

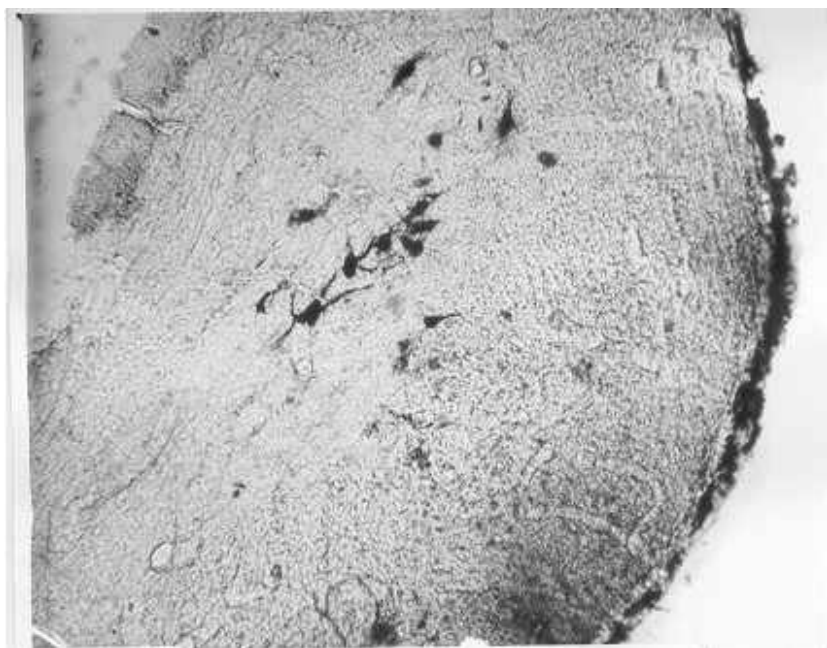
УДК 597.82:612.886

**В.И.Погосян, Ц.Л.Арутюнян, Т.С.Аглинцян, М.А.Даниелян,
академик В.В.Фанарджян**

**Пространственное распределение нейронов вестибулярных ядер,
проецирующихся к различным сегментам спинного мозга лягушки**

(Представлено 6/VI 2001)

Двигательные структуры у бесхвостых подвержены значительной модификации в связи с изменением среды их обитания (частичный или полный переход на сушу) и с развитием четырехконечностного тела [1-3]. Нахождение бесхвостых на раннем этапе эволюционного развития определяет наименьшую дифференциацию их вестибуломозжечковых областей по сравнению с другими четвероногими [4]. На этом этапе вестибулярный ядерный комплекс (ВЯК) уже представляет центральную структуру, оказывающую регулирующее влияние на моторные центры [5,6]. Устройство и топография индивидуальных ядер в ВЯК у бесхвостых и млекопитающих имеют много общих черт. У лягушки также выделены верхнее (ВВЯ), латеральное (ЛВЯ), нисходящее (НВЯ) и медиальное (МВЯ) вестибулярные ядра [7-9]. Вестибулоспинальный тракт у лягушки представляет выраженную нисходящую систему спинного мозга. Он в основном нисходит ипсилатерально [7]. Частичный перекрест волокон происходит на уровне продолговатого и спинного мозга [4]. Мало известно об особенностях пространственной организации эфферентных нейронов, дающих начало вестибулоспинальным волокнам. На жабах *Bufo bufo* L. с использованием ретроградного аксонного транспорта пероксидазы хрена (ПХ) [10] установлено, что в пределах вентрального вестибулярного ядра рострально расположенные клетки, главным образом сконцентрированные в дорсомедиальной позиции, проецируются в шейный отдел спинного мозга; каудально расположенные клетки с преимущественной локализацией в вентролатеральной части проецируются к более нижним сегментам спинного мозга. На основании вышеотмеченного было сделано заключение, что у жаб имеется соматотопическая организация вестибулоспинальной проекции. В других морфологических работах, выполненных на бесхвостых, сообщались лишь фрагментарные сведения о пространственном распределении нейронов, являющихся источниками вестибулоспинальных волокон [8,11].



Микрофотография меченых нейронов и волокон в вестибулярном ядерном комплексе лягушки в результате микроионофоретического введения пероксидазы хрена в спинной мозг. Увеличение: об. 10 х, ок. 8 х.

Целью настоящей работы было посредством локальных микроионофоретических инъекций пероксидазы хрена в различные отделы спинного мозга лягушки подробно исследовать траектории ретроградно меченных ферментом волоконных систем и топографию распределения в ВЯК нейронов - источников вестибулоспинальных волокон.

Опыты были проведены на 21 взрослой озерной лягушке (*Rana ridibunda*), которые глубоко наркотизировались раствором MS-222 (50 мг/кг) (3-aminobenzoic acid ethyl ester; Sigma, США). В шейный, грудной и поясничный отделы спинного мозга вводилась стеклянная микропипетка с диаметром кончика 10-20 мкм, заполненная 10%-ным раствором пероксидазы хрена (Horseradish Peroxidase, Sigma VI, США). Для микрофоретического введения фермента использовался импульсный ток (четыре серии прямоугольных толчков положительной полярности, 2-4 нА, длительность толчка 200 мс, частота в серии 2,5/с, длительность серий по 2 мин и перерывы по 5 мин). После окончания инъекции фермента микропипетка оставалась в ткани в течение 5-10 мин. Через 12-14 дней после инъекции фермента проводилась повторная наркотизация животного и перфузия фиксатором. Мозг разрезался на блоки, из которых изготавливались срезы толщиной 75 мкм, окрашенные по методу Мезулама [12]. Для идентификации мозговых структур, в частности вестибулярных ядер, использовались атласы и карты мозга лягушки [8,9,11]. Микрофорез пероксидазы хрена проводился локально в вентро-медиальном отделе спинного мозга с диаметром зоны инъекции, не превышающей 200 мкм, что охватывало лишь одну половину спинного мозга. Ретроградно маркированные волокна и нейроны обнаруживались в пределах вестибулярных ядер ромбэнцефалона. Диаметр сомы нейронов колебался в пределах 8.0-37.5 мкм, в среднем составляя 20.1 ± 6.3 мкм; $n=76$. (рисунок). Нейроны, меченные при введении фермента в поясничные сегменты спинного мозга (VIII-X пары спинномозговых нервов, поясничное утолщение), оценивались как вестибулолюмбальные нейроны и обозначались L клетками. Нейроны, подверженные ретроградной окраске при введении фермента в шейные сегменты спинного мозга (II пара спинномозговых нервов, шейное утолщение), определялись как вестибуло-цервикальные клетки (С нейроны). Вестибулоторакальными нейронами (Т нейронами) обозначались клетки, ретроградно меченные при введении пероксидазы хрена в грудной отдел спинного мозга. Инъекция фермента в шейные сегменты спинного мозга была осуществлена у 4 лягушек, в грудные сегменты - у 12 лягушек и в

поясничные сегменты - у 5 лягушек. Проводился анализ фронтальных планов срезов ствола мозга и спинного мозга. У исследованных лягушек были получены однозначные результаты. В табл. 1, 2 приведены наиболее характерные результаты, полученные у трех лягушек, которым ПХ была введена в шейный, грудной и поясничный отделы спинного мозга, соответственно. Выявлено, что меченные пероксидазой хрена клетки в вестибулярных ядрах с ипсилатеральной стороны в подавляющем большинстве распределялись в ЛВЯ. В меньшем количестве они определялись в НВЯ и очень мало в МВЯ (см. табл. 1). В ЛВЯ наибольшее число эфферентных нейронов было представлено L клетками. Основная масса клеток располагалась в каудальной трети ЛВЯ. Распределение маркированных нейронов в вентральной и дорсальной половинах было относительно равномерным. В НВЯ более многочисленными были С и L нейроны, число которых более чем в два раза превышало Т клетки. В ростральной трети ядра преобладали С нейроны, в каудальной трети - L нейроны. Имелось небольшое превалирование количества нейронов в вентральной половине ядра над таковым в его дорсальной половине. Малочисленность в этом

Таблица 1

Количественное распределение С, Т и L вестибулоспинальных нейронов в вестибулярных ядрах при лягушек при введении энзима в ипсилатеральную половину шейного (лягушка №1), грудного (лягушка №2) и поясничного (лягушка №3) отделов спинного мозга

Лягушка №	1	2	3
Вестибулоспинальные нейроны	С нейроны	Т нейроны	L нейроны
Общее число нейронов	44	34	71
<i>Латеральное вестибулярное ядро</i>	21	26	53
Ростральная часть	4	7	14
Средняя часть	3	3	11
Каудальная часть	14	16	28
<i>Дорсальная половина</i>	12	12	26
<i>Вентральная половина</i>	9	14	27
<i>Нисходящее вестибулярное ядро</i>	19	8	18
Ростральная часть	15	1	7
Средняя часть	2	1	1
Каудальная часть	2	6	10
<i>Дорсальная половина</i>	9	1	7
<i>Вентральная половина</i>	10	7	11
<i>Медиальное вестибулярное ядро</i>	4	0	0
Ростральная часть	3	0	0
Средняя часть	0	0	0
Каудальная часть	1	0	0
<i>Дорсальная половина</i>	1	0	0
<i>Вентральная половина</i>	3	0	0

Таблица 2

Количественное распределение С, Т и L вестибулоспинальных нейронов в вестибулярных ядрах тех же лягушек, что и в табл. 1, при введении энзима в контралатеральную половину шейного (лягушка №1), грудного (лягушка №2) и поясничного (лягушка №3) отделов спинного мозга

Лягушка №	1	2	3
Вестибулоспинальные нейроны	С нейроны	Т нейроны	Л нейроны
Общее число нейронов	16	3	15
Латеральное вестибулярное ядро	12	1	8
Ростральная часть	1	1	0
Средняя часть	0	0	2
Каудальная часть	11	0	6
<i>Дорсальная половина</i>	2	0	5
<i>Вентральная половина</i>	10	1	3
Нисходящее вестибулярное ядро	4	2	4
Ростральная часть	2	1	0
Средняя часть	1	0	0
Каудальная часть	1	1	4
<i>Дорсальная половина</i>	2	1	1
<i>Вентральная половина</i>	2	1	3
Медиальное вестибулярное ядро	0	0	3
Ростральная часть	0	0	0
Средняя часть	0	0	0
Каудальная часть	0	0	3
<i>Дорсальная половина</i>	0	0	1
<i>Вентральная половина</i>	0	0	2

ядре клеток, меченных ПХ, в целом затрудняет сколько-нибудь обоснованный вывод в пользу его соматотопической организации. В МВЯ было обнаружено только несколько С нейронов.

Сходная картина пространственного распределения вестибулоспинальных нейронов у тех же лягушек обнаруживалась на контралатеральной стороне ВЯК при введении энзима в ипсилатеральный спинной мозг (табл. 2). Нейроны на контралатеральной стороне выявлялись в намного меньшем количестве по сравнению с ипсилатеральной стороной. Однако, как и в ипсилатеральном ВЯК, они в основном располагались в ЛВЯ, меньше в НВЯ и очень мало в МВЯ.

Таким образом, следует считать, что вестибулоспинальные тракты у лягушки формируются за счет нейронов ЛВЯ, хотя некоторое участие в этом принимает также НВЯ и в меньшей степени МВЯ. Наряду с этим не наблюдается каких-либо признаков соматотопического распределения С, L и Т нейронов, не отмечается их топографическое разграничение в вестибулярных ядрах лягушки. Отмеченное согласуется с результатами электрофизиологического исследования пространственного распределения вестибулоспинальных нейронов лягушки *Rana ridibunda*. Было установлено, что вестибулоспинальные нейроны преимущественно локализованы в ЛВЯ (58.6% из общего числа зарегистрированных нейронов). Меньше они обнаруживаются в НВЯ (30.7%) и в малом количестве определяются в МВЯ (10%). Это относится как к С, так и к L нейронам. Наряду с этим было показано, что нейроны ВЯК как источники вестибулоспинальных волокон, проецирующихся к шейным и поясничным сегментам спинного мозга, распределены отдельно или более часто мелкими группами в ВЯК, что приводит к лоскутоподобной соматотопии, а не к формированию четко разграниченных полей [13,14].

Литература

1. *Larsell O.* The Comparative Anatomy and Histology of the Cerebellum from Myxinoids through Birds. Minneapolis. University of Minnesota Press. 1967.
2. *Montgomery N.M.* - Brain Behav. Evol. 1988.V. 31. P. 82-95.
3. *Ten-Donkelaar H.J., De Boer-Van Huizen R., Schouten F.T.M., Eggen S.J.H.* - Neuroscience. 1981. V.6. P. 2297-2312.
4. *Kappers A.C.U., Huber G.C., Grosby E.C.* The comparative anatomy of the nervous system of vertebrates, including man. V.1, N. Y. Hafner Publ.Comp. 1960.
5. *Maeda M., Magherini P.C., Precht W.* - J. Neurophysiol. 1977. V.40. P. 225-244.
6. *Magherini P.C., Precht W., Richter A.* - Pflugers Arch. 1974.V.348.P. 211-223.
7. *Fuller P.M.* - Brain Behav. Evol. 1974. V.10. P.157-169.
8. *Kuruvilla A., Sitko S., Schwartz I.R., Honrubia V.* - Laryngoscope.1985.V. 95. P. 692-707.
9. *Matesz C.* - Neuroscience 1979. V.4. P.2061-2071.
10. *D'Ascanio P., Corvaja N.* - Arch. ital. Biol. 1981. V.119. P. 139-150.
11. *Ten Donkellar H.J.* Anurans In: The Central Nervous System of Vertebrates.Eds. R.Nieuwenhuys, H.J. Ten Donkellar, C. Nicholson. Springer.1997. V. 2. P.1151-1314.
12. *Mesulam M.M.* - J. Histochem. and Cytochem. 1978. V.26. P.106-117.
13. *Fanardjian V.V., Manvelyan L.R., Zakarian V.L., Pogossian V.I., Nasoyan A.M.* - Neuroscience. 1999,V. 94, P. 845-857.
14. *Fanardjian V.V., Manvelyan L.R., Nasoyan A.M.* - Neuroscience. 2001. V.104. P.853-862.

**Վ.Ի.Պողոսյան, Ծ.Լ.Հարությունյան, Թ.Ս.Ազիլնցյան, Մ.Ա.Դանիելյան,
ակադեմիկոս Վ.Բ.Ֆանարջյան**

**Գորտի ողնուղեղի տարբեր սեգմենտների վրա պրոյեկցվող անդաստակային
կորիզների նեյրոնների տարածական բաշխումը**

Լճային գորտերի մոտ ողնուղեղի տարբեր բաժիններ պերօքսիդազա խրենի տեղական միկրոֆորետիկ ներարկումների միջոցով ռետրոգրադ նշված ֆերմենտների օգնությամբ ուսումնասիրվել է թելային համակարգերի հետազիծն ու բաշխման տոպոգրաֆիան անդաստակային կորիզների նեյրոններում՝ անդաստակողնուղեղային թելերի աղբյուրներում: Ցույց է տրվել, որ գորտի անդաստակողնուղեղային տրակտի ձևավորումը ընթանում է ի հաշիվ կողմնային անդաստակային կորիզի նեյրոնների, չնայած նրան, որ դրանում որոշ մասնակցություն է ունենում նաև վարընթաց անդաստակային կորիզն ու, առավել պակաս չափով, միջային անդաստակային կորիզը: Դրա հետ մեկտեղ, չի նկատվում տարածքային սոմատոտոպիկ բաշխում անդաստակային կորիզի նեյրոնների, որոնք պրոյեկցվում են ողնուղեղի պարանոցային, կրծքային և գոտկային սեգմենտների վրա: