

УДК 612.825

Т. Г. ТАТЕВОСЯН, А. С. ПАПОЯН, И. Р. МАДАТОВА

ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ЭФФЕРЕНТНЫХ СВЯЗЕЙ ВТОРОЙ СОМАТОСЕНСОРНОЙ ОБЛАСТИ КОРЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА С КРАСНЫМ ЯДРОМ

Изучалось представительство эфферентов из второй соматосенсорной области коры больших полушарий головного мозга (область С2) и взаимодействие проекций из первой соматосенсорной (область С1) и области С2 в красном ядре. Опыты показали, что при электрораздражении области С2 в ипсилатеральном красном ядре возникает потенциал, состоящий из коротколатентного и последующего более длиннолатентного позитивных отклонений. Методика парного раздражения коры обнаружила взаимодействие кортиксурбуллярных проекций из области С1 и С2 в красном ядре.

Необходимость исследования эфферентных функциональных связей второй соматосенсорной области (область С2) коры больших полушарий с красным ядром обуславливается ее многочисленными, морфологически определенными проекциями в моторные центры ствола мозга [2, 6, 7—8] и возможным совместным участием этих структур в формировании ориентировочной реакции. На такую возможность указывают прежде всего эксперименты Дельгадо [4], а также Дуриняна с сотр. [1], показавшие, что в условиях хронического опыта частотное раздражение красного ядра и области С2 у обезьян, а также области С2 у кошек приводит к поведенческим изменениям, свидетельствующим о реакции внимания. В настоящей работе приводятся данные о характере нисходящих кортикофугальных проекций соматосенсорной коры в красном ядре.

Материал и методика. Острые опыты проведены на 5 кошках весом 2,5—3 кг, наркотизированных нембуталом (40 мг/кг внутривенно). Биоэлектрическая активность красного ядра регистрировалась монополярно, константовыми электродами, изолированными на всем протяжении лаком и погруженными в красное ядро стереотаксически по координатам атласа Джаспера и Ажмон-Марсана (А=5; L=2; Н=-3) [5]. Отведенные потенциалы подавались через биоусилитель УБП-02 на экран осциллографа «Диза». Электрораздражение областей С2 и С1 осуществлялось биполярно серебряными хлорированными электродами. Раздражались те участки этих областей, откуда регистрировались потенциалы максимальной амплитуды в ответ на электростимуляцию кожи контралатеральной передней лапы. В качестве раздражающего тока применялись прямоугольные импульсы разной амплитуды, длительности и частоты. По окончании опытов точки отведения в красном ядре маркировались пропусканием постоянного тока (0,3—0,5 мА) в течение 20—30 сек. Затем мозг каждого животного извлекался и фиксировался в 10-процентном растворе формалина для морфологической идентификации полученных результатов.

Результаты и обсуждение. Опыты показали, что при раздражении области С2 коры одиночным электрическим импульсом (амплитуда—2—12 вольт, длительность—0,25 мсек) в ипсилатеральном красном ядре

ре регистрируются потенциалы, состоящие из коротколатентного позитивного отклонения (латентный период — 3—4 мсек к началу реакции и 5 мсек — к ее пику) малой продолжительности и более поздней и медленной позитивной волны (латентность — 10 мсек к началу и 15 мсек — к пику) (рис. 1А). На рис. 1 хорошо видно, что при увеличении интенсивности раздражающего стимула, начиная от пороговой, постепенно возрастает амплитуда как начального, так и позднего компонентов ответа в красном ядре. Обычно порог возникновения коротколатентного компонента ответа был чуть ниже порога длиннолатентного компонента. Для изучения характера вызванного потенциала область С2 раздражалась с постепенно возрастающей частотой стимулов, а также парными стимулами с разными межстимульными интервалами. Тестирование частоты раздражения показано на рис. 1Б. Заметно, что при раздражении коры частотой 5 имп/сек почти исчезает вторая, длиннолатентная по-

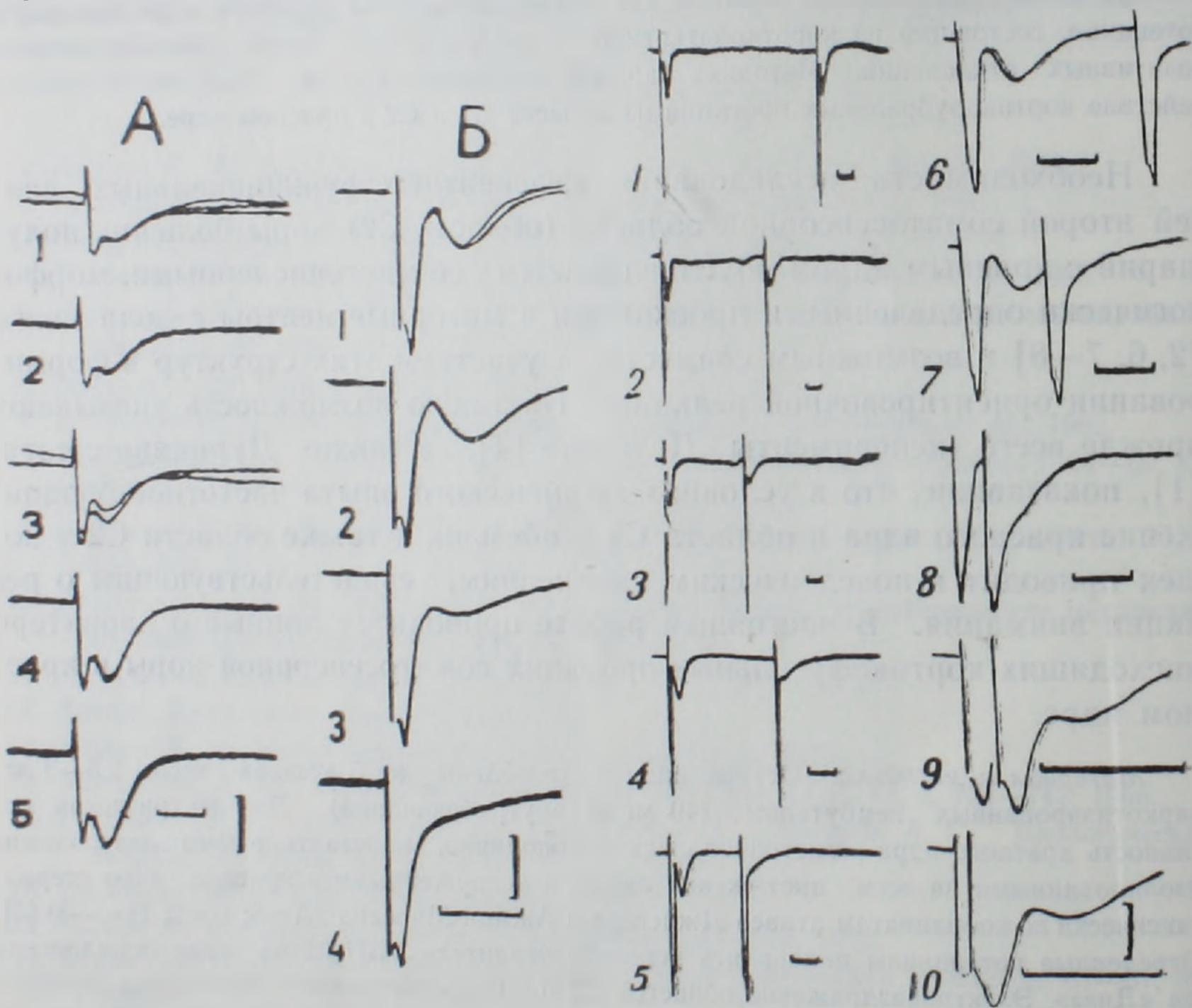


Рис. 1.

Рис. 2.

Рис. 1. Изменение амплитуды потенциалов в красном ядре, вызванных раздражением области С2 при изменении интенсивности (А) и частоты (Б), стимулирующего импульса. А, 1. интенсивность 2 вольт; 2. 5 вольт; 3. 7 вольт; 4. 10 вольт; 5. 12 вольт. Б, 1. частота 1/сек; 2. 3/сек; 3. 5/сек; 4. 10 сек. Калибровка: время—20 мсек, амплитуда—100 мкв.

Рис. 2. Парное раздражение области С2 при разных интервалах между стимулами. 1. интервал между стимулами 360 мсек; 2. 240 мсек; 3. 200 мсек; 4. 150 мсек; 5. 100 мсек; 6. 60 мсек; 7. 30 мсек; 8. 10 мсек; 9. 4 мсек; 10. 2 мсек. Калибровка: время—40 мсек (для осцилл.—1—5) и 20 мсек (для осцилл.—6—10); амплитуда—100 мкв.

зитивность (осцилл. 3). Коротколатентная же часть ответа сохраняется при частоте раздражающих импульсов 10/сек (осцилл. 4) и более. Стимуляция второй соматосенсорной области парой стимулов также свидетельствует о совершенно разных функциональных свойствах отдельных компонентов кортикорубрального вызванного потенциала. При постепенном уменьшении интервала между раздражающими стимулами (рис. 2) второй компонент ответа на тестирующий стимул редуцирует в амплитуде начиная с интервала 240 мсек между стимулами (осцилл. 2) и совершенно исчезает в интервале 100 мсек (осцилл. 5). Следует указать, что по причине малой развертки луча на осциллограммах 1—5 хорошо заметно изменение лишь длиннолатентного компонента; коротколатентная же часть ответа в этих интервалах не меняется. При дальнейшем уменьшении интервала между кондиционирующим и тестирующим стимулами наступает облегчение коротколатентного компонента ответа в интервале 2—5 мсек (осцилл. 9 и 10). Эти осциллограммы зарегистрированы при большой развертке луча, и поэтому хорошо видны коротколатентные компоненты.

Вторая часть экспериментов посвящена изучению взаимодействия кортикофугальных импульсов из областей С2 и С1 в ипсилатеральном красном ядре. Была применена вышеописанная методика парной стимуляции. Результаты говорят о функциональном взаимодействии влияний из обеих областей коры в красном ядре и о преимущественном представительстве кортикофугальных проекций из второй зоны. Эти опыты приведены на рис. 3 и 4. Так, в случае предварительного (кондиционирующего) раздражения области С2 (рис. 3А) ответ на последующее (тестирующее) раздражение области С1 угнетен уже в интервале 360 мсек между стимулами (осцилл. 1). Для сравнения на рис. 3Б даны вызванные потенциалы только на тестирующий стимул при соответствующих интервалах. Ответы эти представлены в виде низковольтного позитивного зубца. Угнетение тестируемых ответов наблюдается вплоть до интервала 30 мсек (осцилл. 3). При малых интервалах между стимулами ответ на раздражение С1 несколько увеличивается в амплитуде (осцилл. 4). В случае же предварительного раздражения области С1 (рис. 4) потенциалы, вызванные последующим раздражением области С2, меняются очень незначительно. Так же, как и на предыдущем рисунке, в колонке «Б» приведены ответы только на тестирующий стимул, т. е. на стимуляцию области С2. Незначительное угнетение длиннолатентного компонента ответа отмечается в интервале от 40 до 2 мсек между стимулами (осцилл. 2—5). Малые же интервалы приводят к увеличению амплитуды коротколатентной фазы ответа (осцилл. 4 и 5) в красном ядре на раздражение области С2.

Таким образом, изучение физиологических параметров сложного кортикорубрального ответа с помощью таких тестов как изменение интенсивности и частоты раздражения, парного раздражения коры, выявило совершенно разные свойства его компонентов. Коротколатентность, малая продолжительность и способность воспроизводить высокие частоты стимуляции указывают на участие в генерации коротколатентного

компонента прямых кортикофугальных волокон из области С2 в красное ядро. Наличие прямых связей подтверждено как морфологически [2, 8], так и электрофизиологически [2, 3]. Однако нет еще точных сведений о путях прохождения этих связей. Полученные параметры

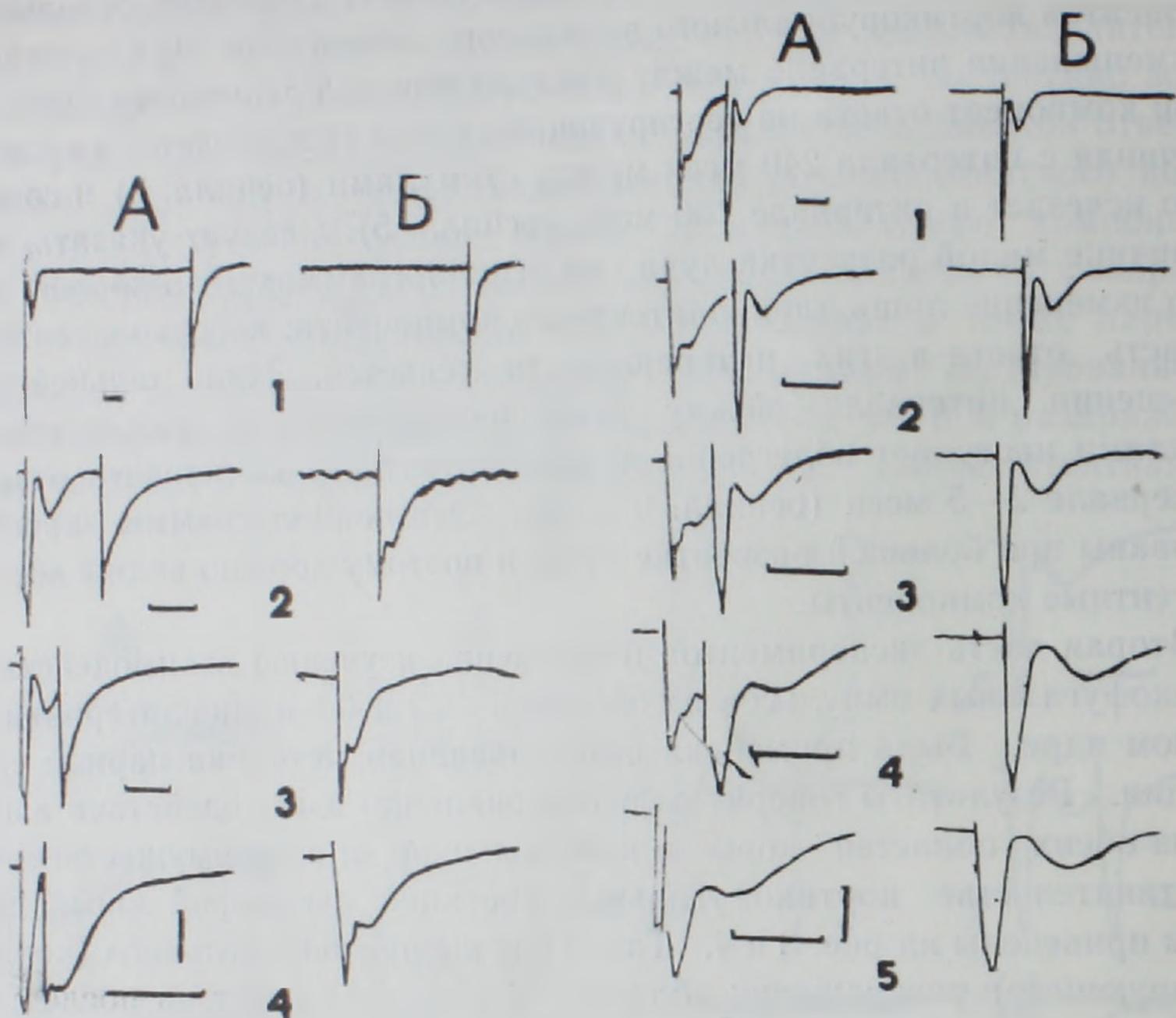


Рис. 3.

Рис. 4.

Рис. 3. Эффект парного раздражения области С2 (кондиционирующее раздражение) и области С1 (тестирующее) при разных интервалах между стимулами: 1. 360 мсек; 2. 60 мсек; 3. 30 мсек; 4. 10 мсек. Калибровка: время—40 мсек, амплитуда—100 мкв.

Рис. 4. Эффект парного раздражения области С1 (кондиционирующее) и области С2 (тестирующее) при разных интервалах между стимулами: 1. 60 мсек; 2. 40 мсек; 3. 25 мсек; 4. 10 мсек; 5. 2 мсек. Калибровка: время—40 мсек (для осцилл. 1—3) и 20 мсек (для осцилл. 4 и 5); амплитуда—100 мкв.

более поздней позитивной реакции, такие, как сравнительно большая латентность, большой вольтаж пороговой стимуляции, угнетение при малых частотах раздражения коры и длительный период восстановления возбудимости, говорят о сложном, полисинаптическом прохождении кортикофугальных импульсов. Это значит, что наряду с прямыми кортикофугальными путями существуют и полисинаптические системы связи, роль которых в осуществлении коркового контроля еще не ясна.

Изменение амплитуды тестируемых ответов, наблюдаемое при парном раздражении областей С2 и С1, свидетельствует о функциональном взаимодействии кортикофугальных влияний этих зон в красном ядре и о возможной конвергенции их на нейронах этого ядра. Одновременно метод парного раздражения выявил более мощное влияние на нейроны

красного ядра проекций из области С2, ибо ее электростимуляция эффективнее угнетала импульсацию, поступающую из С1. При обратном же чередовании стимулов реакция, вызванная раздражением области С2, мало изменялась. В связи с этим интересно привести данные морфологических исследований Ринвика [6], где после удаления области С2 терминальная дегенерация обнаруживается около проксимальных дендритов и сомы нейронов красного ядра, а после удаления области С1—только в нейрониле.

Институт экспериментальной биологии
АН АрмССР

Поступило 23.V 1975 г.

Տ. Գ. ԹԱԴԵՎՈՍՅԱՆ, Ա. Ս. ՊԱՊՈՅԱՆ, Ի. Ռ. ՄԱԴԱՏՈՎԱ

ԳԼԽՈՒՂԵՂԻ ԿԵՂԿԻ II ՍՈՄԱՏՈՍԵՆՍՈՐ ՇՐՋԱՆԻ ԷՖԵՐԵՆՏ ԿԱՊԵՐԻ ԷԼԵԿՏՐԱՖԻԶԻՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒՄԸ ԿԱՐՄԻՐ ԿՈՐԻԶԻ ՀԵՏ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Սուր փորձի պայմաններում կատուների վրա ուսումնասիրվել է գլխուղեղի կեղևի II սոմատոսենսոր շրջանի էֆերենտ կապերը և I ու II սոմատոսենսոր շրջանների փոխազդեցությունը կարմիր կորիզում: Փորձերը ցույց են տվել, որ կեղևի II սոմատոսենսոր շրջանի գրգռումը կարմիր կորիզում առաջ է բերում պատասխաններ, որոնց կոմպոնենտները օժտված են ֆունկցիոնալ հատկություններով:

Երկակի գրգռման մեթոդով հայտնաբերվել է կարմիր կորիզում կեղև կարմիր կորիզային I և II սոմատոսենսոր շրջանների փոխներգործությունը:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Дуринян Р. А., Рабин А. Г. Успехи физиол. наук, 2, 3, 3, 1971.
2. Ермолаева В. Ю. Сб.: Кораковая регуляция деятельности подкорковых образований головного мозга. Тбилиси, 36—61, 1968.
3. Решетняк В. К. Автореф. канд. дисс., М., 1973.
4. Delgado J. M. R. Science, 140, 1361, 1965.
5. Jasper H., Ajmon-Marsan C. A stereotaxic atlas of the cats brain, Ottawa, 1964.
6. Rinvik E. Exptl. Neurol., 12, 278, 1965.
7. Rinvik E. Exp. Brain research, 5, 153, 1968.
8. Rinvik E., Walberg F. J. Comp. Neurol., 120, 393, 1963.