

A. Mikhnev

ISM IN SMOOTH MUSCLES
CT AFTER EXPERIMENTAL
NEURAL REGULATION

both muscles of the pigeon gizzard after (inistration of atropine sulphate) or blocking (ration of reserpine) and in smooth muscles a prolonged blocking of M-cholinoreceptors level and inhibition of glycolysis and Krebs increased. Changes in the enzyme activity manifested. Changes in energy metabolism agatomy were similar to those in pigeons ances of energy metabolism were probably nent in smooth muscles.

ратуры

х обмена. — М.: Изд-во Наркомздрава

Т. Ю. Биохимия митохондрий. — М.:

ратуры желудка при перерезке блуждаю-
и-та. Самарканд, 1962, 21, с. 74—78

ия пластической активности мышечной

ации и состоянии некоторых тканей ки-
детей. — Арх. анатомии, гистологии и

ские основы нервной трофики. — В кн.:

ой Н. П. и Северина С. Е. — М.: Изд-во

некоторых дегидрогеназ цикла Кребса
рад. ун-та. Биология, 1969, 21, вып. 4,

активность нервов. — Укр. биохим. журн.,

сти и изоферментного состава гексоки-
ище желудка кролика: Автореф. дис.

late pool as a regulatory parameter. —

skeletal muscle metabolism. — In: Current
am — Oxford, 1979, г. 61—72.

multiplicity of neurotransmitters outside
London: Edward Arnold, 1981, p. 263—

leotide-dependent protein kinases. — In:
w York: Raven press, 1979, vol. 10,

Isocitrat-Dehydrogenase der Mitochon-
441—464.

Rev. Physiol., 1976, vol. 38, p. 177—216.
ondensation product of N-methylnicotin-
N 1, p. 157—160.

stochromatographic separation of inor-
yt. Biochem., 1963, 5, N 2, p. 542—547.

trime-c-oxidase. — J. Biol. Chem., 1954,

1962. — 486 p.

Поступила 12.01.84

Физиол. журн., 1984, т. 30, № 3

УДК 612.822.3:612.825.5:612.311.1:612.817.1

Ю. П. Диманский, Р. С. Златин, Б. А. Ройтуб,
В. Н. Ильин, В. В. Головатый, В. Н. Оксамитный

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ НЕЙРОНОВ
И СОДЕРЖАНИЕ АЦЕТИЛХОЛИНА В ЗОНЕ КОРКОВОЙ
ПРОЕКЦИИ АФФЕРЕНТНЫХ НОЦИЦЕПТИВНЫХ СИГНАЛОВ

На основании электрофизиологических исследований центральных механизмов ноцицепции, проведенных за последнее десятилетие, соматосенсорная область коры больших полушарий рассматривается как конечное звено пути афферентной волны, возникающей в результате ноцицептивной стимуляции. В то же время вопрос о функциональном значении корковых механизмов ноцицептивной чувствительности полностью еще не решен. У большинства исследователей не вызывает сомнений, что одной из функций коры в данном случае является локализация ноцицептивного воздействия, на что указывает соматотопическая организация ноцицептивных афферентов в коре. Однако роль структур коры в переработке ноцицептивной информации, а также в осуществлении контроля над нижележащими структурами, участвующими в передаче ноцицептивной информации, еще не выяснена. Важное значение для дальнейшего изучения этого вопроса может иметь более углубленное исследование процессов, происходящих в фокусе максимальной активности соматосенсорной коры, куда поступает ноцицептивная информация и где, по-видимому, начинается процесс ее переработки на корковом уровне. Для оценки этих процессов могут быть использованы не только нейрофизиологические (ЭКоГ, ВП, нейрональная активность), но и нейрохимические показатели, в частности нейромедиаторные сдвиги, регистрируемые в области фокуса корковых ноцицептивных проекций.

Из литературы известно [20], что пульпа зуба является чистым афферентным входом, который включает передачу исключительно ноцицептивной информации. В связи с этим в нашем отделе [1] были изучены вызванные потенциалы в проекционных областях соматосенсорной коры у кроликов на раздражение пульпы зуба. При этом было установлено, что в этой области коры имеются три фокуса максимальной активности: два контралатеральных (ростральный и каудальный) и один ипсилатеральный по отношению к стороне стимуляции пульпы зуба. Для более глубокого изучения нейрофизиологических и нейрохимических характеристик нами был избран ростральный контралатеральный фокус, наиболее значительный по занимаемой им площади ($15 \pm 2,3 \text{ мм}^2$), от которого отводили наиболее коротколатентные ($P = 12,8 \pm 1,0$ и $N = 25,7 \pm 1,9 \text{ мс}$) и высокоамплитудные ($P = 1100 \pm 334$ и $N = 380 \pm 184 \text{ мкВ}$) ответы, вызванные стимуляцией пульпы зуба.

Для получения нейрофизиологической характеристики рострального фокуса корковых проекций пульпы зуба мы изучали послыное распределение в ней нейронов, отвечающих на стимуляцию пульпы. О нейрохимических сдвигах судили по динамике ацетилхолина в суперфузатах рострального фокуса соматосенсорной коры в норме и при стимуляции пульпы зуба под контролем ЭКоГ. При этом мы исходили из того, что ацетилхолин упоминается [2] среди физиологически активных веществ, рассматриваемых в качестве предполагаемых «медиаторов боли». Проведению такого исследования способствовало то обстоятельство, что в нашем отделе ранее [5] была разработана высокочувствительная (до 10^{-20} г/мл) модификация биологического метода определения ацетилхолина.

Методика. Проведено две серии экспериментов на взрослых кроликах породы шиншилла массой 2,5—3 кг. В I серии (29 опытов) изучены особенности нейронной активности в ростральном фокусе при электрической стимуляции пульпы зуба; во II (34

Физиол. журн., 1984, т. 30, № 3

295

опыта) — влияние стимуляции пульпы зуба на содержание ацетилхолина в суперфузате, полученном из области рострального фокуса соматосенсорной коры.

Животных анестезировали нембуталом (40 мг/кг внутривенно). В пульпу нижнего резца вживляли раздражающие биполярные электроды, определяли порог рефлекса опускания нижней челюсти (0,3—1,5 мА), после чего производили трахеотомию и фиксировали голову животного в стереотаксическом аппарате. Производили скальпирование, трепанацию черепа над областью расположения рострального контралатерального и ипсилатерального фокусов соматосенсорной коры [1] и удаляли твердую мозговую оболочку. После установления наличия и определения порога ВП (210 ± 77 мкА) животное переводили на искусственное дыхание и обездвигивали посредством внутривенного введения *d*-тубокурарина (1 мг/кг).

В I серии опытов регистрировали активность нейронов в ростральном контралатеральном фокусе с помощью стеклянных микроэлектродов толщиной кончика 0,5—1 мкм, заполненных 4М раствором КСl. Для устранения помех, вызванных движениями мозга, корковый фокус заливали агар-агаром, производили дренаж шклеры и двусторонний пневмоторакс. Микроэлектроды перемещали вглубь коры с помощью импульсного манипулятора ИПМ-2 с шагом 5 мкм. Часть нейронов идентифицировали путем стимуляции VPM (нейроны входа). В большинстве опытов применяли иницирование путем стимуляции VPM.

Для стимуляции пульпы использовали прямоугольные импульсы длительностью 0,5 мс с частотой следования 0,5 Гц. Применяли пороговые для возникновения рефлекса опускания нижней челюсти величины импульсов тока (0,3—1,5 мА), а также величины, равные 2—4 порогам.

Во II серии опытов над ростральным контралатеральным и ипсилатеральным фокусами размещали перфузаторы, конструкция которых была разработана в нашем отделе, с замонтированными на них серебряными электродами для регистрации ЭКГ. Температуру перфузата поддерживали на уровне 38°C , скорость перфузии была порядка 0,75 мл/мин. Щель между перфузатором и костью черепа заливали парафином или агар-агаром. Программа опыта с суперфузией включала: 1) холостые перфузии (дважды по 15 мин) без последующего исследования перфузата; 2) исходные (фоновые) перфузии (дважды по 15 мин) с регистрацией ЭКГ; 3) перфузии в ходе болевой стимуляции (дважды по 15 мин) с регистрацией ЭКГ. Длительность анализа ЭКГ — 30 с. Содержание ацетилхолина в перфузатах определяли с помощью биологического тестирования на спинной мышце пиявки по разработанному в отделе способу [5]. Сокращение участка спинной мышцы пиявки регистрировали на движущейся диаграммной преобразователя механического напряжения мышцы. Показателем концентрации ацетилхолина служило изменение тангенса угла, образованного в результате отклонения пистика от базисной линии (исходный фон) после добавления опытного или тестирующего раствора.

Температуру тела животного поддерживали в пределах $37\text{--}38^\circ\text{C}$ с помощью электрической грелки под контролем ректального термодатчика. В ходе отдельных экспериментов контролировали уровень кровяного давления, измеренного через бедренную артерию. В значительном числе опытов регистрировали ЭКГ ($210\text{--}270$ циклов/мин).

Результаты. Нами установлено, что из 250 нейронов, зарегистрированных в ростральном контралатеральном фокусе соматосенсорной коры, на стимуляцию пульпы зуба реагировало 80, т. е. 32 %. Основная часть (76 %) реагирующих нейронов находилась в IV (39 %) и V (27 %) слоях коры мозга (рис. 1). Из сопоставления данных, полученных при отведении ВП от того же фокуса, с латентными периодами реакций нейронов видно, что с положительной фазой ВП (латентный период 8—16 мс) совпадали во времени ответы 34 (42 %) нейронов, с отрицательной фазой ВП (латентный период 16—32 мс) — также ответы 34 (42 %) нейронов. На рис. 1, г представлены примеры одновременной регистрации ВП и ответов нейронов на стимуляцию пульпы зуба. На рис. 1, г, 1 видны нейронные ответы, совпадающие с начальной положительной фазой ВП, а на рис. 1, г, 2 — ответы, совпадающие с отрицательной более длительной фазой ВП. Сопоставление латентных периодов реакций нейронов с глубинами их расположения (рис. 1, г, 3) показывает, что 28 из 39 нейронов, расположенных в IV слое (330—1370 мкм), т. е. 71 %, отвечали на стимуляцию пульпы зуба с латентным периодом 8—16 мс. Из 22 нейронов, расположенных в V слое (1370—1850 мкм), — 11, т. е. 50 %, а из 15 нейронов VI слоя коры (1850—2130 мкм) — 6, т. е. 40 % отвечали с латентным периодом 24—32 мс. С приведенной характеристикой послыного распределения нейронов в коре совпадают также полученные нами данные о послыном распределении в ростральном фокусе соматосенсорной коры ВП, изученных с помощью микроэлектродного отведения. При этом было установлено, что наиболее коротколатентная и максимальная по

амплитуде начальная фаза IV слоя коры. Дополняют нейроны IV слоя слоев, с другой, дают дифференциальную регистрацию VPM, снабжающего прямую стимуляцию [3]. При этом

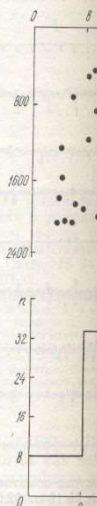


Рис. 1. Характеристика нейронов на стимуляцию пульпы зуба. а — популяция исследованных нейронов; б — гистограмма латентных периодов; в — примеры ответов нейронов на стимуляцию пульпы зуба.

амплитуде начальная фаза IV слоя коры. Дополняют нейроны IV слоя слоев, с другой, дают дифференциальную регистрацию VPM, снабжающего прямую стимуляцию [3]. При этом

амплитуде начальная фаза IV слоя коры. Дополняют нейроны IV слоя слоев, с другой, дают дифференциальную регистрацию VPM, снабжающего прямую стимуляцию [3]. При этом

В нейрoхимической серии опытов было установлено, что под влиянием стимуляции пульпы зуба наблюдается снижение содержания ацетилхолина в суперфузате, что находит свое отражение в изменении величины сокращения тест-объекта.

Этому снижению уровня ацетилхолина в суперфузате соответствовали сдвиги в ЭКоГ, отводимой от области рoстрального фокуса. Как видно из рис. 2, на ЭКоГ в период стимуляции пульпы зуба (Б) видна десинхронизированная электрическая активность с накладывающи-

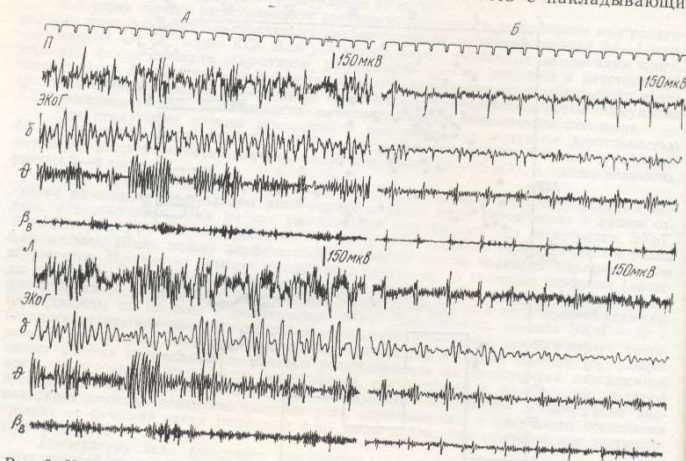


Рис. 2. Изменение ЭКоГ в симметричных рoстральных фокусах соматосенсорной коры при стимуляции пульпы зуба слева (4 порога). Опыт № 19 от 02.07.81. А — фоновая ЭКоГ, Б — ЭКоГ при стимуляции пульпы зуба, Л — отведение от левого, П — от правого полушария; δ, θ, β — частотные диапазоны ЭКоГ; отметка времени (верхняя линия) — 1 с.

мися на нее ВП и артефактами стимуляции. ВП больше выражены в области рoстрального контралатерального фокуса (Б, Л). Частотный анализ ЭКоГ, который был наиболее эффективным в период после действия ноцицептивной стимуляции, показал, что в большей части таких опытов наблюдается снижение амплитуд в суммарной ЭКоГ, в дельта- и тета-диапазонах по сравнению с исходной величиной. По мере увеличения стимулирующего тока до четырех порогов снижение амплитуд суммарной ЭКоГ и в дельта-диапазоне возрастает.

Результаты статистической обработки нейрoхимических данных с применением непараметрического U-критерия [9] показали, что снижение уровня ацетилхолина в суперфузатах, полученных из области рoстрального контралатерального фокуса соматосенсорной коры, после стимуляции пульпы зуба по сравнению с исходной величиной является статистически достоверным ($p < 0,01$). В суперфузате, полученном из области ипсилатерального фокуса, изменения уровня ацетилхолина были менее выражены.

На рис. 3 приведен пример одного из опытов. Из рисунка видно, что исходная сократительная реакция мышечного препарата на тестирующий раствор ацетилхолина (10^{-20} г/мл) составляла $tg\alpha = 3,7$. Реактивно $tg\alpha = 7,1$ и $tg\alpha = 19,1$. После стимуляции пульпы зуба отмечено снижение уровня ацетилхолина в суперфузате. При этом реакция на первый «болевого» суперфузат составляла $tg\alpha = 0,84$, а на второй — она отсутствовала. Проверка чувствительности мышечного препара-

та в заключительном тестирующем растворе объекта было даже $tg\alpha = 5,1$.

Обсуждение результатов. Всплошного распределения соматосенсорной фокусы предполагать,

Рис. 3. Изменения уровня ацетилхолина в рoстральном контралатеральном фокусе соматосенсорной коры при стимуляции пульпы зуба. Опыт № 19 от 08.07.82.

1, 6 — действие тестирующего ацетилхолина (10^{-20} г/мл); 2, 3 — действие «фоновой» перфузии; 4 — действие «болевого» перфузии; 5 — стрелка указывает на сдвиг Кребса, вторая — на изменение исследуемого раствора. Угол указывает на сдвиг от базисной линии.

гирующих на такую зону коры, тогда как отражают дальнейшую работу мозга. Такое возмoжение слоев коры в процессе информации находит рассмотренных нами. Всплошного нами предположить экспериментах с идиоматическими VPM. Из этих сенсорной коры с латенции зуба 8—16 мс им VPM. В то же время в VPM. В то же время в VPM. В то же время в VPM.

В большинстве случаев при регистрации удалось осуществить рoстральный фокус выявлять стимуляцию пульпы зуба — импульсной стимуляцией, которая также сменялась стимуляцией, что в опытах в большом числе случаев в IV слое ее VPM с 1—2 потенциалы, то же время при отведении долго длятся без последующей типичности для более поверхностных опытах.

тов было установлено, что под влиянием наблюдается снижение содержания ацетилхолина в суперфузате соответствующей области рострального фокуса. Как стимуляция пульпы зуба (Б) видоизменяется активность с накладывающи-

ми электрограмм (ЭГ) в суперфузате соответствующей области рострального фокуса. Как стимуляция пульпы зуба (Б) видоизменяется активность с накладывающи-

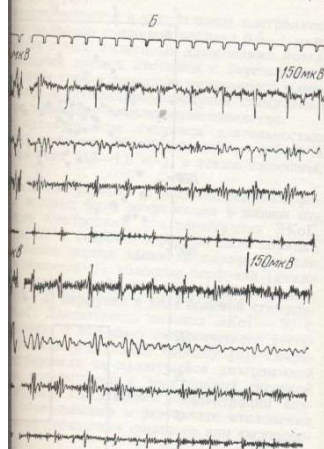


Рис. 2. Электрограммы (ЭГ) в суперфузате соответствующей области рострального фокуса (Б, Г, Д, Е, Ж, З). Частотный масштаб — 1 с. Опыт № 19 от 02.07.81.

уляции. ВП больше выражены в ростральном фокусе (Б, Г). Частотный масштаб — 1 с. Опыт № 19 от 02.07.81. Показал, что в большей части амплитуд в суммарной ЭКГ, снижению с исходной величиной. По мере до четырех порогов снижение та-диапазона возрастает.

Отки нейрохимических данных с критерия [9] показали, что снижении в суперфузате, полученных из области рострального фокуса, по сравнению с исходной величиной ($p < 0,01$). В суперфузате, полученном из области рострального фокуса, изменения уровня ацетилхолина

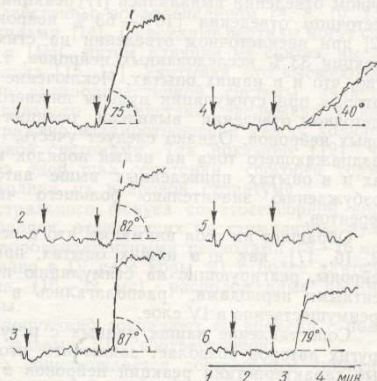
из опытов. Из рисунка видно, что мышечного препарата на тестирующей составляла $t_{\alpha} = 3,7$. Реакция суперфузата составляли соответствующую стимуляции пульпы зуба отмеченную в суперфузате. При этом реакция составляла $t_{\alpha} = 0,84$, а на второй — составляла мышечного препара-

та в заключительной стадии опыта показала, что под влиянием тестирующего раствора ацетилхолина (10^{-20} г/мл) сокращение тест-объекта было даже более значительным, чем в исходном состоянии — $t_{\alpha} = 5,1$.

Обсуждение результатов. Приведенные нами факты, касающиеся послойного распределения ВП и реакций нейронов в ростральном фокусе соматосенсорной коры на стимуляцию пульпы зуба, дают основание предположить, что большая часть нейронов IV слоя коры, реа-

Рис. 3. Изменения уровня свободного ацетилхолина в ростральном фокусе соматосенсорной коры при стимуляции пульпы зуба. Опыт № 74 от 08.07.82.

1, 6 — действие тестирующего раствора ацетилхолина (10^{-20} г/мл); 2, 3 — действие «фоновой» перфузата; 4, 5 — действие «болевого» перфузата. Первая стрелка указывает на смену раствора Кребса, вторая — на добавление исследуемого раствора. Величины углов указывают на степень отклонения пика от базисной линии.



гирующих на такую стимуляцию, находится на входе проекционной зоны коры, тогда как нейроны V и VI слоев коры в своих реакциях отражают дальнейшую переработку ноцицептивной информации в коре мозга. Такое возможное распределение функций нейронов различных слоев коры в процессах восприятия и переработки ноцицептивной информации находит свое отражение в двух фазах ВП, подробно рассмотренных нами ранее [1]. К числу аргументов в пользу сделанного нами предположения могут быть отнесены данные, полученные в экспериментах с идентификацией регистрируемых нейронов путем стимуляции ВРМ. Из этих данных следует, что нейроны IV слоя соматосенсорной коры с латентными периодами реакций на стимуляцию пульпы зуба 8—16 мс имеют, по-видимому, олигосинаптические входы от ВРМ. В то же время нейроны V и VI слоев коры с большими латентными периодами ответов на ноцицептивную стимуляцию (16—32 мс) имеют полисинаптические входы от ВРМ.

В большинстве таких опытов осуществлялось внеклеточное отведение при регистрации нейронной активности. Но в ряде случаев удалось осуществить внутриклеточное отведение. При этом в ростральном фокусе выявлены нейроны, среди которых одни отвечали на стимуляцию пульпы только ВПСП, который переходил в ТПСП, а другие — импульсной активностью, возникавшей на фоне ВПСП, которая также сменялась ТПСП. В связи с этими данными следует отметить, что в опытах на кошках со стимуляцией пульпы зуба в большом числе случаев при внутриклеточном отведении от нейронов коры в IV слое ее также зарегистрированы [16] коротколатентные ВПСП с 1—2 потенциалами действия, за которыми следовали ТПСП. В то же время при отведении от поверхностных слоев коры зарегистрированы долго длящиеся ВПСП с большим латентным периодом без последующей гиперполяризации. ВПСП без пиков были характерны для более поверхностно расположенных нейронов и в наших опытах.

Регистрация в наших опытах ВПСР без наличия пиковой активности в ответ на стимуляцию пульпы зуба, по-видимому, объясняет тот факт, что только 32 % нейронов, а не большее их число, отвечали потенциалами действия на стимуляцию пульпы зуба. Об этом же свидетельствуют и литературные данные. Так [11], в опытах со стимуляцией пульпы верхнего клыка у кошки установлено, что при внеклеточном отведении на такое воздействие выявлялись реакции 16 % нейронов, а при внутриклеточном — 50 %. В сходных условиях опытов при внеклеточном отведении выявлялись [17] реакции 34 % нейронов, а при внутриклеточном отведении [16] — 63 % нейронов. В опытах на приматах [12] при внеклеточном отведении на стимуляцию пульпы выявлялись реакции 33 % исследованных нейронов, т. е. примерно то же количество, что и в наших опытах. Исключение составляют работы [6, 7], в которых при стимуляции пульпы нижнего резца у кроликов при внеклеточном отведении выявлена реакция 86 % исследованных корковых нейронов. Однако следует учесть, что автор применил силу раздражающего тока на целый порядок выше, чем в наших опытах и в опытах приведенных выше авторов, что могло привести к возбуждению значительно большего числа высокопороговых афферентов.

Обращает на себя внимание, что в исследованиях ряда авторов [11, 12, 16, 17], как и в наших опытах, приводятся данные о том, что нейроны, реагирующие на стимуляцию пульпы зуба с короткими латентными периодами, располагались в более глубоких слоях коры, преимущественно в IV слое.

Сопоставление наших данных с результатами аналогичных работ других авторов позволяет заключить, что временные и пространственные характеристики реакций нейронов в фокусах корковых проекций пульпы зуба у кроликов совпадают с соответствующими характеристиками для приматов, кошек и крыс, что указывает на единый план строения корковых механизмов ноцицептивной системы у млекопитающих.

Если авторы, изучавшие реакции нейронов соматосенсорной коры на стимуляцию пульпы зуба [17], постулируют существование двух проекционных систем афферентов пульпы зуба: 1) активирующей нейроны IV слоя в ограниченном районе соматосенсорной коры и 2) активирующей нейроны поверхностных слоев коры в большом районе этой области коры, то мы на основании более углубленного изучения нейронных реакций только в одном ростральном контралатеральном фокусе приходим к заключению, что IV слой соматосенсорной коры в пределах данного фокуса является местом вхождения афферентов, идущих от пульпы зуба, тогда как в более глубоких слоях коры (V и VI) идет процесс дальнейшей переработки ноцицептивной информации в коре мозга.

В литературе накапливаются данные, на основании которых можно полагать, что системы боли и анальгезии являются едиными и неразрывными. Включение механизмов боли, по-видимому, сопровождается немедленным включением механизмов анальгезии. Таким образом, боль и анальгезия представляют собой сложный динамический процесс, характеризующийся различным балансом гуморальных факторов боли и анальгезии. Можно думать, что боль так же, как и анальгезия, характеризуется определенным соотношением различных медиаторов в тканях («гуморальные коды» боли и анальгезии). Исходя из этого можно прийти к заключению, что представление о нейрохимическом кодировании информации как в исходном состоянии организма, так и после болевого воздействия, можно получить в результате изучения комплекса различных медиаторов в различных структурах мозга, входящих в состав ноцицептивной и антиноцицептивной систем.

В настоящей работе, как было отмечено, представлены результаты первого этапа исследований, проведенных в этом направлении, а именно прижизненное динамическое изучение изменения уровня сво-

бодного ацетилхолина в стимуляции пульпы зуба. тивное раздражение сопу ацетилхолина в суперфуз соматосенсорной коры.

В литературе имеются вуют различные медиато могут привести к снижен ним из таких механизмов разы в результате ее вза а также с опиоидными т жать уровень ацетилхоли бождение и распад ацети ние серотонина из стру одним из следствий нов мания работы, в которых гической и серотонинерг высвобожденный из ней зить высвобождение аце

Выводы. В области выявлены две популяции пы зуба: 1) с относительно расположенные преимуще ными латентными перио щественно в V и VI слоях

Ответы нейронов I и жительной и отрицатель

Стимуляция пульпы ем уровня свободного аи области рострального фоу

Yu. P. Lima
V. N. Ilyin,

ELECTRICAL ACT
AMOUNT IN T
OF AFF

Activity of neurons and i of rostral contralateral focus o were studied in experiments wit responding to the dental pulp periods (8-16 ms) arranged p periods (16-32 ms) arranged ch of both populations coincide w pulp stimulation is accompanie in the superfusates obtained fr

A. A. Bogomoletz Institute of I Academy of Sciences, Ukrainia

1. Златин Р. С., Ильян В. И. кортекса у кроликов на р с. 3—9.
2. Кассиль Г. Н. Наука о бо
3. Лиманский Ю. П. Структу думка, 1976.—271 с.
4. Ройтуб Б. А., Зима В. Л., в ацетилхолинэстеразе, на тивными веществами.—М.
5. Ройтуб Б. А., Златин Р.

ВПСР без наличия пиковой активности зубца, по-видимому, объясняется тем, а не большее их число, отвечали на стимуляцию зубца. Об этом же свидетельствуют данные [11], в опытах со стимуляцией установлено, что при внеклеточной стимуляции 16 % нейронов, сходных условий опытов при внеклеточной стимуляции 34 % нейронов, а при внутриклеточной стимуляции 86 % исследованных корневых нервов, т. е. примерно то же количество составляют работы [6, 7], в которых показано, что автор применил силу тока, в 10 раз больше, чем в наших опытах. Авторы, что могло привести к такому результату, указывают на единный план организации системы у млекопитающих.

В исследованиях ряда авторов [11, 12], приводятся данные о том, что стимуляция зубца с короткими латентными периодами в более глубоких слоях коры,

с результатами аналогичных работ [13], что временные и пространственные характеристики в фокусах корковых проекций не отличаются от соответствующих характеристик, что указывает на единый план организации системы у млекопитающих.

В нейронах соматосенсорной коры постулируют существование двух типов зубца: 1) активирующей нейронной соматосенсорной коры и 2) активирующей нейронной соматосенсорной коры в большом роде, в более углубленном изучении в роstralном контралатеральном ро IV слой соматосенсорной коры, в более глубоких слоях коры (V и VI) обработка ноцицептивной информации.

Выводы, на основании которых можно сделать вывод, что ноцицепция является едиными и не зависит от боли, по-видимому, сопровождаются анализом. Таким образом, сложная динамическая проба баланса гуморальных факторов, то есть так же, как и анализ, ношением различных медиаторов (и аналгезии). Исходя из этого представления о нейрохимическом состоянии организма, так и получить в результате изучения в различных структурах мозга, антиноцицептивной системы.

Отмечено, представлены результаты исследований в этом направлении, а изучение изменения уровня сво-

бодного ацетилхолина в соматосенсорной области коры до и после стимуляции зубца. Нами было установлено, что такое ноцицептивное раздражение сопровождается достоверным снижением уровня ацетилхолина в суперфузатах, полученных из роstralного фокуса соматосенсорной коры.

В литературе имеются данные, указывающие на то, что существуют различные медиаторные механизмы, которые в конечном счете могут привести к снижению уровня ацетилхолина в ткани мозга. Одним из таких механизмов может являться активация ацетилхолинэстеразы в результате ее взаимодействия с норадреналином [4, 8, 10, 13], а также с опиоидными пептидами [14]. Опиоидные пептиды могут снижать уровень ацетилхолина в ЦНС путем влияния на синтез, высвобождение и распад ацетилхолина [15, 18]. Учитывая, что высвобождение серотонина из структур антиноцицептивной системы является одним из следствий ноцицептивного воздействия, заслуживают внимания работы, в которых отражено взаимоотношение между холинергической и серотонинергической системами. Так показано [19], что высвобожденный из нейронов ядер шва серотонин способен тормозить высвобождение ацетилхолина из нейронов стригатума.

Выводы. В области роstralного фокуса соматосенсорной коры выявлены две популяции нейронов, отвечающих на стимуляцию зубца: 1) с относительно коротколатентными периодами (8—16 мс), расположенные преимущественно в IV слое коры, 2) с более длительными латентными периодами (16—32 мс), расположенные преимущественно в V и VI слоях коры.

Ответы нейронов I и II популяций совпадают по времени с положительной и отрицательной фазами ВП, соответственно.

Стимуляция зубца сопровождается достоверным снижением уровня свободного ацетилхолина в суперфузатах, полученных из области роstralного фокуса соматосенсорной коры.

Yu. P. Limansky, R. S. Zlatin, B. A. Roitrub,
V. N. Ilyin, V. V. Golovaty, V. N. Oksamytny

ELECTRICAL ACTIVITY OF NEURONS AND ACETYLCHOLINE AMOUNT IN THE ZONE OF CORTICAL PROJECTION OF AFFERENT NOCICEPTIVE SIGNALS

Activity of neurons and acetylcholine level in superfusates obtained from the area of rostral contralateral focus of the somatosensory cortex during dental pulp stimulation were studied in experiments with immobilized narcotized rabbits. Two neuronal populations responding to the dental pulp stimulation are detected; 1) with relatively short latent periods (8-16 ms) arranged mainly in layer IV of the cortex; 2) with longer latent periods (16-32 ms) arranged chiefly in layers V and VI of the cortex. Responses of neurons of both populations coincide with positive and negative EP phases, respectively. Dental pulp stimulation is accompanied by a significant decrease in the level of free acetylcholine in the superfusates obtained from the area of rostral focus of the somatosensory cortex.

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

Список литературы

1. Златин Р. С., Ильин В. Н. Вызванные потенциалы в проекционных областях неокортекса у кроликов на раздражение пульпы зуба. — Физиол. журн., 1983, 29, № 1, с. 3—9.
2. Кассиль Г. Н. Наука о боли. — М.: Наука, 1975.—398 с.
3. Лиманский Ю. П. Структура и функция системы тройничного нерва. — Киев: Наук. думка, 1976.—271 с.
4. Ройтуб Б. А., Зима В. Л., Олешко Н. Н., Оксамитный В. Н. Аллостерические сдвиги в ацетилхолинэстеразе, наблюдаемые при ее взаимодействии с физиологически активными веществами. — Молекуляр. генетика и биофизика, 1980, вып. 5, с. 11—15.
5. Ройтуб Б. А., Златин Р. С. Способ устойчивого повышения чувствительности био-