

ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КОРТИКО-ЦЕРЕБЕЛ- ЛЯРНЫХ СВЯЗЕЙ У ОБЕЗЬЯН

Н. Ф. СОФИАДИС

При электрическом раздражении различных точек коры больших полушарий (поля 9, 6, 4, 2, 7 и 17) у обезьян в хронических экспериментах в ростральных отделах коры мозжечка регистрируются вызванные потенциалы, которые лучше выражены при стимуляции моторной (поле 4) и затылочной (поле 17) зон коры. Указанные ответы могли быть зарегистрированы билатерально и в некоторых случаях имели явно короткие скрытые периоды порядка 1—2 мсек. Последнее обстоятельство позволяет предположить существование прямых, моносинаптических связей между корой больших полушарий и мозжечком.

В ряде исследований показан соматотопический принцип связи коры больших полушарий с мозжечком [1—9]. Наиболее детально изучены связи сенсомоторной и моторной коры. Установлено, что эти связи полисинаптические и осуществляются по мосто-, ретикуло- и оливо-мозжечковым путям [4, 10—14]. Имеются морфологические данные, свидетельствующие о прямой связи коры больших полушарий с корой мозжечка [15—17]. Целью проведенного нами исследования явилось электрофизиологическое изучение корково-мозжечковых связей у бодрствующих обезьян методом вызванных потенциалов.

Материал и методика. Работа выполнена на 5 бодрствующих обезьянах (Macaca Mulatta) с хронически вживленными в мозг электродами, изготовленными из нержавеющей стальной проволоки ($d=0,25$ мм), изолированной на всем протяжении за исключением торца. Для изоляции использовались клеи БФ-2 и Э—5% целлуидин.

Электроды вживлялись в мозг по стереотаксическим координатам атласа Снайде-ра и Ли [18], под нембуталовым наркозом (25—30 мг/кг, внутривенно) в 16 различных пунктах коры мозжечка: доли III, IV, V, Simplex и Crus-1. В кору больших полушарий было вживлено по 12 корковых биполярных электродов в лобную (поля 9 и 6), моторную (поле 4), соматосенсорную (поле 2), теменную (поле 7) и затылочную (поле 17) области в оба полушария. Межеlectродное расстояние равнялось 1,5—2 мм. Для раздражения применялись бифазные разнополярные, прямоугольные импульсы длительностью 0,15 мсек и силой 0,35—1,5 мА.

Индифферентный электрод представлял собою 3 стальных винта, ввинченных в череп в теменных и затылочных областях и соединенных между собой серебряной проволокой. Заземление животного осуществлялось с помощью винта, ввинченного в лобную кость.

Биоэлектрические колебания подавались на предусилитель одного из каналов электроэнцефалографа «Галилес». Его выход соединялся с катодным осциллографом С1-8, с экрана которого фотографировались ответы. Как правило, производилась су-перпозиция не менее 40 ответов.

Обезьяны содержались и исследовались в специальных приматологических креслах [19, 20]. Локализация пунктов стимуляции и отведения окончательно определялась при гистологическом исследовании после окончания опытов.

Результаты и обсуждение. Вызванные ответы (ВО) при стимуляции 50 пунктов коры полушарий (поля 9, 6, 4, 2, 7 и 17-билатерально) были зарегистрированы из 16 пунктов коры мозжечка: доли III, IV, V, Simplex и Crus-I. Было исследовано 136 возможных комбинаций пунктов раздражения и отведения для установления афферентных связей коры мозжечка с неокортексом. В 50 случаях (36,7%) такая связь была обнаружена.

При стимуляции поля 9 в коре мозжечка регистрировались $16 \pm 5\%$ ответов, поля 6 — 8 ± 4 , 4 — 26 ± 6 , 2 — 10 ± 4 , 7 — 18 ± 5 и 17 — $22 \pm 6\%$ ответов. Как видно из этих данных, наиболее тесные связи с корой мозжечка имеют поля 4 и 17, слабые — 6 и 2.

Различия в частоте выявления ответов наблюдались при сравнении результатов отведения потенциалов от палео- и неocerebellума ($62 \pm 7\%$ и $38 \pm 7\%$ соответственно, при $P < 0,02$). Вместе с тем в частоте выявления ВО из этих же областей мозжечка на стимуляцию ипси- и контралатерального полушария неокортекса различия не было обнаружено ($40 \pm 10\%$ и $28 \pm 7\%$, при $P > 0,05$ для палеомозжечка и 17 ± 10 и $40 \pm 11\%$, при $P > 0,05$ —для неомозжечка).

При регистрации ВО из трех зон мозжечка—медиальной, парамедианной и латеральной оказалось, что связи неокортикальных полей с медиальной зоной более мощные ($65 \pm 11\%$), чем с парамедианной ($32 \pm 6\%$) и латеральной ($31 \pm 6\%$) зонами, ($P < 0,05$).

Длительность скрытых периодов ВО коры мозжечка на стимуляцию коры большого мозга составляла от 1 до 15 мсек, ответы состояли из 1—3 разнополярных компонентов. В общем количестве зарегистрированных ВО коры мозжечка на стимуляцию коры больших полушарий не было обнаружено преобладания коротко- (1—2 мсек) или длинноталентных (свыше 2 мсек) ответов (48 ± 7 и $52 \pm 7\%$ соответственно). Не было выявлено также достоверных различий между раздражениями ипси- и контралатеральной сторон. В то же время в неocerebellуме преобладали длинноталентные ВО, а в палеocerebellуме достоверных различий между коротко- и длинноталентными ответами не наблюдалось.

На рис. 1 представлены ответы доли III коры мозжечка на стимуляцию различных полей коры больших полушарий. ВО возникали при раздражении полей 4 и 2 обоих полушарий, 7 ипси- и 17 контралатерального полушария. При стимуляции же полей 9 обоих полушарий, 7 контралатерального полушария и 6 и 17 ипсилатерального—ответы отсутствовали.

ВО коры мозжечка на стимуляцию моторных полей обоих полушарий (поле 4) и сенсомоторной коры (поле 2) контралатерального полушария (рис. 1, А—3; Б—2 и 3) были короткоталентными (1 мсек), трехкомпонентными и первично-негативными. Пиковое время этих компонентов составляло 4—6, 9—16 и 22—35 мсек соответственно. Остальные

же ответы (рис. 1, А-4 и 5; Б-5) были длиннолатентными (5 мсек), 1—3-компонентными. Их пиковое время колебалось в пределах 6—12 и 15—30 мсек.

Исходя из наших данных, можно прийти к выводу, что кора больших полушарий имеет широкие связи с корой мозжечка. Эти связи почти одинаковы для обоих полушарий.

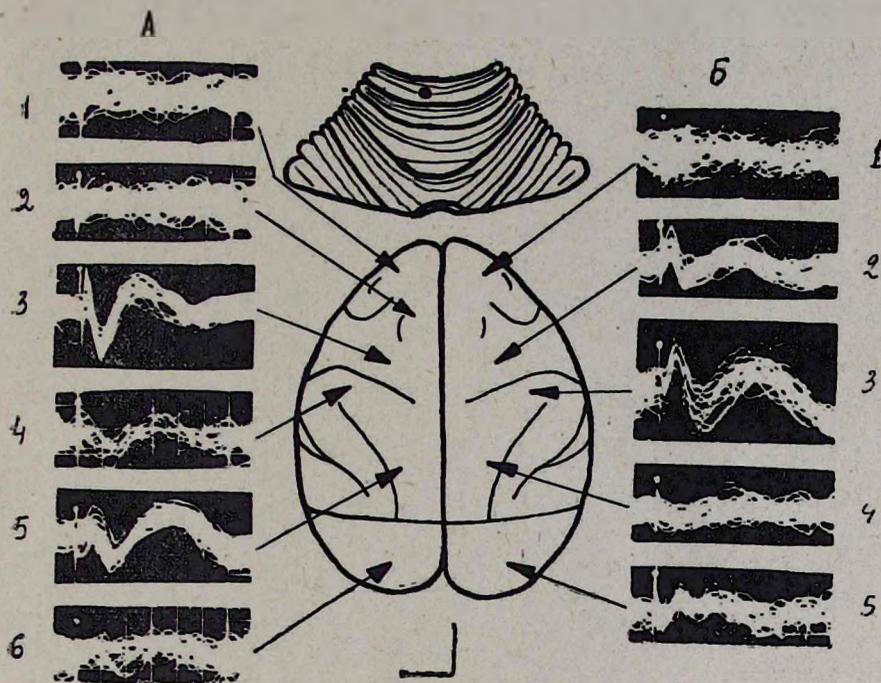


Рис. 1. Вызванные ответы доли III коры мозжечка на стимуляцию различных полей коры больших полушарий. Калибровка—100 мкВ, время—20 мсек.

Различные корковые поля по-разному связаны с корой мозжечка, при этом моторная и затылочная области имеют более обширные эфферентные связи с корой мозжечка, чем другие зоны. Это, по-видимому, можно объяснить значением зрительной информации в координации двигательной активности.

Анализ ответов коры мозжечка показал, что наряду с длиннолатентными ответами регистрировались и коротколатентные (1—2 мсек), что говорит о существовании прямых, моносинаптических связей между корой больших полушарий и мозжечком. В литературе имеются лишь нейроморфологические данные о существовании прямых путей, связывающих эти два образования мозга [15—17].

На рис. 2 приводятся примеры одиночных записей ВО коры мозжечка на стимуляцию разных областей коры больших полушарий, где четко выявляется краткость скрытых периодов (1—2 мсек) ответов.

Исходя из приведенного фактического материала и литературных данных, можно заключить, что существует несколько различных путей

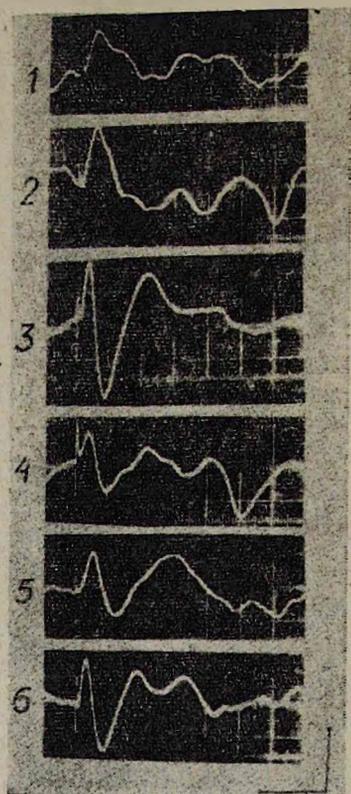


Рис. 2. Одиночные реализации вызванных ответов коры мозжечка на стимуляцию моторной (1, 3, 4 и 6) и сенсомоторной (2 и 5) коры больших полушарий. Калибровка—10 мкВ, время—20 мсек.

Институт экспериментальной патологии и терапии,
АМН СССР, г. Сухуми

Поступило 20.II 1978 г.

влияния коры больших полушарий на мозжечок. Это обнаруженные как в наших, так и в других исследованиях [15—17] прямые моносинаптические связи и хорошо выраженные полисинаптические пути, переключающиеся в ядрах моста, сетевидного образования и в оливарных ядрах [4, 10—12, 14, 21].

Таким образом, методом регистрации ВО на локальную электрическую стимуляцию различных полей (9, 6, 4, 2, 7 и 17) коры больших полушарий обезьян установлены тесные билатеральные связи этих областей с ростральным отделом коры мозжечка.

По частоте возникновения ответов различия в выраженности между ипси- и контралатеральными связями выявить не удалось. Показано, что моторная (поле 4) и затылочная (поле 17) корковые области более тесно связаны с корой мозжечка, чем премоторная (поле 6) и сенсомоторная (поле 2).

Наличие коротколатентных ответов (1—2 мсек) позволяет считать, что кора больших полушарий имеет наряду с полисинаптическими и прямыми, моносинаптическими связями с корой мозжечка.

ԿԵՂԵՎ-ՈՒՂԵՂԻԿԱՅԻՆ ԿԱՊԵՐԻ ԷԼԵԿՏՐԱՖԻԶԻՈԼՈԳԻԱԿԱՆ
ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆԸ ԿԱՊԻԿՆԵՐԻ ՄՈՏ

Ն. Յ. ՍՈՑԻԱԴԻՍ

Աշխատանքում յատմանսիրվել են ուղեղիկի կեղևի ռոստրալ մասում գրանվող հրահրված պոտենցիալները՝ գլխուղեղի կեղևի տարբեր դաշտերի (9, 6, 4, 2, 7, 17) էլեկտրական գրգռումների հանդեպ:

Յույց է արված, որ կեղևի 4 և 17 դաշտերը առավել սերտորեն են կապված ուղեղիկի կեղևի հետ: Կարճ գաղտնի շրջաններով (1—2 մվ) պոտենցիալների գրառումը փկայում է, որ գլխուղեղի կեղևի և ուղեղիկի կեղևի միջև գոյություն ունեն ուղղակի, անմիջական կապեր:

ELECTROPHYSIOLOGICAL ANALYSIS OF CORTICO-CEREBELLAR CONNECTIONS IN MONKEYS

N. F. SOFIADIS

Evoked responses of rostral cerebellar cortex to the stimulations of bilaterally located different cerebral cortical fields (9, 6, 4, 2, 7, 17) were studied. It has been shown that there are more significant connections with cerebellum from cerebral cortex fields 4 and 17. The existence of short latency (1—2 ms) stable responses indicates that there are some direct, monosynaptic pathways from the cerebral cortex to the cerebellar cortex.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Иргер И. М., Корейша Л. А., Томаская Э. С.* Электрическая активность мозжечка человека в норме и патологии. М., 1959.
2. *Adrian E. D.* Brain, 66, 289—315, 1943.
3. *Brodal P.* Exp. Brain Res., 5, 210—234, 1968.
4. *Evarts E. V., Thach W. T.* Ann. Rev. Physiol., 31, 451—498, 1969.
5. *Hampson J. L., Harrison C. H., Woolsey C. N.* Res. Nerv. a. Ment. Dis. Proc. 30, 299—316, 1952.
6. *Jansen J. Jr.* Acta Physiol., Scand. 41, Suppl., 143, 1—99, 1957.
7. *Provini L., Redman S., Strata P.* Brain Res., 6, 378—381, 1967.
8. *Provini L., Redman S., Strata P.* Exptl. Brain Res., 6, 216—233, 1967.
9. *Snider R. S.* A Res. Nerv. Ment. Dis. Proc. 30, 267—281, 1952.
10. *Аршавский Ю. И.* Успехи физиологических наук. 3, 2, 24—53, 1972.
11. *Бродал А.* Ретикулярная формация мозгового ствола. М., 1960.
12. *Allen G. J., Korn H., Oshima T.* Brain Res., 15, 272—275, 1969.
13. *Brodal P., Marsala J., Brodal A.* Brain Res., 6, 252—274, 1967.
14. *Kitai S. T., Oshima T., Provini L., Tsukahara N.* Brain Res., 15, 267—271, 1969.
15. *Дзугаева С. Б.* В кн.: Вопросы морфологии нервной системы. М., 38—46, 1966.
16. *Дзугаева С. Б.* Проводящие пути головного мозга человека (в онтогенезе), М., 1975.
17. *Микеладзе А. Л., Кикнадзе Г. И.* Сообщ. АН ГрузССР, 42, 3, 737—742, 1966.
18. *Snider R. S., Lee J. C.* A stereotaxic Atlas of the Monkey Brain (Macaca Mulatta). The University of Chicago Press, 1961.
19. *Хасабова В. А., Сисоева А. Ф.* В сб.: Вопросы физиологии и экспериментальной патологии. Сухуми, 88—91, 1968.
20. *Mason J. J.* Appl. Physiol., 12, 130—133, 1958.
21. *Sasaki K., Kawaguchi S., Shimono T., Veneda V.* Japan J. Physiol., 19, 95—109, 1969.