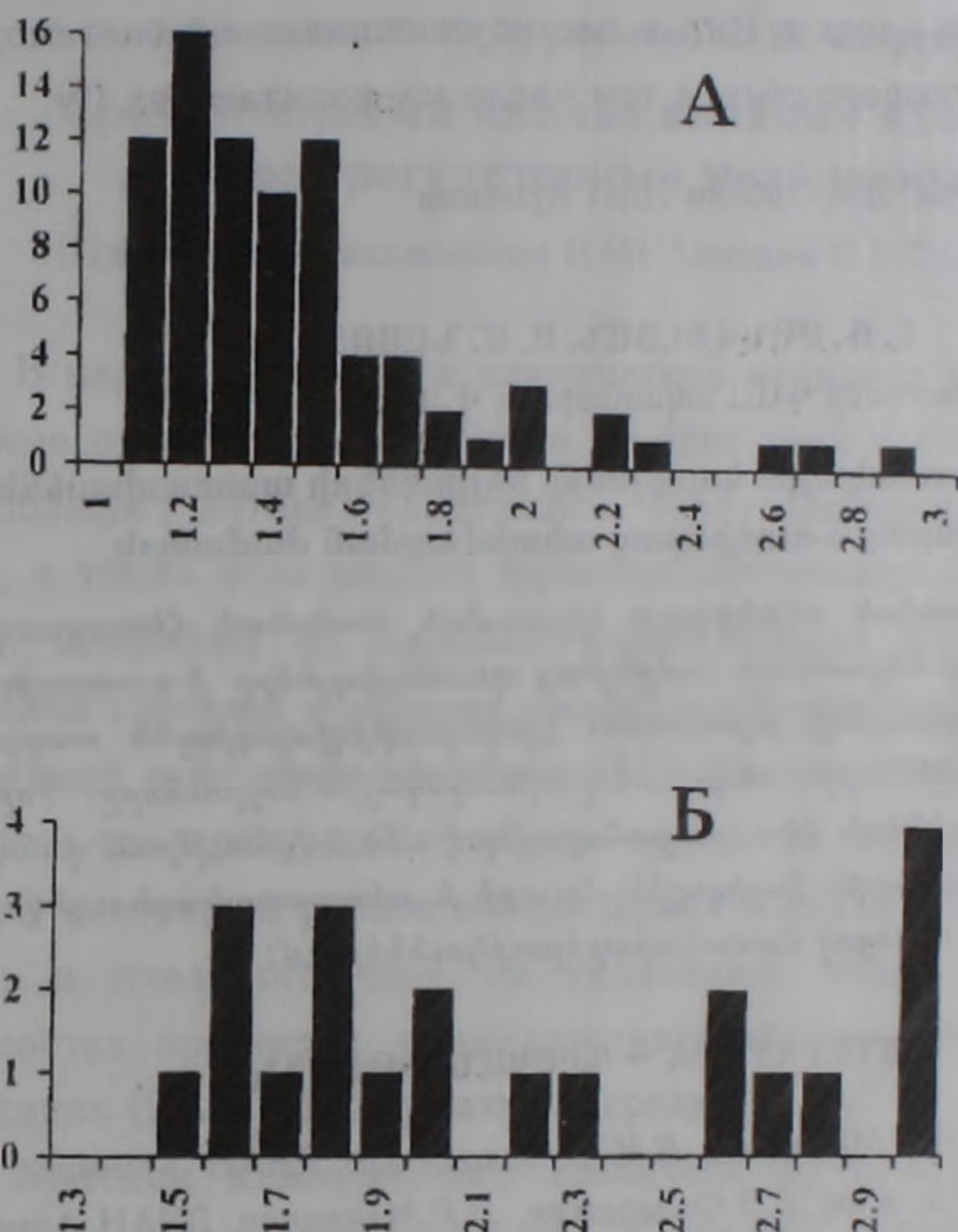


Рис.2. Гистограммы распределения скрытых периодов антидромных ответов вестибулоспинальных нейронов лягушки на стимуляцию шейного (А) и поясничного (Б) утолщений спинного мозга. По оси абсцисс – время, мс; по оси ординат – количество нейронов

7 нейронов ВЯК могли быть антидромно активированы при стимуляции спинного мозга и вестибулярного нерва. Последнее с некоторой долей вероятности указывает на возможность коллатерального ветвления вестибулоспинальных аксонов С- и L-нейронов. Однако нельзя исключить, что отмеченная антидромная активация из двух источников определялась электротоническим сцеплением вестибулоспинальных клеток с эфферентными нейронами ВЯК, проецирующимися в лабиринт (3). Этот вопрос требует дальнейшего изучения

с применением специального тестирования на коллатеральное ветвление аксонов.

Стимуляция спинного мозга приводила и к синаптической активации вестибулярных нейронов. Регистрируемые ПД на раздражение шейного утолщения возникали со скрытым периодом в среднем 2,29 мс; ПД на стимуляцию поясничного утолщения спинного мозга возникали немного реже с латенцией до 3,37 мс.

Суммируя полученные данные, следует отметить большое сходство в функциональной организации корреляционных отношений между особенностями вестибулярного входа в ВЯК и вестибулоспинальной системой у лягушки и более высших позвоночных, в том числе млекопитающих (6).

Институт физиологии им. Л.А.Орбели НАН Армении

Լ. Ռ. ՄԱՆՎԵԼՅԱՆ, Ա. Մ. ՆԱՍՈՅԱՆ,

Հայաստանի ԳԱԱ ակադեմիկոս Վ. Բ. ՖԱՆԱՐՋՅԱՆ

**Գորտի անդաստակային կորիզների նեյրոնների պատասխանները
հակընթաց և ուղղընթաց ակտիվացման ժամանակ**

Ներբջջային արտածման տեխնիկայի կիրառման ժամանակ հետազոտվել են անդաստակային կորիզների նեյրոնների հակընթաց պոտենցիալները՝ ի պատասխան անդաստակային նյարդի և ողնուղեղի խթանման: Էլեկտրաֆիզիոլոգիորեն տարբերակվել և ուսումնասիրվել են վերջիններիս անդաստակ-ողնուղեղային նեյրոնները: Գորտերի մոտ, համեմատած կաթնասունների հետ, բացահայտվել է մեծ նմանություն գանգային ութերորդ նյարդի անդաստակային կորիզային մուտքի և անդաստակ-ողնուղեղային համակարգի միջև գոյություն ունեցող համահարաբերություններում:

ЛИТЕРАТУРА – ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ В.В.Фанарджян, Л.Р.Манвелян, В.И.Погосян и др. ДНАН Армении, т.97, №3, с.76-81 (1997). ² В.И. Погосян, В.В.Фанарджян, Л.Р.Манвелян, ДНАН Армении, т.97, №2, с.70-72 (1997). ³ W.Precht, A.Richter, S.Ozawa et al., Exp.Brain Res., v.19 p.377-393 (1974). ⁴ H.Straka, N.Dieringer, J.Neurophysiol., v.76, p.3081-3101 (1996). ⁵ H.Straka, S.Biesdorf, N.Dieringer, J.Neurophysiol., v.78, p.1363-1372 (1997). ⁶ V.J.Wilson, G.Melvill Jones, Mammalian Vestibular Physiology, N.Y., London, Plenum Press, 1979.