

АКТИВАЦИЯ НЕЙРОНОВ МЕДИАЛЬНЫХ ЯДЕР ТАЛАМУСА КОШКИ РАЗДРАЖЕНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП ВОЛОКОН ТРОЙНИЧНОГО НЕРВА

Установлено, что нейроны медиальных ядер таламуса отвечают на соматические ноцицептивные и неноцицептивные стимулы [7]. При изучении ответов этих нейронов на адекватные раздражения и стимуляцию периферических нервов были получены данные, характеризующие особенности рецептивных полей нейронов медиальных ядер таламуса и их функциональное подразделение в отношении различных афферентных входов у крыс [28], кошек [2, 6, 12, 24, 29] и обезьян [11, 26]. Следует отметить, что в этих исследованиях анализировались ответы нейронов медиальных ядер таламуса преимущественно на стимуляцию, приложенную в области конечностей и туловища. В то же время в ряде работ с использованием морфологических методов были показаны проекции путей системы тройничного нерва в медиальные ядра таламуса [10, 18, 20, 27]. Электрофизиологическими исследованиями в этой области таламуса обнаружены фокальные потенциалы, вызванные раздражением подглазничного нерва и пульпы зуба [19, 21], а также ответы нейронов на стимуляцию верхней губы и пульпы зуба [2, 25].

Цель настоящей работы — изучение ответов нейронов медиальных ядер таламуса, вызванных стимуляцией различных групп афферентных волокон тройничного нерва. Для этого стимулировали пульпу зуба, которая иннервируется миелинизированными А-δ и немиелинизированными С-волокнами [8, 9, 14, 15, 23], а также подглазничный нерв, в котором в зависимости от силы стимула можно раздражать А-α либо А-α и А-δ волокна [1, 4].

Методика

Опыты проведены на 18 взрослых кошках обоего пола массой 2,2—4,0 мг, наркотизированных внутримышечной инъекцией кеталара (15 мг/кг) и последующим внутривенным введением хлоралозы (40—60 мг/кг). Подготовка животного к эксперименту включала трахеотомию, катетеризацию бедренной артерии, установку стимулирующих электродов на пульпу верхнего и нижнего клыков, препарирование подглазничного нерва и установку там стимулирующих электродов. Для отведения афферентной волны, возникающей при раздражении подглазничного нерва в волокнах, подходящих к Гассерову ганглию, удаляли затылочную часть левого полушария головного мозга. Методика отведения афферентной волны и определения порогов стимуляции подглазничного нерва описана ранее [4]. За один порог принимали стимул длительностью 0,2 мс, амплитудой, достаточной для появления минимальной афферентной волны в Гассеровом ганглии. Установлено, что при раздражении подглазничного нерва силой 1—4 порога возбуждаются низкочастотные А-α волокна, а при дальнейшем увеличении силы стимуляции до 9 порогов — активируются высокочастотные А-δ волокна [1, 4].

Для доступа к области отведения в таламусе удаляли часть правого полушария, контралатерального по отношению к раздражаемым афферентам. Стимуляцию пульпы осуществляли с помощью биполярных электродов из нихромовой проволоки диаметром 100 мкм в лаковой изоляции. Электроды вводили в пульпарный канал через отверстие, высверленное в дентине зуба и закрепляли фосфат-цементом. Межэлектродное расстояние составляло 1,5—2,0 мм. Раздражение пульпы осуществлялось 1—3 прямоугольными импульсами тока с межимпульсным интервалом 3 мс и длительностью импульса 0,2 мс. Пульпу раздражали током силой равной или в полтора раза превышающей пороговое значение тока, необходимое для сокращения двубрюшной мышцы. После завершения подготовительных операций животное обездвигивали внутривенным введением d-тубокурарина или миорелаксина (1—2 мг/кг). Отведение электрических потенциалов отдельных нейронов осуществлялось стеклянными микроэлектродами, заполненными NaCl (4 моль/л), погруженными в медиальные ядра таламуса в соответствии с координатами стереотаксического атласа Джаспера и Аймон — Марса-

на [17]: Fr 7,0÷8,0; L 2,0÷4,0; H электродного отведения в таламус пропускали переменный ток 2—3 мА в 10 %-ном растворе фенола. Толщина около 100 мкм на замораживании.

Исследованы ответы 86 следующих ядер таламуса: латеральное (Lf), центральное латеральное (Pfl), медиодорсальное (MD). Реакции на стимуляцию подглазничного нерва силой 1—4 порога, записанные внеклеточно в 75 нейронах, представляли собой фазный разряд, состоящий из 1—2, на группы пиковых потенциалов. Частота появления ответов в нейронах значительно отличалась. В некоторых нейронах ответ возникал только на сильный стимул, тогда как у других частота появления его составляла 1—2 мс.

Рис. 1. Реакции нейронов медиальных ядер таламуса на раздражение низкочастотных афферентных волокон тройничного нерва:

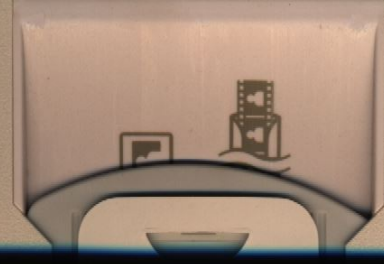
а — гистограмма латентных периодов ответов (n=75) медиального таламуса на раздражение подглазничного нерва силой 3—4 порога; б — реакция того же нейрона на раздражение подглазничного нерва силой в 1 (1), 2 (2) и 4 (3) порога. Кал. 20 мс.

0,4. Латентные периоды ответов подглазничного нерва. Следует отметить, что за раз минимальное значение для 10 порога силы стимула от 3—4 порога либо возникал с малой вероятностью или увеличивался. Стимуляцией подглазничного медиального таламуса предстало, что сила стимула, приложенного к латентным периодам ответов была

У шести нейронов раздражение не вызывало, но ответы появлялись на стимуляцию подглазничного нерва силой 9 порогов (рис. 1). Колебались от 4,0 до 64,0 мс.

Ответы на раздражение 45 нейронов, а на раздражение 16 из этих нейронов в обоих клыках. Реакции, вызванные стимуляцией, состояли из нескольких импульсов. Частота следования стимулов, вызывавшая стимуляцию пульпы клыка б подглазничного нерва. В некоторых случаях пульпу клыка возникала серия (рис. 2, б) либо вероятнее всего стимулов была выше, чем в предыдущем.

Латентные периоды ответов на раздражение клыка, колебались в пределах 8—53 мс (рис. 2, в). Акций, возникавших на стиму-



Ю. П. Лиманский

МЕДИАЛЬНЫХ ЯДЕР ИЕМ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП ОГО НЕРВА

ых ядер таламуса отвечают на дептивные стимулы [7]. При ватные раздражения и стиму-лучены данные, характеризующие нейроны медиальных ядер таламуса в отношении различных ж [2, 6, 12, 24, 29] и обезьян исследования анализировались муса преимущественно на сти-ностей и туловища. В то же орфологических методов были иничного нерва в медиальные офизиологическими исследова-жены фокальные потенциалы, о нерва и пульпы зуба [19, 21], о верхней губы и пульпы зу-

ответов нейронов медиальных различных групп афферент-ого стимулировали пульпу зу-ванными А-δ и немиелинизи-, а также подглазничный нерв, а можно раздражать А-α либо

боего пола массой 2,2—4,0 мг, нарко-ра (15 мг/кг) и последующим вну-Подготовка животного к эксперименту (артерии, установку стимулирующих, препарирование подглазничного нер-Для отведения афферентной волны, ерва в волокнах, подходящих к Гас-ро полушария головного мозга. Мето-и порогов стимуляции подглазничного (мали стимул длительностью 0,2 мс, ьной афферентной волны в Гассеро-подглазничного нерва силой 1—4 по-а при дальнейшем увеличении силы пороговые А-δ волокна [1, 4].

е удаляли часть правого полушария, ым афферентам. Стимуляцию пульпы в из нихромовой проволоки диамет-одили в пульпарный канал через от-яли фосфат-цементом. Межэлектрод-не пульпы осуществлялось 1—3 пря-м интервалом 3 мс и длительностью ой равной или в полтора раза пре-е для сокращения двубрюшной мыш-ий животное обездвигивали внутри-ксина (1—2 мг/кг). Отведение элек-дествлялось стеклянными микроэлект-ными в медиальные ядра таламуса в атласа Джаспера и Аймон — Марса-

на [17]: Fr 7,0÷8,0; L 2,0÷4,0; H 1,0÷3,0. В конце опыта по координатам микро-электродного отведения в таламус погружали нихромовый электрод, через который пропускали переменный ток 2—3 мА для коагуляции места отведения. После фикса-ции мозга в 10 %-ном растворе формалина изготавливали серийные срезы таламуса толщиной около 100 мкм на замораживающем микротоме.

Результаты

Исследованы ответы 86 нейронов, которые были локализованы в следующих ядрах таламуса: срединный центр (СМ), парафасцикуляр-ное (Pf), центральное латеральное (CL), субпарафасцикулярное (sPf) и медиодорсальное (MD). Реакции, вызванные стимуляцией подглазничного нерва силой 1—4 порога, зарегистрированы внеклеточно в 75 нейронах. Ответы представляли собой фазный импульсный разряд, состоящий из 1—2, но нередко и группы пиковых потенциалов. Вероятность появления ответов в нейронах могла значительно отличаться. Так, у одних нейронов ответ возникал на каждый стимул, тогда как у других вероятность появления его составляла 0,3—

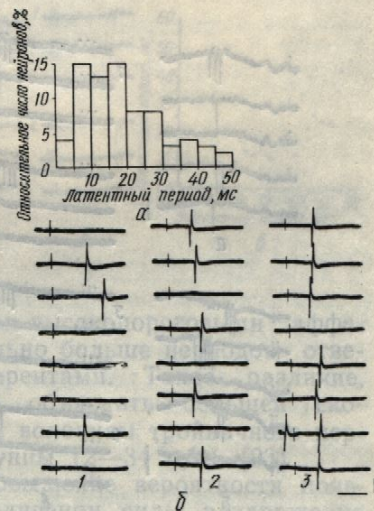


Рис. 1. Реакции нейронов медиального таламуса на раздражение низкопороговых афферентов трой-ничного нерва:

а — гистограмма латентных периодов ответов нейронов (n=75) медиального таламуса на раздражение подглаз-ничного нерва силой 3—4 порога; б — реакции одного и того же нейрона при раздражении подглазничного нерва силой в 1 (1), 2 (2) и 4 (3) порога. Калибровка: 1 мВ, 20 мс.

0,4. Латентные периоды ответов, вызванных низкопороговыми аффе-рентами подглазничного нерва, колебались от 3 до 48 мс (рис. 1, а). Следует отметить, что за размер латентного периода принимали его минимальное значение для 10 и большего числа реакций. При умень-шении силы стимула от 3—4 порогов до одного ответ нередко исчезал, либо возникал с малой вероятностью, латентный период при этом не изменялся или увеличивался на 1—4 мс. Примеры ответов, вызванных стимуляцией подглазничного нерва силой 1, 2 и 4 порога в нейроне медиального таламуса представлены на рис. 1, б, в г. При увеличении силы стимула, приложенного к подглазничному нерву, до 9 порогов ла-тентные периоды ответов большинства нейронов не изменялись.

У шести нейронов раздражение низкопороговых волокон реакций не вызывало, но ответы появлялись при стимуляции подглазничного нерва силой 9 порогов (рис. 2, а). Латентные периоды таких ответов колебались от 4,0 до 64,0 мс.

Ответы на раздражение пульпы верхнего клыка обнаружены у 45 нейронов, а на раздражение пульпы нижнего клыка — у 24 нейро-нов. У 16 из этих нейронов возникали ответы на раздражение пульпы обоих клыков. Реакции, вызванные стимуляцией пульпы клыка, обычно состояли из нескольких импульсных потенциалов (рис. 2, б — д). При частоте следования стимулов 0,5 с⁻¹ вероятность появления ответов на стимуляцию пульпы клыка была обычно ниже, чем на раздражение подглазничного нерва. В некоторых случаях ответ нейрона на стиму-ляцию пульпы клыка возникал лишь на первый стимул предъявляемой серии (рис. 2, в) либо вероятность его возникновения на первые не-сколько стимулов была выше, чем на последующие.

Латентные периоды ответов, вызванные стимуляцией пульпы верх-него клыка, колебались в пределах 7—58 мс (рис. 2, е), а пульпы ниж-него клыка — 8—53 мс (рис. 2, ж). Между латентными периодами ре-акций, возникавших на стимуляцию верхнего и нижнего клыка, в одном

и том же нейроне наблюдается прямая корреляционная зависимость (рис. 2, з). На рис. 2, г, д показаны ответы, вызванные стимуляцией пульпы верхнего и нижнего клыков у двух нейронов при одновременной регистрации. У одного из нейронов амплитуда ответов была больше, а латентный период ответа на раздражение пульпы верхнего и нижнего клыков — меньше, чем у второго.

У большинства нейронов (76) были исследованы реакции на раздражение как низко-, так и высокопороговых волокон тройничного нерва. Исследованные нейроны разделены на три группы. В первую группу отнесены 45 нейронов, которые отвечали на стимуляцию низкопорого-

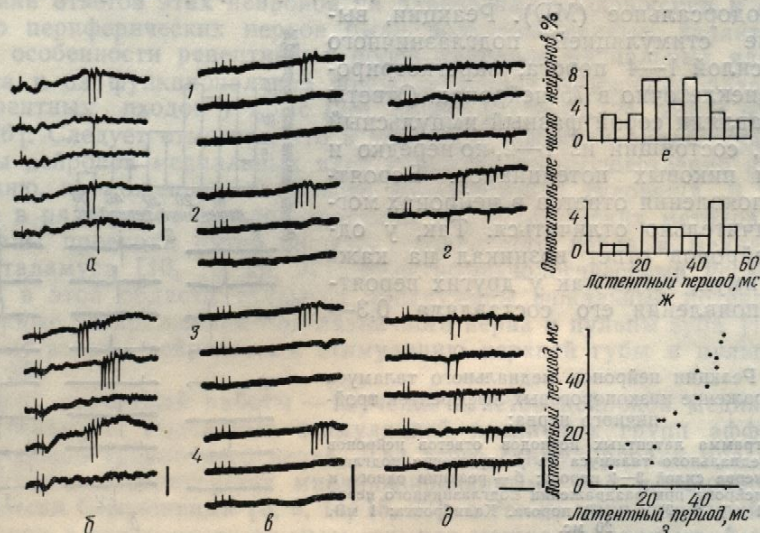


Рис. 2. Реакции нейронов медиального таламуса на раздражение высокопороговых афферентов.

Осциллограммы реакций на раздражение: а — подглазничного нерва силой 9 порогов (при отсутствии ответа на раздражение силой 4 порога); б — пульпы верхнего клыка; в — пульпы нижнего клыка (1—4), появление ответа одного и того же нейрона только на первый стимул серии; г — пульпы верхнего клыка при одновременной регистрации реакций двух нейронов; д — пульпы нижнего клыка (реакции тех же двух нейронов). Калибровка: 1 мВ, 20 мс. Гистограммы латентных периодов ответов на раздражение: е — пульпы верхнего (n=45) и ж — нижнего (n=24) клыков. График соотношения латентных периодов ответов одних и тех же нейронов на раздражение: з — пульпы верхнего (по вертикали) и пульпы нижнего (по горизонтали) клыков (n=16).

вых волокон подглазничного нерва и высокопороговых волокон пульпы зуба. Реакции одного из нейронов этой группы представлены на рис. 3, а, б. В одном и том же нейроне латентный период ответа, вызванного стимуляцией пульпы зуба, был больше, чем латентный период ответа, вызванного стимуляцией низкопороговых волокон подглазничного нерва. Причем между значениями этих латентных периодов наблюдалась прямая корреляция (рис. 3, в). Во вторую группу были отнесены 22 нейрона, которые отвечали только на стимуляцию низкопороговых волокон подглазничного нерва, в третью — девять нейронов, которые отвечали на раздражение высокопороговых афферентов подглазничного нерва и пульпы зуба.

Обсуждение результатов

Полученные результаты показывают, что сенсорные ядра тройничного нерва передают импульсацию, поступающую к ним по различным типам волокон периферических ветвей этого нерва, в медиальные ядра таламуса. Для большинства изученных нейронов характерны конвергенция низкопороговых волокон группы А-α и высокопороговых А-δ и, возможно, С, которые иннервируют пульпу зуба [8, 9, 14, 15, 23]. Такие же данные получены другими авторами [12] при исследовании ответов нейронов медиального таламуса, вызванных стимуляцией различных групп волокон конечности. Наличие конвергенции импульса-

ции, вызванной соматическими и слуховыми раздражениями ядер таламуса [5].

В то же время результаты в медиальном таламусе имеют раздражение только высокопороговых афферентов тройничного нерва. Нейроны этих ядер обнаруживают типичные и нетипичные реакции [2, 12].

Рис. 3. Реакции одних и тех же нейронов медиального таламуса на раздражение низкопороговых и высокопороговых афферентов тройничного нерва.

Осциллограммы реакции на раздражение: подглазничного нерва силой 1 (1) и 4 (2) порога; б — пульпы верхнего (1) и нижнего клыков. Калибровка: 1 мВ, 20 мс. График соотношения латентных периодов ответов одних и тех же нейронов на раздражение низкопороговых и высокопороговых афферентов тройничного нерва: а — пульпы верхнего клыка (по горизонтали) и подглазничного нерва (по вертикали) силой 3—4 порога (n=38).

Латентные периоды ответов нейронами тройничного нерва, вызванных низкопороговыми афферентами, очевидно, в значительной мере зависят от скорости проведения по низкопороговым волокнам (78 м/с) [4], чем по высокопороговым.

Уменьшение латентного периода ответа у части нейронов подглазничного нерва до 4 п при увеличении силы стимула свидетельствует о наличии большого количества активизируемых волокон.

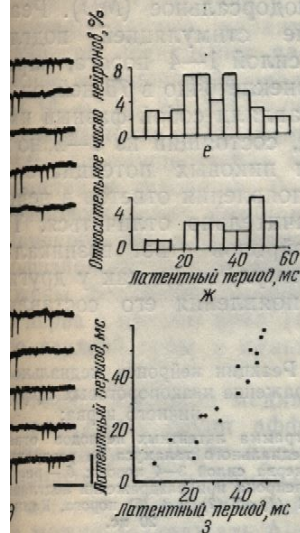
При анализе латентных периодов передачи от низко- и высокопороговых афферентов к медиальным ядрам таламуса в литературе имеются прямые и косвенные данные. Так, от каудального ядра спинального нерва возможны и другие, более сложные пути. Так, имеются проекции к СМ мозга [13, 22], где обнаружены нервные тракты, сформированные из волокон каудального ядра спинального нерва.

Показанная нами прямая корреляция латентных периодов ответов, вызванных стимуляцией низкопороговых и высокопороговых волокон подглазничного нерва, эта импульсация передается по одному пути. Таким образом, можно предположить, что раздражающие импульсы на стимуляцию низко- и высокопороговых афферентов обусловлено конвергенцией импульсов в ядрах тройничного нерва. Это подтверждается тем, что в каудальном ядре спинального нерва так называемые ширококодовые и узкокодовые (пульпаческие) раздражения [15].

1. В опытах на кошках, в которых исследовали ответы нейронов медиального таламуса на раздражение А-δ волокон подглазничного нерва, большинство из них отвечали на сти-

и корреляционная зависимость ответов, вызванных стимуляцией этих нейронов при одновременной стимуляции была больше, а не пульпы верхнего и нижнего

исследованы реакции на разрыв волокон тройничного нерва три группы. В первую группу на стимуляцию низкорого-



са на раздражение высокопороговых волокон тройничного нерва силой 9 порогов (при отсутствии верхнего клыка; а — пульпы нижнего клыка; б — пульпы верхнего клыка; в — реакция двух нейронов; д — пульпы нижнего клыка; 1 мВ, 20 мс. Гистограммы латентных периодов (л=45) и ж — нижнего (л=24) клыков. и тех же нейронов на раздражение: з — по горизонтали) клыков (л=16).

сокопороговых волокон пульпы этой группы представлены на латентный период ответа, вы- больше, чем латентный период низкороговых волокон под- ниями этих латентных периодов 3, е). Во вторую группу были только на стимуляцию низко- а, в третью — девять нейронов, окопороговых афферентов под- льтатов

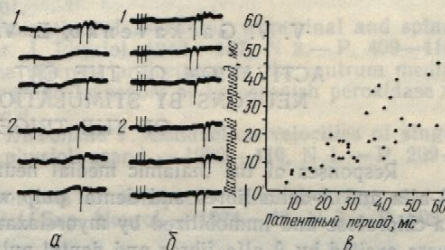
от, что сенсорные ядра трой- поступающую к ним по различ- вей этого нерва, в медиальные ученных нейронов характерны группы А-α и высокопороговых от пульпу зуба [8, 9, 14, 15, 23]. вторыми [12] при исследовании а, вызванных стимуляцией раз- личие конвергенции импульса-

ции, вызванной соматическими, висцеральными, болевыми, зритель- ными и слуховыми раздражениями, является особенностью медиаль- ных ядер таламуса [5].

В то же время результаты нашего исследования показывают, что в медиальном таламусе имеются нейроны, которые реагируют на раз- дражение только высокопороговых, либо только низкороговых аф- ферентов тройничного нерва. Аналогичные функциональные группы нейронов этих ядер обнаружены при анализе их ответов на ноцицеп- тивные и неноцицептивные раздражения головы, туловища и конеч- ностей [2, 12].

Рис. 3. Реакции одних и тех же нейро- нов медиального таламуса на раздраже- ние низкороговых и высокопороговых афферентов тройничного нерва.

Осциллограммы реакции на раздражение: а — подглазничного нерва силой 1 (1) и 4 (2) поро- га; б — пульпы верхнего (1) и нижнего (2) клыков. Калибровка: 1 мВ, 20 мс. График со- отношения латентных периодов ответов одних и тех же нейронов на раздражение низкоро- говых и высокопороговых афферентов трой- ничного нерва: в — пульпы верхнего клыка (по горизонтали) и подглазничного нерва (по вертикали) силой 3—4 порога (л=38).



Латентные периоды ответов, вызванных высокопороговыми аффе- рентами тройничного нерва, были значительно больше периодов отве- тов, вызванных низкороговыми афферентами. Такое различие, очевидно, в значительной мере можно объяснить большей ско- ростью проведения по низкороговым А-α волокнам тройничного нер- ва (78 м/с) [4], чем по волокнам А-δ группы (2—34 м/с) [23].

Уменьшение латентного периода и повышение вероятности появ- ления ответа у части нейронов при увеличении силы раздражения подглазничного нерва до 4 порогов, очевидно, обусловлено тем, что при увеличении силы стимулирующего тока происходит повышение количества активируемых волокон группы А-α [4].

При анализе латентных периодов важно учитывать центральные пути передачи от низко- и высокопороговых афферентов тройничного нерва к медиальным ядрам таламуса. По данным морфологических исследований имеются прямые пути к ядрам медиального таламуса от каудального ядра спинального тройничного тракта [18, 27]. Однако возможны и другие, более сложные тригемино-таламические связи. Так, имеются проекции к СМ из верхних бугорков крыши среднего мозга [13, 22], где обнаружены окончания дорсального тригеминаль- ного тракта, сформированного гигантоклеточной частью каудального ядра спинального тройничного тракта [3].

Показанная нами прямая корреляция между латентными периода- ми ответов, вызванных стимуляцией пульпы зуба и низкороговыми волокнами подглазничного нерва, позволяет считать, что к медиальным ядрам таламуса эта импульсация может поступать по общему конеч- ному пути. Таким образом, значительное количество нейронов, отвеча- ющих на стимуляцию низко- и высокопороговых афферентов, по-види- мому, обусловлено конвергенцией этих афферентов на уровне сенсор- ных ядер тройничного нерва. Это подтверждается данными о том, что в каудальном ядре спинального тройничного тракта обнаружена груп- па так называемых широкодинамических нейронов, которые отвечают как на ноцицептивные (пульпа зуба), так и неноцицептивные механи- ческие раздражения [15].

Выводы

1. В опытах на кошках, наркотизированных хлоралозой, исследо- вали ответы нейронов медиальных ядер таламуса на стимуляцию А-α и А-δ волокон подглазничного нерва и пульпы зуба. 59 % исследован- ных нейронов отвечали на стимуляцию А-α волокон и пульпы зуба.

29 % нейронов отвечали только на стимуляцию А-α волокон, а 12 % — на стимуляцию А-δ волокон подглазничного нерва и пульпы зуба. Латентные периоды ответов, вызванных стимуляцией А-α волокон колебались в пределах 3—48 мс, А-δ волокон подглазничного нерва — 4—64 мс, пульпы верхнего клыка — 7—58 мс, а пульпы нижнего клыка — 8—53 мс.

2. Установлена прямая корреляционная зависимость между латентными периодами ответов, вызываемых в одних и тех же нейронах раздражением низкопороговых и высокопороговых афферентов тройничного нерва.

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

ACTIVATION OF THE CAT THALAMIC MEDIAL NUCLEI NEURONS BY STIMULATION OF DIFFERENT GROUPS OF THE TRIGEMINAL FIBRES

Responses of the thalamic medial neurons to stimulation of the infraorbital nerve A-alfa and A-delta fibres and dental pulp were studied in the cats anesthetized with alfa-chloralose and immobilized by myorelaxants. Most of the neurons investigated (59 %) were excited by A-alfa fibres and dental pulp stimulation. 29 % of the neurons responded to A-alfa fibres stimulation only and 12 % — to stimulation of the infraorbital nerve A-delta fibres and dental pulp. The latencies of the responses evoked by stimulation of the infraorbital nerve A-alfa and A-delta fibres ranged between 3-48 and 4-64 ms, respectively. The latencies of the responses evoked by upper and lower dental pulp stimulation ranged between 7-58 ms and 8-53 ms, respectively.

The existence of a direct correlation between the latencies of the responses evoked in the same neurons by low-threshold and high-threshold trigeminal nerve afferents is established.

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

1. 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.
2. Дуринян Р. А., Мейзеров Е. Е., Чувин Б. Т., Решетняк В. К. Рефлекторное изменение спонтанной и вызванной активности нейронов парафасцикулярного комплекса таламуса кошки при электроаккупунктурной стимуляции // *Бюл. эксперим. биологии и медицины*. — 1983. — 96, № 11. — С. 3—5.
3. Лиманский Ю. П. Структура и функции системы тройничного нерва. — Киев: Наук. думка, 1976. — 255 с.
4. Лиманский Ю. П., Гура Е. В. ВПСП мотонейронов жевательной мышцы кошки, вызванные стимуляцией низкопороговых волокон подглазничного нерва // *Нейрофизиология*. — 1977. — 9, № 6. — С. 583—591.
5. Серков Ф. Н., Казаков В. Н. Нейрофизиология таламуса. — Киев: Наук. думка, 1980. — 260 с.
6. 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.
7. Albe-Fessard D., Besson J. M. Convergent thalamic and cortical projections // *The non-specific system*. — Berlin Ac.: Springer, 1973. — P. 489—561. — (Handbook of sensory physiology; Vol. 2).
8. Anderson K. V., Pearl G. S. Conduction velocities in afferent fibers from feline tooth pulp // *Exp. Neurol.* — 1974. — 43, N 2. — P. 281—283.
9. Brookhart J. M., Livingston W. K., Haugen F. P. Functional characteristics of afferent fibers from tooth pulp of cat // *J. Neurophysiol.* — 1953. — 16, N 2. — P. 634—642.
10. Burton H., Craig A. D. Distribution of trigeminothalamic projection cells in cat and monkey // *Brain Res.* — 1979. — 161, N 3. — P. 515—521.
11. Casey K. L. Unit analysis of nociceptive mechanisms in the thalamus of the awake squirrel monkey // *J. Neurophysiol.* — 1966. — 29, N 3. — P. 727—750.
12. Dong W. K., Ryn H., Wagman J. H. Nociceptive responses of neurons in medial thalamus and their relationship to spinothalamic pathways // *Ibid.* — 1978. — 41, N 6. — P. 1592—1613.
13. Graham J. An autoradiographic study of the efferent connections of the superior colliculus in the cat // *J. Comp. Neurol.* — 1977. — 173, N 3. — P. 629—654.
14. Greenwood F., Horiuchi H., Matthews B. Electrophysiological evidence on the types of nerve fibres excited by electrical stimulation of teeth with a pulp tester // *Arch. Oral. Biol.* — 1972. — 17, N 3. — P. 701—709.

15. Harris R., Griffin C. J. Fine
Ibid. — 1972. — 13, N 7. — P.
16. Hu J. W., Dostorovsky J. C.
trigeminal subnucleus cauda
noxious and nonnoxious stim
J. Neurophysiol. — 1981. — 45,
17. Jasper H. H., Ajmon-Marsan
Ottawa: Nat. Res. Counc. —
18. Kawamura S. Afferent proj
complex in the cat // *Folia*
19. Kerr D. J. B., Haugen F. P.
oth stimulation // *Amer. J. P*
20. Kruger L., Saporita S., Fel
complex // *Pain in the trig*
Holland biomed. press., 1977
21. Magoun H. W., McKinley W
tracts in the thalamus of th
22. McGuinness C. M., Krauthan
num of the cat as demonst
Brain Res. — 1980. — 184, N 1
23. Narhi M., Virtanen A., Hu
pulp nerve fibre units in th
213.
24. Nyquist Y. K., Greenhoot
high-intensity cutaneous in
622.
25. Pearl G. S., Anderson K. V
to tooth pulp stimulation //
26. Perl E. R., Whitlock D. C.
thalamic neurons in cat an
27. Peschanski M. Trigeminal
1984. — 12, N 2. — P. 465—48
28. Peschanski M., Guilbaud G
nal responses to noxious a
72, N 1. — P. 226—238.
29. Urabe M., Tsubakawa T.,
the nucleus centrum med
application of noxious stim

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

УДК 612.826:612.85

РЕАКЦИИ НЕЙРОС ИГНАЛЫ

При изучении элементарных (ХЯ) установлено, что в различных системах, в том числе в системах, вызываемых раздражениями [6, 10, 11] с разными областями низкими уровнями слуховых раздражений в настоящие нейроны ХЯ реагируют различными пространственными звуками, и сигналы,

Исследования проведенные в дозе (40 мг/кг нембутала в фиксированных винтах и два

Физиол. журн., 1986, т. 3

цию А-α волокон, а 12 % — о нерва и пульпы зуба. Лагуляцией А-α волокон коле-подглазничного нерва — 4 — а пульпы нижнего клы-ая зависимость между ла-в одних и тех же нейронах ороговых афферентов трой-

Yu. P. Limansky

IC MEDIAL NUCLEI FFERENT GROUPS FIBRES

stimulation of the infraorbital nerve ed in the cats anesthetized with al- of the neurons investigated (59 %) tion. 29 % of the neurons responded imulation of the infraorbital nerve responses evoked by stimulation of yed between 3-48 and 4-64 ms, resu-pper and lower dental pulp stimu-ly.

ie latencies of the responses evoked shold trigeminal nerve afferents is

Торможение рефлексов открывания ещества и ядер шва // Нейрофизио-

иетняк В. К. Рефлекторное измене-но парафасцикулярного комплекса имуляции // Бюл. эксперим. биоло-

я тройничного нерва. — Киев: Наук.

ронов жевательной мышцы кошки, он подглазничного нерва // Нейро-

ия таламуса. — Киев: Наук. думка,

harges from cat centrum medianum ion // J. Neurophysiol. — 1962. — 25,

amic and cortical projections // The 3.—P. 489—561.— (Handbook of

s in afferent fibers from feline tooth 283.

P. Functional characteristics of affe-ol. — 1953. — 16, N 2. — P. 634—642. thalamic projection cells in cat and i—521.

isms in the thalamus of the awake , N 3.—P. 727—750.

responses of neurons in medial tha-ithways // Ibid. — 1978. — 41, N 6. —

fferent connections of the superior —173, N 3.—P. 629—654.

ophysiological evidence on the types of teeth with a pulp tester // Arch.

15. Harris R., Griffin C. J. Fine structure of nerve endings in the human dental pulp // Ibid. — 1972. — 13, N 7. — P. 773—778.
16. Hu J. W., Dostorovsky 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 projection to thalamus and subnucleus oralis // J. Neurophysiol. — 1981. — 45, N 2. — P. 173—192.
17. Jasper H. H., Ajmon-Marsan C. A stereotaxic atlas on the diencephalon of the cat. — Ottawa: Nat. Res. Council. — 1954. — 90 p.
18. Kawamura S. Afferent projections of the nucleus caudalis of the spinal trigeminal complex in the cat // Folia Anat. Jap. — 1971. — 47, N 2. — P. 377—405.
19. Kerr D. J. B., Haugen F. P., Melzack R. Responses evoked in the brain stem by tooth stimulation // Amer. J. Physiol. — 1955. — 183, N 2. — P. 253—258.
20. Kruger L., Saporta S., Feldman S. G. Axonal transport of the sensory trigeminal complex // Pain in the trigeminal region. — Amsterdam: Elsevier; New York: North-Holland biomed. press., 1977. — P. 191—201.
21. Magoun H. W., McKinley W. A. The termination of ascending trigeminal and spinal tracts in the thalamus of the cat // Amer. J. Physiol. 1942. — 137, N 2. — P. 409—416.
22. McGuinness C. M., Krauthamer M. G. The afferent projections to the centrum medianum of the cat as demonstrated by retrograde transport of horseradish peroxidase // Brain Res. — 1980. — 184, N 1. — P. 255—269.
23. Narhi M., Virtanen A., Huopaniemi T., Hirvonen T. Conduction velocities of single pulp nerve fibre units in the cat // Acta physiol. scand. — 1982. — 116, N 1. — P. 209—213.
24. Nyquist Y. K., Greenhoot Y. H. Unit analysis of nonspecific thalamic responses to high-intensity cutaneous input in the cat // Exp. Neurol. — 1974. — 42, N 3. — P. 609—622.
25. Pearl G. S., Anderson K. V. Responses of cells in feline nucleus centrum medianum to tooth pulp stimulation // Brain Res. Bull. — 1980. — 5, N 1. — P. 41—45.
26. Perl E. R., Whitlock D. G. Somatic stimuli exciting spino-thalamic projections to thalamic neurons in cat and monkey // Exp. Neurol. — 1961. — 3, N 2. — P. 256—296.
27. Peschanski M. Trigeminal afferents to the diencephalon in the rat // Neuroscience. — 1984. — 12, N 2. — P. 465—487.
28. Peschanski M., Guilbaud G., Gautron M. Posterior intralaminar region in rat: neuronal responses to noxious and nonnoxious cutaneous stimuli // Exp. Neurol. — 1981. — 72, N 1. — P. 226—238.
29. Urabe M., Tsubakawa T., Watanabe Y. Alteration of activity of single neurons in the nucleus centrum medianum following stimulation of the peripheral nerve and application of noxious stimuli // Jap. J. Physiol. — 1966. — 16, N 4. — P. 421—435.

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

Поступила 10.04.85

УДК 612.826:612.85

Р. Р. Великая, Г. М. Груздев

РЕАКЦИИ НЕЙРОНОВ НЕОСТРИАТУМА НА ЗВУКОВЫЕ СИГНАЛЫ С РАЗЛИЧНОЙ ЛОКАЛИЗАЦИЕЙ

При изучении электрических реакций нейронов хвостатого ядра (ХЯ) установлено, что на них конвергируют импульсы из разных сенсорных систем, в том числе и импульсы, вызываемые звуковыми раздражениями [6, 10, 11]. Известно также, что ХЯ имеет прямые связи с разными областями слуховой коры [4] и полисинаптические с более низкими уровнями слуховой системы.

Для более детального изучения участия ХЯ в анализе звуковых раздражений в настоящем исследовании проведено изучение способности нейронов ХЯ реагировать на звуковые сигналы, обладающие различными пространственными характеристиками неподвижного источника звука, и сигналы, имитирующие его движение.

Методика

Исследования проведены на 5 кошках массой 3,5—3,8 кг. Животным под наркозом (40 мг/кг нембутала внутривенно) производили операцию вживления в череп фиксирующих винтов и двух симметричных втулок над трепанационными отверстиями