

1. *Васильева Л. А.* Анализ нейронной активности заднелатерального ядра таламуса // Физиол. журн. СССР.— 1971.— 57, № 6.— С. 798—805.
2. *Воронин Л. Л.* Конвергенция синаптических входов на корковых нейронах и ее функциональные перестройки // Механизмы объединения нейронов в нервном центре.— Л., 1974.— С. 172—178.
3. *Казаков В. Н., Казеннова Л. М.* Реакции нейронов ассоциативных ядер таламуса на различные периферические раздражения разной модальности // Нейрофизиология.— 1978.— 10, № 5.— С. 477—485.
4. *Казаков В. Н., Казеннова Л. М.* Взаимодействие гетеросенсорных афферентных импульсов на нейронах ассоциативных ядер таламуса // Там же.— С. 486—493.
5. *Серков Ф. Н.* Электрофизиология высших отделов слуховой системы // Киев: Наук. думка, 1977.— 216 с.
6. *Серков Ф. Н., Яновский Е. Ш., Тальнов А. Н.* Электрофизиологическое исследование проведения афферентных импульсов в медиальном коленчатом теле // Нейрофизиология.— 1979.— 11, № 6.— С. 515—523.
7. *Гараненко В. Д., Камайова К.* Реакции торможения нейронов изолированной полоски ассоциативной коры мозга кошки (поле 5) на внутрикорковое раздражение // Физиол. журн.— 1984.— 30, № 5.— С. 610—617.
8. *Хоревин В. И.* Взаимодействие реакций, вызванных звуковыми и соматосенсорными раздражениями в нейронах крупноклеточной части медиального коленчатого тела // Нейрофизиология.— 1980.— 12, № 4.— С. 368—373.
9. *Aitkin L. M., Dunlop C. W.* Inhibition in the medial geniculate body of the cat // Exp. Brain Res.— 1969.— 7, N 1.— P. 68—83.
10. *Borenstein P., Bruner J., Buser P.* Organisation neuronale et convergences heterosensorielles dans le complexe lateral posterior «associatif» du thalamus chez le chat // J. Physiol. (France)— 1959—51, N 3.— P. 413—414.
11. *Burke W., Sefton A. J.* Inhibitory mechanisms in lateral geniculate nucleus of rat // J. Physiol.— 1966.— 187, N 1.— P. 231—246.
12. *Carreras M., Cordelia M., Dalis R. V. et al.* Single unit analysis of the pulvinar-lateralis posterior nuclear group of the cat // Electroencephalogr. and Clin. Neurophysiol.— 1964.— 17, N 4.— P. 383—595.
13. *Dunlop C. W., Itzkowicz D. I., Aitkin L. M.* Tone burst response patterns of single units in the cat medial geniculate body // Brain Res.— 1969.— 16, N 1.— P. 149—164.
14. *Hotta T., Kameda K.* Interactions between somatic and visual or auditory responses in the thalamus of the cat // Exp. Neurol.— 1963.— 8, N 1.— P. 1—13.
15. *Huang C. C., Lindsley D. B.* Polysensory responses and sensory interactions in pulvinar and related posterolateral thalamus nuclei in cat // EEG and Clin. Neurophysiol.— 1973.— 34, N 3.— P. 265—280.
16. *Reinoso-Suares F.* Topographischer Hirnatlas der Katze. // Darmstadt.— 1961.
17. *Tsumoto T., Nakamura S.* Inhibitory organization of the thalamic ventrobasal neurons with different peripheral representation // Exp. Brain Res.— 1974.— 21, N 3.— P. 195—210.

Ин-т физиологии им. А. А. Богомольца
АН УССР, Киев

Поступила 29.05.86

УДК 612.826.612.821.1

В. В. Гаркавенко, Е. В. Гура, Ю. П. Лиманский

АКТИВАЦИЯ НЕЙРОНОВ ВЕНТРО-ПОСТЕРО-МЕДИАЛЬНОГО ЯДРА ТАЛАМУСА КОШКИ РАЗДРАЖЕНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП ВОЛОКОН ТРОЙНИЧНОГО НЕРВА

В результате морфологических исследований установлено, что проекции из области, иннервируемой тройничным нервом, представлены в вентро-постеро-медиальном (ВПМ) и медиальных ядрах (МЯ), а также в ядрах задней группы таламуса [6, 7, 10, 12]. Результаты электрофизиологических исследований показали, что в медиальных и ВПМ ядрах таламуса содержатся нейроны, которые активируются ноцицептивной стимуляцией кожи морды кошки, слизистой оболочки полости рта и пульпы зуба [3, 4, 13]. Однако для выяснения наличия нейронов, специфических к ноцицептивным стимулам, важно исследовать ответы на ноцицептивные и неноцицептивные раздражения. Удобной моделью для таких исследований может быть стимуляция А-альфа-группы афферентных волокон тройничного нерва, активация которых не связана с ноцицепцией, а также А-дельта- и С-группы волокон, которые активи-

вируются при ноцицепции [5, 11]. Исследование ответов, вызванных в нейронах МЯ стимуляцией А-альфа и А-дельта-групп волокон тройничного нерва, показало, что в этих ядрах имеется три группы нейронов, которые активируются при раздражении или только А-альфа, или только А-дельта-групп волокон, или обеими группами этих афферентов [1]. Такие данные для релейного соматического ядра таламуса мы не обнаружили в доступной литературе. Поэтому задачей настоящей работы было изучение ответов, вызванных стимуляцией различных групп афферентных волокон тройничного нерва, в нейронах ВПМ ядра таламуса.

Методика

Опыты выполнены на 12 кошках массой 2,4—4,2 кг, наркотизированных тиопенталом натрия (внутрибрюшинное введение 30—40 мг/кг) и хлоралозой (внутривенное введение 30—40 мг/кг). Подготовка животного к эксперименту включала: трахеотомию, катетеризацию бедренной артерии и кожной вены предплечья, установку биполярных стимулирующих электродов на препарированном контралатеральном подглазничном нерве и пульпе контра- и ипсилатерального верхнего клыков. После операции животное обездвигивали ардуаном (внутривенное введение 0,02 мг/кг) и переводили на искусственное дыхание. В течение опыта артериальное кровяное давление поддерживали на уровне 80—120 мм рт. ст. Методика отведения афферентной волны в гассеровом ганглии и определения порогов стимуляции подглазничного нерва описана ранее [2]. Тогда же показано, что при стимуляции подглазничного нерва силой 1—4 порога возбуждаются низкопороговые А-альфа-, а при увеличении силы раздражения до 9 порогов — высокопороговые А-дельта-группы волокон. Для активации высокопороговых афферентов стимулировали также пульпу клыков, которые содержат А-дельта- и С-группы волокон. Параметры стимуляции пульпы клыка и методика отведения активности нейронов таламуса приведены ранее [1]. Локализацию нейронов, активность которых регистрировалась, устанавливали по значению глубины их погружения на микроманипуляторе ИПМ-2 и уточняли по наличию коагуляционной метки на гистологических срезах. Локализация соответствовала координатам F—7,5—9,5; L—3,0—5,0; H—1+ +1 стереотаксического атласа [9].

Результаты

Реакции, вызванные стимуляцией низко- и высокопороговых афферентов тройничного нерва, исследованы у 73 нейронов ВПМ ядра таламуса. Эти реакции представляли собой фазные импульсные разряды, состоявшие из одного или нескольких пиковых потенциалов. По наличию ответов на раздражение афферентов тройничного нерва исследованные нейроны разделили на три группы: 34 нейрона (47 %), активировавшиеся только при раздражении низкопороговых афферентов, составили группу «низкопороговых» нейронов; три нейрона (4 %), отвечавшие только на стимуляцию высокопороговых афферентов, отнесены в группу «высокопороговых» нейронов; 36 нейронов (49 %), возбуждавшиеся при раздражении как низко-, так и высокопороговых афферентов тройничного нерва, вошли в группу нейронов «конвергентного» типа. Примеры реакций нейронов трех групп ВПМ ядра таламуса представлены на рис. 1. Следует отметить, что в исследованных нейронах ВПМ ядра таламуса не удалось обнаружить ответов на раздражение высокопороговых афферентов подглазничного нерва. Увеличение силы раздражения подглазничного нерва с 3—4 до 9 порогов не приводило к каким-либо изменениям ответа или появлению дополнительных его компонентов. Латентные периоды ответов, вызванных стимуляцией низкопороговых афферентов, были, как правило, довольно стабильными. Такие ответы часто возникали на устойчивых вызванных фокальных потенциалах (см. рис. 1, а). Вероятность появления реакций на раздражение пульпы зуба и стабильность их латентных периодов у различных нейронов могла отличаться. Пиковые потенциалы, возникавшие с относительно постоянным латентным периодом на раздражение контра- и ипсилатеральной пульпы клыков у одного из высокопорого-

вых нейронов, представлены на рис. 1, б. У нейронов «конвергентного» типа ответы, вызванные стимуляцией низкопороговых афферентов, нередко возникали со стабильным латентным периодом, тогда как ответы на стимуляцию высокопороговых афферентов пульпы зуба различались по характеру разряда и времени его появления (см. рис. 1, в). Латентные периоды ответов на раздражение низкопороговых афферентов у 70 исследованных нейронов, принадлежащих к «низкопороговой» и «конвергентной» группам, колебались от 3,5 до 26 мс. У большинства

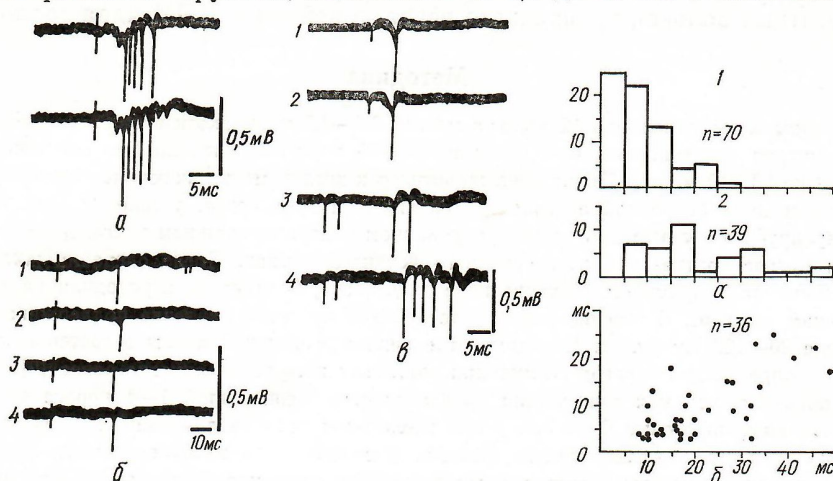


Рис. 1. Ответы, вызванные стимуляцией низко- и высокопороговых афферентов тройничного нерва, в нейронах вентро-постеро-медиального ядра таламуса:

а — ответы «низкопорогового» нейрона на раздражение подглазничного нерва силой 2 порога; б — ответы «высокопорогового» нейрона на раздражение контра- (1, 2) и ипсилатеральной (3, 4) пульпы зуба; в — ответы нейрона «конвергентного» типа на раздражение подглазничного нерва (1, 2) и пульпы зуба (3, 4).

Рис. 2. Анализ латентных периодов (ЛП) ответов вентро-постеро-медиального ядра таламуса на раздражение подглазничного нерва (1) силой 2—3 порога и пульпы зуба (2):

а — гистограммы ЛП (по оси абсцисс — время, мс; по оси ординат — число нейронов); б — график соотношения ЛП ответов «конвергентных» нейронов (по оси абсцисс — ЛП на раздражение подглазничного нерва, мс; по оси ординат — ЛП на раздражение пульпы мс). На всех позициях рис. 2 n — общее число нейронов.

нейронов (67,1 %) они не превышали 10 мс (рис. 2, а, 1). Латентные периоды ответов на раздражение пульпы контралатерального верхнего клыка у 39 «высокопороговых» и «конвергентных» нейронов колебались от 8 до 48 мс, причем у большинства нейронов (61,5 %) время начала реакции не превышало 20 мс (см. рис. 2, а, 2).

У нейронов «конвергентного» типа сравнение латентных периодов ответов на раздражение низкопороговых афферентов подглазничного нерва и высокопороговых афферентов пульпы контралатерального клыка показало наличие между ними прямой корреляции (рис. 2, б). Коэффициент корреляции составлял +0,69.

Обсуждение результатов

Полученные результаты показывают, что по способности к ответам на раздражение низко- и высокопороговых афферентов тройничного нерва в ВПМ ядре можно выделить три группы нейронов: «низкопороговые», «высокопороговые» и «конвергентные». Такие же группы выделены ранее в МЯ таламуса [1]. Однако соотношение этих групп нейронов в МЯ и ВПМ существенно отличается. Так, относительное число нейронов, реагирующих только на раздражение низкопороговых афферентов в ВПМ ядре больше, чем в МЯ (47 и 29 % соответственно), тогда как относительное число нейронов, активировавшихся только на стимуляцию высокопороговых афферентов в ВПМ ядре меньше, чем в МЯ (4 и 12 % соответственно).

Как в МЯ, так и в ВПМ ядре время появления ответов на раздражение низкопороговых афферентов колебалось в довольно широком диапазоне. Относительное число нейронов с латентным периодом до 10 мс в ВПМ ядре гораздо больше, чем в МЯ (67 и 25,3 % соответственно). Время начала реакции на раздражение пульпы клыка также могло значительно отличаться у разных нейронов как в МЯ, так и в ВПМ ядре. Однако нейроны, у которых возникали ответы на раздражение пульпы с латентным периодом до 20 мс, в ВПМ ядре составляли 61,5 %, тогда как в МЯ — 17,8 %. Эти различия между ВПМ ядром и МЯ по соотношению групп нейронов и латентных периодов ответов на раздражение афферентов тройничного нерва, по-видимому, обусловлены особенностями связей между этими ядрами таламуса и комплексом тригеминальных ядер продолговатого мозга. Так, в отличие от МЯ, ВПМ ядро получает проекции преимущественно из главного тройничного сенсорного ядра, формирующего быстропроводящий тригеминальный лемнисковый путь [10].

В группе «конвергентных» нейронов ВПМ ядра таламуса, как и в МЯ, установлена прямая корреляция между латентными периодами ответов, возникших на раздражение низко- и высокопороговых афферентов. Это позволяет предложить наличие общего конечного пути для афферентных импульсов, поступающих к нейронам этого типа ВПМ ядра таламуса. Такой путь может начинаться от нейронов каудального ядра спинального тройничного тракта, в котором обнаружены нейроны, отвечающие на раздражение низко- и высокопороговых афферентов [11].

Выводы

1. В вентро-постеро-медиальном ядре таламуса по наличию ответов на раздражение низкопороговых и высокопороговых афферентов тройничного нерва выделены три группы нейронов: «низкопороговые» (47 %), которые активировались только в ответ на стимуляцию низкопороговых афферентов, «высокопороговые» (4 %), отвечавшие только на стимуляцию высокопороговых афферентов, и «конвергентные» (49 %), отвечавших на раздражение как низкопороговых, так и высокопороговых афферентов.

2. Латентный период ответов на раздражение низкопороговых афферентов составлял 3,5—26 мс, а на раздражение пульпы контралатерального верхнего клыка 8—48 мс.

3. Для «конвергентных» нейронов установлена прямая корреляция между латентными периодами ответов, вызываемых раздражением низко- и высокопороговых афферентов тройничного нерва.

V. V. Garkavenko, E. V. Gura, Yu. P. Limansky

ACTIVATION OF VENTRO-POSTERO-MEDIAL THALAMIC NUCLEUS NEURONS IN CAT BY STIMULATION OF DIFFERENT GROUPS OF TRIGEMINAL NERVE FIBRES

Responses of the thalamic ventro-postero-medial nucleus neurons to stimulation of A-alpha and A-delta fibres of infraorbital nerve and dental pulp were studied in cats anesthetized with sodium thiopental, alpha-chloralose and immobilized by arduan. Three groups of neurons were revealed: «low-threshold» (47 %) which were activated only to stimulation of low-threshold afferents; «high-threshold» ones (4 %), which responded only to stimulation of high-threshold afferents, and «convergent» neurons (49 %), responding to stimulation of both low- and high-threshold afferents. The latencies of responses evoked by infraorbital nerve (A-alpha) stimulation ranged 3.5-26 ms, while the latencies of responses evoked by upper dental pulp stimulation ranged 8-48 ms. A direct correlation between latencies of responses evoked in the same neuron by low-threshold and high-threshold trigeminal nerve afferent was established for «convergent» neurons.

A. A. Bogomoletz Institute of Physiology,
Academy of Sciences of the Ukrainian SSR

1. Гаркавенко В. В., Гура Е. В., Лиманский Ю. П. Активация нейронов медиальных ядер таламуса кошки раздражением различных групп волокон тройничного нерва // Физиол. журн.— 1986.— 32, № 4.— С. 392—397.
2. Гура Е. В., Яхница В. А., Лиманский Ю. П. Торможение рефлексов открывания рта кошки стимуляцией центрального серого вещества и ядер шва // Нейрофизиология.— 1984.— 16, № 3.— С. 374—384.
3. Дуринян Р. А., Мейзеров Е. Е., Чувин Б. Т., Решетняк В. К. Рефлекторное изменение спонтанной и вызванной активности нейронов парафасцикулярного комплекса таламуса кошки при электроакупунктурной стимуляции // Бюл. эксперим. биологии и медицины.— 1983.— 96, № 11.— С. 3—5.
4. Albe-Fessard D., Kruger L. Duality of unit discharges from cat centrum medianum in responses to natural and electrical stimulation // J. Neurophysiol.— 1962.— 25, N 1.— P. 1—20.
5. Burgess P., Perl E. R. Myelinated afferent fibres responding specifically to noxious stimulation of the skin // J. Physiol.— 1967.— 190, N 3.— P. 541—562.
6. Carpenter M. B., Hanna J. R. Fiber projections from the spinal trigeminal nucleus in the cat // J. Comp. Neurol.— 1967.— 117, N 1.— P. 117—132.
7. Craig A. D., Burton H. Spinal and medullary lamina I projection to nucleus submedialis in medial thalamus: a possible pain center // J. Neurophysiol.— 1981.— 45, N 3.— P. 443—466.
8. Hu j. R., Dostrovsky J. O., Sessle B. J. Functional properties of neurons in cat trigeminal subnucleus caudalis (medullary dorsal horn). I. Responses to oral-facial noxious and nonnoxious stimuli and projections to thalamus and subnucleus oralis // Ibid.— 1981.— 45, N 2.— P. 173—192.
9. Jasper H. H., Ajmon-Marsan C. A stereotaxic atlas on the diencephalon of the cat.— Ottawa: National Research Council, 1954.— 90 p.
10. Mizuno N. Projection fibers from main sensory trigeminal nucleus and the supratrigeminal region // J. Comp. Neurol.— 1970.— 139, N 4.— P. 457—472.
11. Torebjörk H. E., Hallin R. J. Identification of afferent C-units in intact human skin nerves // Brain Res.— 1974.— 67, N 3.— P. 387—403.
12. Verhaart W. J., Buch H. F. M. Wallenberg's tract, the fasciculus segmentalis dorso-lateralis and Forell's fasciculi segmentalis // Acta Anat.— 1960.— 40, N 1.— P. 41—58.
13. Yokota T., Matsumoto N. Somatotopic distribution of trigeminal nociceptive specific neurons within the caudal somatosensory thalamus of cat // Neurosci. Lett.— 1983.— 39, N 1.— P. 125—130.

Ин-т физиологии им. А. А. Богомольца
АН УССР, Киев

Поступила 04.02.86