

- um and length in cardiac muscle segments.— Seattle: Univ. of Washington: WA, 1984.—947 p.
10. Günther G., Storch E., Krünes R., Scholz W. Zur Zeitabhängigkeit der Ca-Berichtstellung im Ratten und Kaninchenmyokard // Biomed. Biochim. Acta.— 1984.—43, N 7.— P. 955—1004.
 11. Kort A. A., Capogross M. C., Lakatta E. G. Frequency, amplitude and propagation velocity of spontaneous Ca^{2+} -dependent contractile waves in intact adult rat cardiac muscle and isolated myocytes // Circulat. Res.— 1985.—57, N 6.— P. 844—855.
 12. Orchard C. H., Lakatta E. G. Intracellular calcium transients and developed tension in rat heart muscle. A mechanism for the negative interval-strength relationship // J. Physiol.— 1985.—86, N 5.— P. 637—651.

Ин-т геронтологии АМН СССР, Киев

Поступила 10.10.87

УДК 612.825.1:612.826.014.42

Угнетение вызванных потенциалов соматосенсорной коры стимуляцией центрального серого вещества среднего мозга у кошек

В. В. Гаркавенко, Е. В. Гура

Известно, что центральное серое вещество (ЦСВ) среднего мозга оказывает модулирующее влияние на реакции, вызванные ноцицептивными стимулами в нейронах не только спинного и продолговатого мозга [14, 15], но таламуса [3, 4]. Важно определить, в какой мере такое влияние ЦСВ может изменять электрическую активность коры головного мозга, вызванную ноцицептивными стимулами. Однако этот вопрос остается малоизученным. Одним из информативных показателей интенсивности афферентной импульсации, поступающей в кору головного мозга при периферическом раздражении, являются вызванные потенциалы (ВП). При селективной стимуляции различных групп волокон нервов задней конечности кошки показано, что активация волокон групп А-альфа и А-бета приводит к возникновению коротколатентных компонентов ВП, а возбуждение связанных с ноцицепцией волокон группы А-дельта сопровождается появлением поздних длиннолатентных компонентов ВП коры [9, 10]. Задачей настоящей работы было выяснить, изменяется ли ВП коры головного мозга при кондиционирующей стимуляции ЦСВ среднего мозга. Для этого исследовали особенности ВП соматосенсорной коры головного мозга на раздражение подглазничного нерва стимулами различной интенсивности, которая в одних случаях была достаточной для возбуждения только низкопороговых волокон группы А-альфа, а в других — низкопороговых и высокопороговых волокон группы А-дельта этого нерва, а затем исследовали влияние стимуляции ЦСВ среднего мозга на ВП коры головного мозга, вызванные такими раздражениями.

Методика

Исследования проводили на 17 кошках массой 2,5—3,5 кг, наркотизированных тиопенталом натрия (30 мг/кг, внутривенно) и альфа-хлоралозой (40 мг/кг, внутривенно). Подготовка животного к эксперименту включала трахеотомию, катетеризацию бедренной артерии для измерения артериального кровяного давления, катетеризацию подкожной вены предплечья, препарирование подглазничного нерва и наложение на него биполярного стимулирующего электрода. Для отведения афферентной волны, возникающей при стимуляции подглазничного нерва в волокнах, которые подходят к гассерову ганглию, удаляли затылочную часть правого полушария головного мозга. Методика отведения афферентной волны и определения порогов стимуляции подглазничного нерва описана ранее [5], где показано, что при раздражении подглазничного нерва силой от 1 до 4 порогов возбуждаются низкопороговые волокна группы А-альфа, а при увеличении силы до 9 порогов активируются также и волокна группы А-дельта.

Для осуществления доступа к поверхности коры проводили широкую трепанацию черепа над левым полушарием. Потенциалы от поверхности коры отводили шариковым серебряным электродом в коронарной извилине, в зоне представительства лицевой области. Фокус максимальной амплитуды ВП определяли при силе раздражения подглазничного нерва, составляющей 3 порога. После этого определяли силу раздражения подглазничного нерва, пороговую для возникновения ВП. Стимуляцию ЦСВ осуществляли биполярным электродом на уровне А0,6—А3,3 соответственно координатам стереотаксического атласа [11]. ЦСВ раздражали пачкой из 4—9 прямоугольных стимулов длительностью 0,2 мс, амплитудой 100—200 мкА, частотой 200—250/с.

Результаты

Сопоставление порогового значения стимулов для раздражения подглазничного нерва, установленного по появлению афферентной волны, отведенной от гассерова ганглия, и ВП соматосенсорной коры головного мозга показало, что в первом и втором случаях они практически совпадали. Так, в 9 из 17 опытов пороговые значения стимула, установленные по колебанию афферентной волны и ВП, отличались не более, чем на 5 %. В остальных опытах разница не превышала 15 %. порогового значения стимула для афферентной волны. При

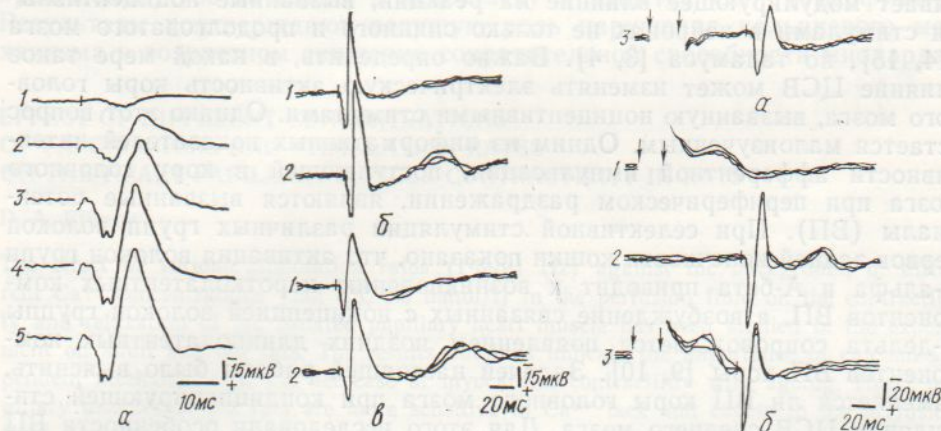


Рис. 1. Вызванные потенциалы (ВП) в коронарной извилине коры мозга кошки на раздражение подглазничного нерва стимулом различной интенсивности: а — начальные компоненты ВП при различных силах раздражения (1 — 1 порог (П), 2 — 2П, 3 — 3П, 4 — 4П, 5 — 9П); б, в — различные компоненты ВП на раздражение подглазничного нерва (1 — 4П и 2 — 9П), полученные в двух разных опытах. На каждом рисунке представлены суперпозиции трех реализаций.

Рис. 2. Влияние стимуляции центрального серого вещества (ЦСВ) на вызванные потенциалы (ВП) в коронарной извилине коры мозга кошки на раздражение подглазничного нерва силой 9 порогов (П):

а, б — регистрации, полученные в разных опытах (1 — потенциал, вызванный в коронарной извилине стимуляцией ЦСВ, 2 — ВП на раздражение подглазничного нерва силой 9П, 3 — подавление поздних компонентов ВП кондиционирующей стимуляцией ЦСВ). Стрелками показаны начало и конец стимуляции ЦСВ.

силе раздражения, составляющей один порог, ВП соматосенсорной коры представлял собой положительное колебание амплитудой до 10 мкВ и продолжительностью около 10—15 мс (рис. 1). Латентный период такого колебания в разных опытах составлял 5—7 мс. При возрастании силы раздражения подглазничного нерва до 2—4 порогов наблюдалось увеличение амплитуды ВП и изменение его конфигурации. ВП становился двухфазным или трехфазным. Так, вслед за начальным положительным колебанием развивалось отрицательное, после которого вновь наблюдалось не всегда четко выраженное положительное колебание (рис. 1, а). Амплитуда начального положительного колебания достигала 50 мкВ, отрицательного — 100 мкВ. Латентный период ВП при 2—4

порогах составлял 4—5 мс. На начальном положительном колебании нередко наблюдались ступеньки или зубцы (см. рис. 1, а). При увеличении силы раздражения до 9 порогов в большинстве опытов помимо описанных трех компонентов, как правило, возникало более позднее колебание, преимущественно отрицательной полярности с латентным периодом 40—60 мс (рис. 1, б, в). Продолжительность позднего колебания составляла 30—60 мс, амплитуда достигала 40 мкВ. Начальное положительное колебание при увеличении силы раздражения подглазничного нерва до 9 порогов практически не изменялось, а последующая отрицательная волна увеличивалась, но не более чем на 20—25 % амплитуды этой волны, зарегистрированной при силе раздражения 4 порога (см. рис. 1).

Следует отметить, что позднее колебание, в отличие от ранних компонентов ВП, слабо зависит от места отведения и регистрируется практически во всей соматосенсорной коре. Начальные компоненты по конфигурации и амплитуде слабо изменялись от стимула к стимулу, в то время как поздний компонент характеризовался значительной вариабельностью. При стимуляции ЦСВ в области отведения ВП возникало обычно отрицательно-положительное колебание с латентным периодом 40—70 мс (рис. 2). Кондиционирующее раздражение ЦСВ, предъявляемое за 50—100 мс до стимуляции подглазничного нерва, приводило к уменьшению амплитуды, а затем и полному исчезновению позднего компонента ВП (см. рис. 2). Значительно меньшим при этом было влияние кондиционирующей стимуляции ЦСВ на начальные компоненты ВП. Так, амплитуда начальной положительной волны не изменялась или уменьшалась не более, чем на 20 %. Начальное отрицательное колебание уменьшалось обычно более существенно, в некоторых опытах — на 30 %.

Обсуждение

Совпадение порогового значения раздражения подглазничного нерва, необходимого для возникновения ВП и афферентной волны в волокнах, приходящих к ганглию Гассера, свидетельствует, что афферентная импульсация, необходимая для формирования ВП в области представления подглазничного нерва, передается в кору по наиболее низкпороговым афферентным волокнам. Поскольку начальный положительный компонент ВП практически не изменялся при увеличении силы раздражения от 4 до 9 порогов, можно полагать, что этот компонент обусловлен активацией только низкпороговых афферентных волокон.

Возникновение начального отрицательного компонента в основном также определяется активацией низкпороговых афферентных волокон, однако в определенной мере зависит и от возбуждения волокон группы А-дельта. Так, при изменении силы раздражения подглазничного нерва от 4 до 9 порогов наблюдается увеличение амплитуды этого компонента на 15—30 %. Предположение о роли активации волокон группы А-дельта в генезе начального отрицательного колебания согласуется с результатами анализа ВП на раздражение пульпы зуба, при котором происходит активация волокон этой группы. Так, латентный период ВП на раздражение пульпы зуба в среднем составлял $(11,5 \pm 2,0)$ мс [18]. Таким образом, в период генерации начального отрицательного колебания в ответ на раздражение подглазничного нерва импульсация по волокнам группы А-дельта уже может достигать коры.

Поскольку более поздний отрицательный компонент ВП появлялся лишь при увеличении силы раздражения до 9 порогов, можно полагать, что его генез обусловлен активацией высокпороговых афферентных волокон группы А-дельта. Аналогичные данные относительно связи начальных и поздних компонентов ВП с активацией различных групп периферических афферентных волокон получены ранее при селективной активации волокон групп А-альфа и А-дельта икроножного нерва [9, 10].

Основным таламическим релейным ядром для передачи в кору импульсации, вызванной активацией афферентных волокон тройничного нерва [6, 8, 13], является вентро-постеро-медиальное ядро таламуса (ВПМ). Ранее показано, что у 67,1 % нейронов ВПМ латентный период ответов на раздражение низкопороговых афферентных волокон подглазничного нерва не превышал 10 мс [2]. Очевидно, активацией этих нейронов и обусловлен генез ранних компонентов ВП. Кондиционирующая стимуляция лишь частично подавляет ответы нейронов ВПМ на раздражение низкопороговых афферентных волокон [4]. Именно этим обстоятельством, очевидно, обусловлено и столь же неполное подавление ранних компонентов ВП соматосенсорной коры.

Импульсация, вызванная стимуляцией высокопороговых афферентных волокон, передается в кору не только ядром ВПМ, в котором, как известно, имеются нейроны, активируемые таким раздражением [2], но и другими таламическими ядрами. Можно предположить, что возникновение позднего компонента ВП связано с импульсацией, поступающей из медиальных ядер таламуса, в которых относительно количество нейронов, активируемых только при раздражении высокопороговых афферентных волокон, по сравнению с ВПМ больше и латентные периоды ответов в среднем продолжительнее [1]. Прямые связи некоторых медиальных ядер таламуса с корой показаны в морфологических исследованиях [7, 12, 16, 17]. По-видимому, подавление позднего компонента ВП после кондиционирующего раздражения ЦСВ можно объяснить эффективным тормозящим влиянием раздражения ЦСВ на ответы нейронов медиальных ядер таламуса, вызванные раздражением высокопороговых афферентных волокон [3].

Выводы

1. При стимуляции волокон группы А-альфа подглазничного нерва соматосенсорной коры мозга кошки регистрируется ВП, представленный начальным положительным колебанием с последующими отрицательной и положительной волнами. Латентный период ВП составляет 4—6 мс. При активации как А-альфа, так и А-дельта групп волокон, помимо начальных компонентов ВП, возникает более позднее колебание преимущественно отрицательной полярности с латентным периодом 35—50 мс.

2. Кондиционирующее раздражение ЦСВ среднего мозга оказывает неодинаковое тормозящее влияние на начальные и поздний компоненты ВП в ответ на раздражение подглазничного нерва при интервале между стимулами, составляющем 50—100 мс. Так, при полном подавлении позднего компонента начальное положительное колебание практически не изменялось, а последующая отрицательная волна уменьшалась лишь на 15—30 %.

INHIBITION OF THE EVOKED POTENTIALS OF THE SOMATOSENSORY CORTEX BY STIMULATION OF THE CENTRAL GRAY MATTER OF THE MIDBRAIN IN CATS

V. V. Garkavenko, E. V. Gura

While stimulating A-alpha fibres of the infraorbital nerve the evoked potential (EP) consisting of the initial positive oscillation with latency of 4-6 ms and following negative and positive oscillations was registered in the somatosensory cortex of cats under thiopental-chloralose anesthesia. When activating both the A-alpha and A-delta fibre groups, the supplementary oscillation with latency of 35-50 ms appeared. The conditioning stimulation of the central gray matter of the midbrain completely suppressed the late EP component and exerted less pronounced effect on its early components when interval between conditioning and test stimuli was 50-100 ms.

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