

ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВИСЦЕРОСЕНСОРНЫХ НЕЙРОНОВ ЯДРА СОЛИТАРНОГО ТРАКТА ПРИ РАЗДРАЖЕНИИ ЗАДНЕЛАТЕРАЛЬНОГО ГИПОТАЛАМУСА

О. Г. БАКЛАВАДЖЯН, И. А. КАЗАРЯН, Ф. А. АДАМЯН

Институт физиологии им. Л. А. Орбели АН АрмССР, Ереван

Установлено, что при раздражении заднелатерального гипоталамуса нисходящее влияние его на висцеросенсорные нейроны ядра солитарного тракта осуществляется как моносиннаптическим, так и полисиннаптическим путем.

Կատսեւների մոտ քլորալոզային նարկոզի պայմաններում նեյրոնների արտաբերային գրանցման մեթոդով ախտահարվել է սոլիտար տրակտի կորիզի ռազմային իդենտիֆիկացված նեյրոնների բնույթը հետին լատերալ հիպոթալամոսի գրգռումից:

Պարզվել է, որ սոլիտար տրակտի կորիզի 50 իդենտիֆիկացված ռազմային նեյրոններից 58 (72,5%) -ը հետին լատերալ հիպոթալամոսի գրգռմանը պատասխանել են դրդող տիպի ռեպոնդայով:

Ստացված պատասխանները, ըստ զաղտերի շրջանների, կարելի է բաժանել 3 խմբի՝ կարճ (4—9 մվրկ.), միջին (10—19 մվրկ.), երկար (20 և ավելի մվրկ.) տևողությամբ: Ստատիստիկական նեյրոններից մի քանիսը պատասխանել են մինչև 50 ներքին ռազմային ծախսեր: Ելնելով վերոհիշյալից, կարելի է ենթադրել, որ հետին հիպոթալամոսի ազդեցությունը սոլիտար տրակտի կորիզի նեյրոնների վրա տեղի է ունենում ինչպես միասինապտիկ, այնպես էլ բազմասինապտիկ ուղիներով:

Responses of identified "vagal" neurons of the caudal visceroreceptive region of the nucleus tractus solitarius (NTS) to stimulation of the postero-lateral hypothalamus were recorded on anesthetized and immobilized cats. From 80 investigated units 58 (72,5%) neurons show excitatory responses of short (4—9 ms), middle (10—19), and long latency (20—70) ms. Possible projection from structure of posterior hypothalamus to the nucleus tractus solitarius is discussed.

Гипоталамус—ядро солитарного тракта—блуждающий нерв.

Известно, что влияние вагусной афферентной системы на активность нейронов гипоталамуса опосредовано сенсорными нейронами перинципного реле в области ядра солитарного тракта. О прямой проекции ядра солитарного тракта в гипоталамус свидетельствует ряд как

Сокращения: ЯСТ—ядро солитарного тракта.

гистоморфологических [12—15], так и электрофизиологических данных [1, 6, 10].

По данным ряда авторов, висцеросенсорные нейроны ядра солитарного тракта передают вагусные афферентные сигналы к структурам гипоталамуса через ретикулярную формацию ствола мозга [4, 5, 7].

Очевидно, гипоталамическая регуляция висцеральных функций обеспечивается не только интероцептивной афферентацией, но и механизмом гипоталамического контроля входа висцеросенсорных сигналов на уровне ядра солитарного тракта. В ряде гистологических и гистохимических исследований показаны прямые проекции гипоталамуса к структурам ЯСТ [3, 8]. Имеются и электрофизиологические данные о влиянии гипоталамуса на активность нейронов ЯСТ [11]. Показано, что электрическое раздражение медиальных структур гипоталамуса вызывает генерацию антидромных ответов у АСТ-нейронов и полисинаптических реакций висцеросенсорных нейронов в области ЯСТ. Однако в этих исследованиях не проведена идентификация входных нейронов и интернейронов вагусной афферентации системы ЯСТ. Исходя из этого, мы задались целью изучить возникающее влияние заднелатерального гипоталамуса на идентифицированные «вагусные» висцеросенсорные нейроны ЯСТ.

Материал и методика. Исследования проведены на котятах, паразитированных хлоралозой 55 мг/кг и обезьян, обезьян, дитилином. Экстрацептивную регистрацию импульсной активности производили с помощью стеклянных микроэлектродов с диаметром кончика 1—2 мк, сопротивлением 3—5 МОм и электролитом 2М раствором цитрата калия. Микроэлектродное отведение активности нейронов ЯСТ проводили по координатам атласа Грантия [2]. Шейный отдел блуждающего нерва раздражали при помощи серебряных электродов с межэлектродным расстоянием 3 мм, а заднелатеральный гипоталамус — концентрическим электродом с межэлектродным расстоянием 0,5 мм, который вводили в заднелатеральный гипоталамус по координатам атласа Джаспера и Лимон Марсина [9]. Раздражение шейного отдела блуждающего нерва и заднелатерального гипоталамуса проводили одиночными, парными и частотными импульсами длительностью 0,5 мс, амплитудой 10—30 В. Местами раздражающих электродов контролировали морфологически. Статистическую обработку проводили по методу Ойнина.

Результаты и обсуждение. На начальном этапе исследования мы идентифицировали нейроны ЯСТ, которые отвечали на стимуляцию шейного отдела блуждающего нерва. Из исследованных 176 нейронов ЯСТ 80 (45,5%) реагировали на стимуляцию шейного отдела блуждающего нерва, а 71 (40,3%) отвечали возбuditельным типом реакции. Установлено также, что из 80 исследованных нейронов ЯСТ при раздражении заднелатерального гипоталамуса 58 (72,5%) реагировали возбuditельным типом реакции, 5 (6,25%) начальным торможением, а 17 (21,25%) оказались ареактивными. Возбuditельные ответы нейронов ЯСТ на раздражение как блуждающего нерва, так и заднелатерального гипоталамуса имели большой разброс латентного периода, который колебался в пределах 4-70 мс. Подробный анализ латентных периодов возбuditельных реакций нейронов ЯСТ показал (рис. 1), что по скрытым периодам начального разряда возбуди-

тельные реакции могут быть подразделены на 3 типа: коротколатентные (4—9 мс), реакции со средним скрытым периодом (10—19 мс) и длиннлатентные (20—70 мс).

На рис. 1 приведены реакции нейронов ядра солитарного тракта с начальным возбуждением и вторичным торможением с последующим восстановлением фоновой активности на одиночное раздражение

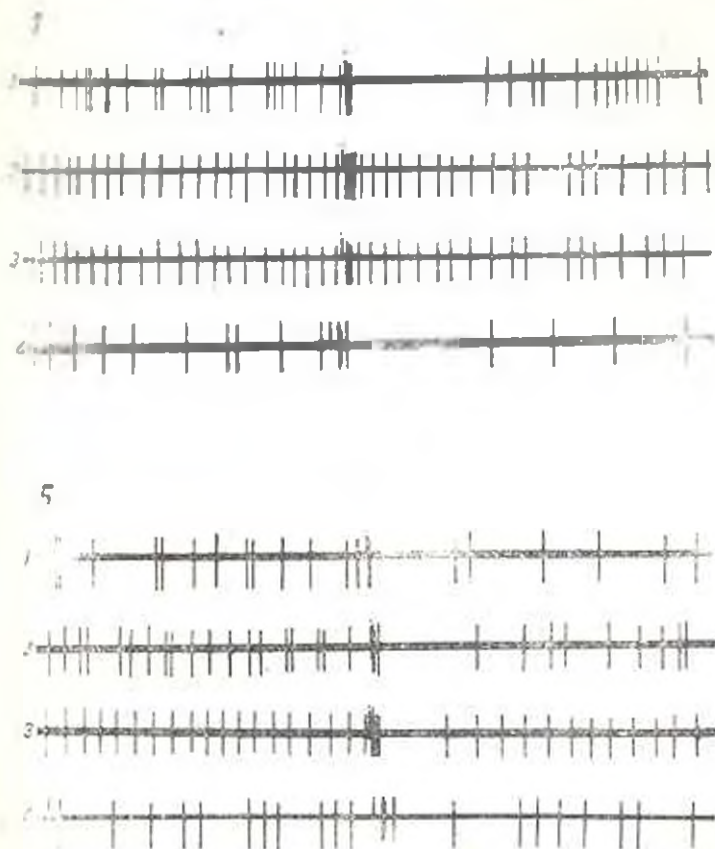


Рис. 1. Возбудительные реакции нейронов ядра солитарного тракта при одиночном раздражении (А) шейного отдела блуждающего нерва; (Б) заднелатерального гипоталамуса. На А 1—4—реакции на раздражение блуждающего нерва с латентными периодами 7, 18, 40, 60 мс; на Б 1—4—реакции на раздражение заднелатерального гипоталамуса с латентными периодами: 7, 12, 30, 62 мс соответственно. Калибровка: 250 мкВ, 100 мс.

шейного отдела блуждающего нерва (А) и заднелатерального гипоталамуса (Б). Коротколатентные ответы нейронов характеризовались латентным периодом 7 мс (осц А1, Б1). Среднюю латенцию ответов имели нейроны с латентным периодом 18 мс (А2) и 12 мс (Б2). К длиннлатентным ответам нейронов ЯСТ относятся нейроны с латентным периодом 40 и 30 мс (осц А3, Б3), 60 и 62 мс (осц А4 Б4) соответственно.

Идентифицированные вагусные нейроны ЯСТ исследовали на тетаническую стимуляцию заднелатерального гипоталамуса. На рис. 2

приведены реакции нейрона ЯСТ на стимуляцию шейного отдела блуждающего нерва частотой 0, 25, 1, 2, 5, 10, 20 Гц (А1-6) соответственно. Видно, что данный висцеросенсорный нейрон реагирует стимуля-

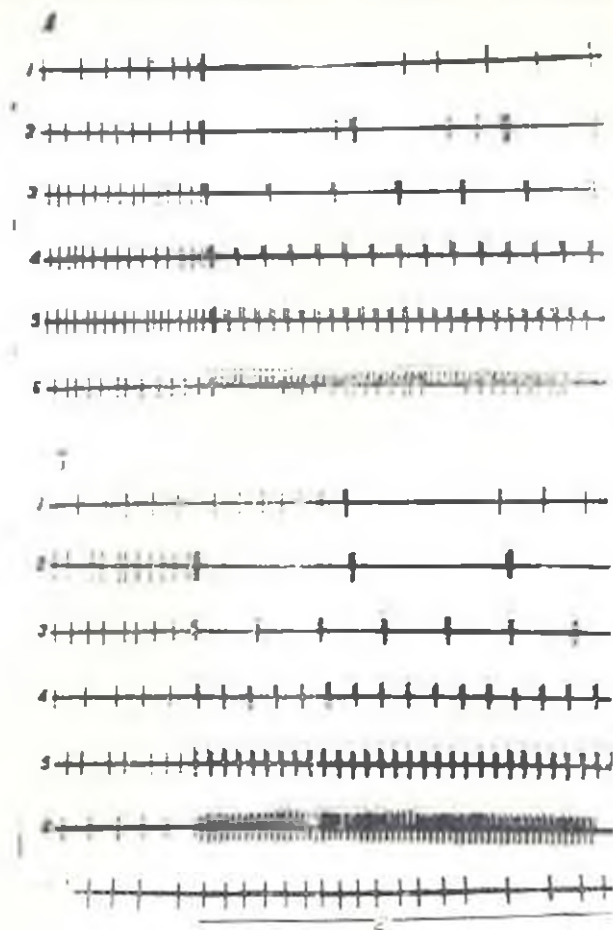


Рис. 2 Реакции нейрона ЯСТ на раздражение шейного отдела блуждающего нерва (А) и заднелатерального гипоталамуса (Б). На А 1—6—реакции на раздражение блуждающего нерва частотой 0,25, 1, 2, 5, 10, 20 Гц соответственно, на Б 1—7—реакции на раздражение гипоталамуса частотой 0,25, 2, 5, 10, 20, 50 и 100 Гц соответственно. Калибровка: 500 мкВ; 100 мс.

янными ответами только на частоту раздражения до 10 Гц (осц А5). На осциллограмме Б показана реакция того же вагусного нейрона на стимуляцию заднелатерального гипоталамуса частотой 0, 25, 2, 5, 10, 20, 50 и 100 Гц (осц Б1-7). Данный нейрон повторяет частоту раздражения до 50 Гц (Б6), что указывает, очевидно, на моносинаптическую природу реакции. Нейроны ЯСТ также тестировались на парную стимуляцию шейного вагуса (3А) и заднелатерального гипоталамуса (3Б). На осциллограмме А показаны реакции нейронов ЯСТ на одиночное и парное раздражение блуждающего нерва с интервалом 50 мс (осц. А1, 2) соответственно. На осциллограммах Б представлены реакции того же вагусного нейрона ЯСТ при одиночном (осц. Б1) и парном раздражении заднелатерального гипоталамуса (Б2-9). При парной стиму-

ляции в интервалах 5, 10 мс (осц Б2, 3) наблюдается ответ только на кондиционирующий стимул. Однако при интервале 20, 50, 60 мс (осц Б4-6) выявляются ответы на оба раздражения. При отставлении тестирующего стимула на 70, 100 мс (осц Б7-8) реакция на второй стимул отсутствует, а полное восстановление возбудимости нейрона наблю-

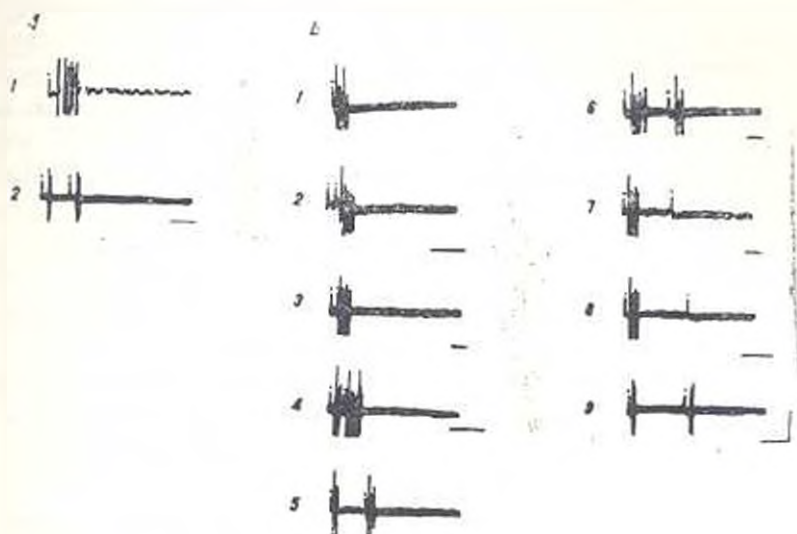


Рис. 3. Реакции вагусного нейрона ЯСТ на парную стимуляцию (А) шейного вагуса; (Б) заднелатерального гипоталамуса. На А 1—одиночное раздражение, 2—парное раздражение с интервалом 50 мс. Б 1—одиночное раздражение, 2—9 парное раздражение с отставлением 5, 10, 20, 50, 60, 70, 100, 200 мс соответственно. Калибровка: для А—50 мс; для Б (2, 3, 5—7) 20 мс; 4, 8—50 мс; 9—100 мкс; 100 мс.

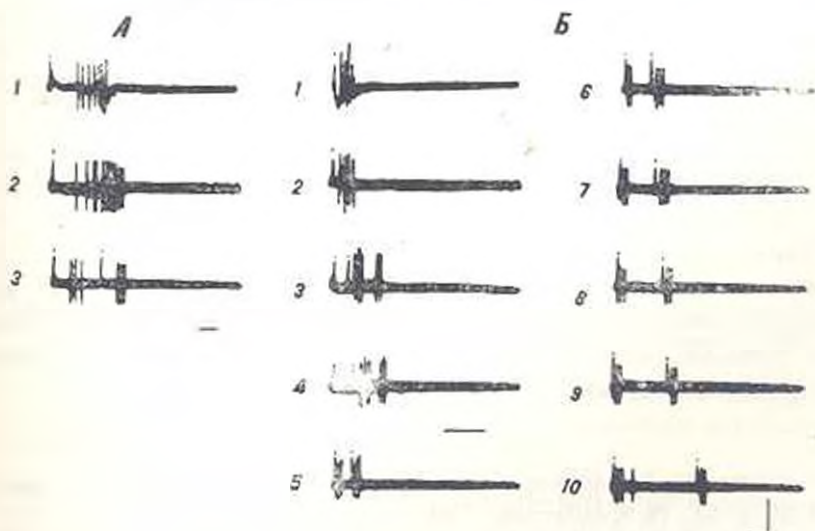


Рис. 4. Реакции нейронов ядра солитарного тракта на парное раздражение (А) шейного вагуса и (Б) заднелатерального гипоталамуса. На А 1—одиночное раздражение, 2—суперпозиция одиночного раздражения, 3—парное раздражение 50 мс. На Б 1—одиночное раздражение, 2—суперпозиция, 3—10 парное раздражение с интервалами 7, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 90 мс соответственно. Калибровка: 250 мкс; 20 мс.

дается при интервале 200 мс (оси Б9) Цикл восстановления ответов некоторых «вагусных» нейронов на парное раздражение заднелатерального гипоталамуса составил $200 \pm 70,7$ мс. Отдельные «вагусные» нейроны ядра солитарного тракта отвечали на тестирующие раздражения заднелатерального гипоталамуса без фазы промежуточного торможения. На рис. 4А приведены осциллограммы реакций нейрона на одиночное (А1, 2) и парное (А3) раздражение блуждающего нерва. Тест-ответ нейрона вызывается при всех интервалах парного раздражения заднелатерального гипоталамуса (Б3—10). Как показали результаты наших исследований, при раздражении заднелатерального гипоталамуса вагусные нейроны ЯСТ в зависимости от латентных периодов условно можно разделить на три группы. Регистрация коротколатентных ответов с небольшой флюктуацией ЛП ($4,33 \pm 0,25$) предполагает моно-синаптическую передачу исходящего разряда гипоталамуса к «вагусным» нейронам ЯСТ. Это предположение подтверждается и тем, что при раздражении заднелатерального гипоталамуса некоторые вагусные нейроны отвечают на частоту до 50 Гц.

Данные, полученные при парной стимуляции, показали, что некоторые «вагусные» нейроны ЯСТ отвечают на тестирующие раздражения заднелатерального гипоталамуса при интервалах 7 и более мс.

Полученные результаты подтверждают результаты морфологических и гистохимических исследований, свидетельствующих о существовании прямых проекций между гипоталамусом и ЯСТ [3, 14, 15].

Наличие реакций нейронов ЯСТ со средним ($10,32 \pm 0,23$) и длинным ЛП ($11,89 \pm 2,88$) предполагает существование олиго- и полисинаптических путей реализации гипоталамического влияния на нейроны ЯСТ.

В ряде электрофизиологических и морфологических работ показано, что передача к нейронам гипоталамуса висцеральных сигналов происходит также сложной системой многоканального проведения вагусной афферентации [4, 5, 7]. Очевидно, гипоталамический контроль висцеральных функций осуществляется благодаря механизму дауэртиновых моно-олиго-полисинаптических каналов взаимодействия гипоталамуса и висцеросенсорных нейронов ядра солитарного тракта.

Таким образом, исходящее влияние заднелатерального гипоталамуса на висцеросенсорные нейроны ЯСТ осуществляется многоканальной системой моно-олиго-полисинаптических путей, обеспечивая, очевидно, механизмом обратной связи контроль висцеральной информации, поступающей в структуры гипоталамуса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бахлавиджян О. Г., Адамян Ф. А., Левисиян Э. А., Саркисян С. Г. Физиол. журн. СССР, 19, 8, 1100—1107, 1984.
2. Грантынь А. А. В кн.: Актуальные проблемы фармакологии ретикулярной формации и синаптической передачи, 165—166, 1963.
3. Березовский В. К., Кебкало Т. Г., Савоськина Л. А. «Нейрофизиология», 16, 3, 353—361, 1984.
4. Brodal A., Szabo T., Torvik A. J. Comp Neurol., 106, 2, 527—556, 1955.
5. Calaresu F. R., Ciriello J. Amer. J. Phys., 239, 1, 130—136, 1980.

6. Girello J., and Calaresu F. R. *Neurosci. Abst.* 5, 39, 1979.
7. Cottle M. K., and Calaresu F. R. *Compar. Neurol.* 161, 1, 1975.
8. Hosoya Y., Matsushita M. A. *Brain Res.* 214, 1, 144—149, 1981.
9. Jasper H., Asman Marsan G.—A. *Stereotaxic atlas of the cat*, Ottawa national connell, Canada, 1954.
10. Kannun H., Yamashita H. *Brain Res.* 329, 1/2, 205—212, 1985.
11. Nosaka S. *Exp. Neurol.* 85, 3, 493—505, 1984.
12. Ricardo J., Koh E. T. *Brain Res.* 153, 1, 1—26, 1978.
13. Sakumoto T., Toyhama M., Satou K. et al. *Exp. Brain Res.* 31, 1, 81—94, 1978.
14. Terreberry R. R., Neafsey E. J. *Brain Res.* 278, 245—249, 1984.
15. Van der Kooy D., Koda L. Y., Mc. Ginty J. F., Grefen C. R., Bloom F. E. *J. Comp. Neurol.* 224, 1, 1—24, 1984.

Поступило 10 III 1989 г.

Биол. журн. Армении, № 6, (131) 1990.

УДК 612.886+612.826

МИКРОЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВА ВЕСТИБУЛЯРНОЙ АФФЕРЕНТНОЙ СИСТЕМЫ В ГИПОТАЛАМУСЕ

С. С. ГРИГОРЯН, О. Г. БАКЛАВАДЖЯН

Ереванский государственный университет, кафедра физиологии человека и животных

На кроликах методом внеклеточного отведения исследованы эффекты одностороннего и парного раздражения ЛВЯ Дейтерса и вестибулярного нерва на активности нейронов гипоталамуса. Показано, что стимуляция ЛВЯ Дейтерса вызывает ответы трех типов: коротколатентные (2,5—4,0 мс), ответы средней латентности (6—8 мс) и длиннолатентные ответы (11—18 мс).

Коротколатентные ответы регистрировались из задней гипоталамической области. Они воспроизводят высокую частоту раздражения, свидетельствуя о существовании моносинаптической связи ЛВЯ Дейтерса с нейронами задней гипоталамуса. Раздражение вестибулярного нерва вызывает реакции нейронов преимущественно из среднего и заднего гипоталамуса.

Պատասխանները ժրատաբերության միկրոէլեկտրոֆիզիոլոգիական հետազոտությունների մեթոդի օգտագործմամբ ուսումնասիրվել են հիպոթալամուսի նեյրոնների պատասխանները Դեյտերսի վեստիբուլյար կորիկի և վեստիբուլյար ներքի մեկական ու զույգ զրգոնիչներով զրգոնելիս:

Գտնվել է, որ Դեյտերսի կորիկի զրգոնիչների առաջացնում են երեք տիպի պատասխաններ՝ կարճ (2,5—4 մվ), միջին (6—8 մվ) և երկար (11—18 մվ)։ Կարճ զադաներ չրջանով պատասխանները գրանցվել են հետին հիպոթալամիկ շրջանից՝ որոնք վերաբառագրվել են որոշման մեծ համապատասխանությունով։ Սա ապացույց է Դեյտերսի վեստիբուլյար կորիկի և հետին հիպոթալամուսի միջև գոյություն ունեցող մոնոսինապտիկ կապերի առկայության:

Վեստիբուլյար ներքի զրգոնիչների առաջարկն ակտիվացնում են առաջա-ետում միջին և հետին հիպոթալամիկ կորիկներում։ Պատասխանների ֆոնտալային ակտիվությունը գտնվում է հետին հիպոթալամուսում:

The responses (reflexes) of the hypothalamus neurons, Dater's vestibular nucleus and the vestibular nerve irritating with single or pair irritants were studied on rabbits by means of the extracellular microelectrophysiological investigation method.

It has become clear that Dater's nucleus irritations bring about three types of responses—short (2.5—4mv), middle (6—8mv) and long (11—18mv).

The short series cycle responses have been recorded from the posterior hypothalamic region, which reproduce great irritative frequencies, as a proof of the availability of the monosynaptic connections.

Сокращения: ЛВЯ Дейтерса—латеральное вестибулярное ядро Дейтерса.