

Шкірно-гальванічна реакція при подразненні мигдалевидних і палідарних ядер у кішок у хронічному експерименті

Є. П. Луханіна

*Лабораторія фізіології підкоркових утворень Інституту фізіології
ім. О. О. Богомольця АН УРСР, Київ*

Мигдалевидний комплекс є поліеферентним утворенням. Він дає початок трьом низхідним провідним системам [14, 15, 23], волокна яких конвергують до багатьох близькорозташованих і віддалених структур мозку. У відповідності з цією анатомічною особливістю пряме електричне подразнення ядер мигдалини викликає найрізноманітніші вегетативні, соматичні і поведінкові реакції [1, 2, 7—9, 12, 13, 16, 18, 22, 25].

Мета цієї роботи — уточнити роль ядер мигдалевидного комплексу в регуляції вегетативних функцій. Як вегетативний показник була використана шкірно-гальванічна реакція. Наша увага була привернута до шкірно-гальванічної реакції як до досить тонкого і об'єктивного тесту, що відбиває функціональний стан симпатичної нервової системи. Нам вдалося виявити в літературі тільки одну роботу [20] з питання про дослідження шкірно-гальванічної активності при подразненні мигдалини в гострих умовах досліду. Досліджень, проведених в хронічному експерименті, ми з цього питання не знайшли.

Як «контрольні» структури для подразнення були використані стріарне тіло (хвостате ядро, шкаралупа) і бліда куля (globus pallidus).

Методика досліджень

Досліди були проведені на 12 дорослих кішках з хронічно вживленими електродами в глибокі структури мозку.

Операцію вживлення електродів здійснювали за допомогою стереотаксичного апарата за орієнтирами стандартних топографічних карт головного мозку кішки [17] під нембуталовим наркозом (40 мг/кг). Біполярні подразні електроди з міжполюсною відстанню 0,5—1,0 мм виготовляли з ніхромових провідників, ізольованих по всій довжині, крім кінчиків, спиртовим розчином бакелітового лаку з наступною полімеризацією при температурі 100—120° С. Для укріплення електродів на черепі був застосований швидко твердіючий пластик стіракрил [5, 6, 10, 11].

Тварин брали у дослід через п'ять—сім днів після операції. Під час досліду їх поміщали в спеціальний гамак. Подразнення мозку здійснювали двоканальним стимулятором, який генерує прямокутні імпульси. Для подразнення застосовували стимули тривалістю 1 мсек, напругою від 1 до 20 в і частотою 25—70 гц.

Шкірно-гальванічну реакцію реєстрували за методикою Горєва [3, 4], основаною на феномені Тарханова. Електродами служили срібні пластинки діаметром 10 мм, обгорнуті ватою, змоченою фізіологічним розчином. Електроди укріплювали пов'язкою на вентральній поверхні (подошечках) передніх лап кішки. Запис проводили на катодному осцилографі з попереднім підсилювачем та вхідним опором 1,5 мом, лінійною частотною характеристикою від 1 до 3000 гц і постійною часу 1,5 сек. Швидкість реєстрації — 5 мм/сек

Кожній тварині вживляли по дві пари електродів в різні підкоркові структури. Локалізацію електродів визначали на мікротомних зрізах головного мозку, фіксованих 10%-ним формаліном.

Кішки перебували під наглядом від одного до чотирьох місяців.

Результати досліджень

Мінімальна сила подразнення підкоркових утворень, виражена у вольтах і герцах, при якій починала проявлятися поведінкова реакція, була умовно прийнята за порогову. На рис. 1(1) наведені типові шкір-

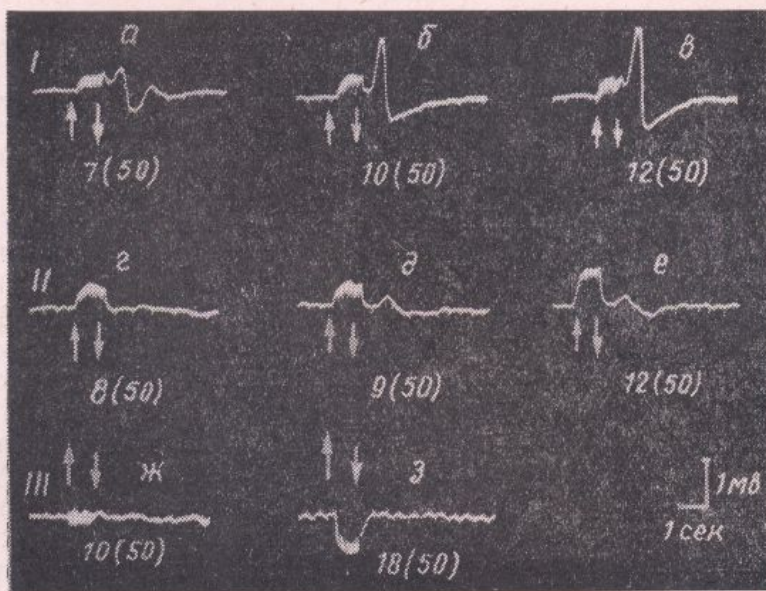


Рис. 1. Шкірно-гальванічні потенціали (ШГП), зареєстровані з вентральної поверхні передніх лап кішки № 6 у відповідь на подразнення різних підкоркових ядер.

1 — ШГП на подразнення медіального ядра мигдалини імпульсним струмом: а — допороговим, б — пороговим, в — надпороговим. II — ШГП — на подразнення шкаралуни імпульсним струмом: г — допороговим, д — пороговим, е — надпороговим. III — ШГП на подразнення шкаралуни струмом: ж — порогового, з — надпорогового напруження. Відмітка подразнення позначена стрілками, які показують: спрямована вгору — початок подразнення; спрямована вниз — кінець подразнення. Числа в дужках вказують на частоту імпульсів в гц, числа перед дужками — на напруження у в.

но-гальванічні потенціали, одержані у відповідь на подразнення мигдалевидних ядер. Шкірно-гальванічний потенціал складається з двох фаз. Амплітуда і латентний період потенціалу перебувають у чіткій залежності від інтенсивності подразнення. При напрузі імпульсного струму в 7 в (рис. 1, а) реєструється шкірно-гальванічний потенціал, який має амплітуду в 1 мв.

Струм напругою 10 в викликає потенціал з амплітудою 2 мв (рис. 1, б). При напрузі 12 в амплітуда потенціалу збільшується до 2,4 мв (рис. 1, в). У відповідності з описаним збільшенням амплітуди шкірно-гальванічного потенціалу латентний період його вкорочується вдвоє — від 0,4 сек (при напрузі 7 в) до 0,2 сек (при напрузі 12 в). В цьому досліді струм 10 в є пороговим. Напруга ж в 7 в була недостатньою, щоб викликати поведінкові ефекти навіть при тривалому застосуванні (15—20 сек).

Зазначені зміни шкірно-гальванічної активності відзначались при подразнюванні медіального, центрального і базального ядер мигдалевидного комплексу.

На рис. 2 *Abm* показана локалізація неізолюваного кінчика подразного електрода в базальному ядрі мигдалини. Виразних відмінностей шкірно-гальванічних потенціалів, зареєстрованих при подразнюванні кожного з досліджуваних ядер, виявити не вдалося.

Слід відзначити, що величина потенціалу при однаковій силі подразнення мигдалини у однієї і тій самій тварини могла бути неоднаковою в різні дні дослідів. При порогових величинах подразного струму спостерігались такі варіації: амплітуда потенціалу коливалась в межах 1—5 мв, тривалість його варіювала від 3 до 4,5 сек, латентний період змі-

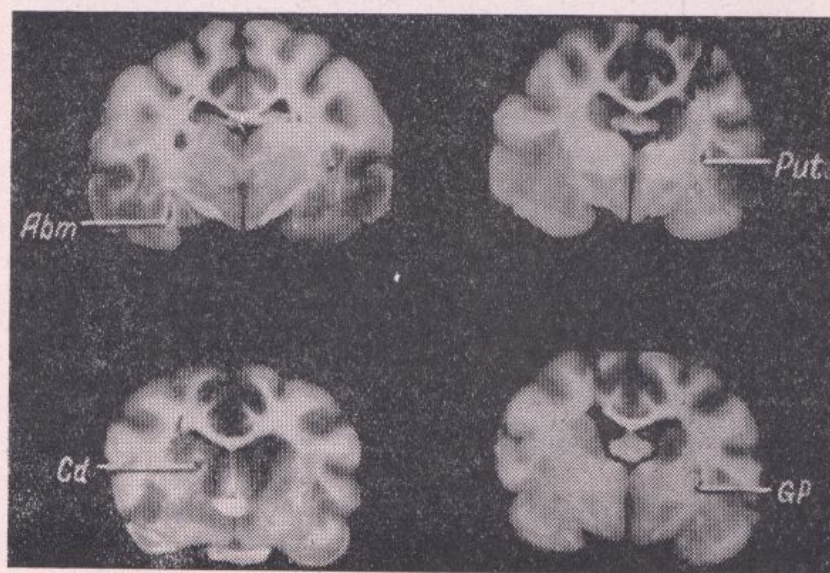


Рис. 2. Фронтальні зрізи головного мозку кішок (фото).
Локалізація неізолюваного кінчика подразного електрода: *Abm* — в базальному ядрі мигдалини, *Put* — шкаралупі, *Cd* — в хвостатому ядрі, *Gp* — в блідій кулі (*globus pallidus*).

нювався від 0,1 до 0,4 сек. Рисунки 3 (б) і 3 (ж) ілюструють висловлені міркування.

Іншою була шкірно-гальванічна реакція на подразнення стріарних (хвостатого ядра і шкаралупи) і палідарних (бліда куля) утворень.

Рис. 1 (II) відбиває шкірно-гальванічні потенціали, викликані при подразненні шкаралупи різною величиною імпульсного струму. З осцилограм видно, що при напрузі 8 в потенціал повністю відсутній (рис. 1, г). Струм напругою 9 в викликає шкірно-гальванічну реакцію з амплітудою 0,4 мв і латентним періодом 0,5 сек (рис. 1, д). При напрузі 12 в амплітуда потенціалу дещо збільшується (до 0,6 мв), а латентний період вкорочується до 0,3 сек (рис. 1, е). В даному випадку пороговою є напруга в 9 в.

Необхідно зауважити, що амплітуда шкірно-гальванічного потенціалу, який виникав у відповідь на порогове подразнення шкаралупи, могла в різні дні дослідів коливатись, але ніколи не перевищувала 1 мв.

Іноді потенціал не реєструвався навіть при надпорогових величинах подразного струму (рис. 1, III).

Аналогічні зміни шкірно-гальванічної активності спостерігались і в блідій кулі (*globus pallidus*). Що ж до хвостатого ядра, то в більшості експериментів (210 з 300) його подразнення різними величинами імпульсного струму не викликало шкірно-гальванічного потенціалу.

Цікаво порівняти шкірно-гальванічні реакції, одержані у відповідь на подразнення мигдалевидних і стріопалідарних ядер у тієї самої тварини в один день досліду. При такому порівнянні привертає увагу, що тоді як шкірно-гальванічна реакція з боку мигдалевидних ядер при допороговому подразненні чітко виражена, з боку стріопалідарних ядер

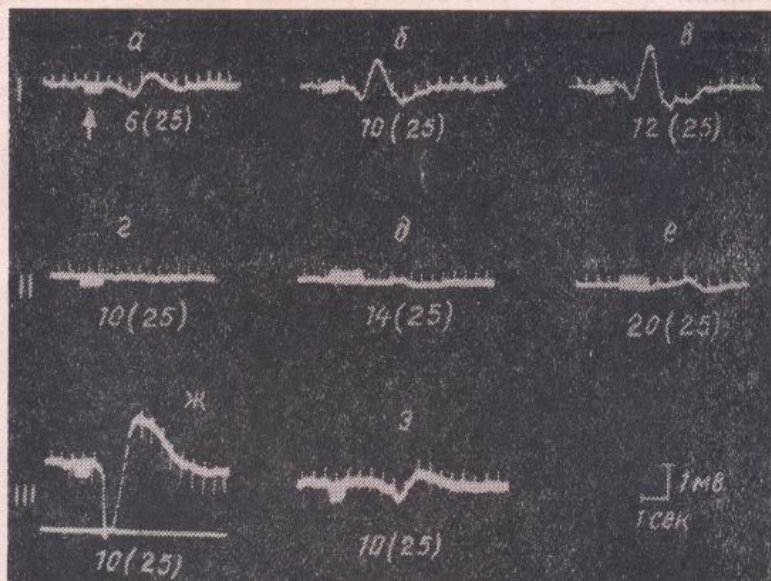


Рис. 3. Шкірно-гальванічні потенціали (ШГП), зареєстровані з вентральної поверхні передніх лап кішки № 3 у відповідь на подразнення різних підкоркових ядер.

I — ШГП на подразнення базального ядра мигдалини імпульсним струмом: а — допороговим, б — пороговим, в — надпороговим. II — ШГП на подразнення хвостатого ядра: г — пороговим, д, е — надпороговим струмом. III — ШГП на порогове подразнення: ж — мигдалини, з — хвостатого ядра. Відмітка подразнення дана потовщеною лінією на початку кожної осцилограми (перша відмітка позначена стрілкою). Числа в дужках — частота імпульсів струму в гц, числа перед дужкою — напруження у в.

вона відсутня (на рис. 1 і 3 можна порівняти осцилограми а і г). При пороговому ж подразненні мигдалини величина шкірно-гальванічного потенціалу в три—п'ять разів більша, ніж величина потенціалу при пороговому подразненні стріопалідарних ядер (на рис. 1 і 3 можна порівняти осцилограми б і д, на рис. 3 — порівняти осцилограми ж і з).

Обговорення результатів досліджень

Подразнення мигдалевидних ядер у кішок за допомогою хронічно вживлених електродів завжди супроводжувалось виникненням шкірно-гальванічної активності. В літературі ми знайшли тільки одну працю [20], автори якої досліджували шкірно-гальванічну реакцію при подразнюванні мигдалини. Принципова відмінність цієї роботи від нашої полягає в тому, що вона проведена в гострих експериментах на наркотизованих тваринах. Це не дозволяє строго зіставити факти, одержані нами і вказаними авторами.

Хронічні умови дослідів дозволили встановити високу чутливість шкірно-гальванічної реакції до подразнення мигдалевидних ядер. Навіть слабкі подразнення мигдалини, які не супроводжуються будь-якими видимими поведінковими реакціями, викликали чітко виражений шкірно-гальванічний потенціал (рис. 1, 3, а).

За уявленнями ряду авторів [21, 24], шкірно-гальванічна реакція відбиває функціональний стан потових залоз, які іннервуються, як відомо, тільки симпатичною нервовою системою. Коїкегамі [19] обґрунтував положення, що медіальні зони мигдалини здійснюють свій регулюючий вплив через симпатичну нервову систему.

На нашу думку, висока чутливість шкірно-гальванічної реакції до подразнення мигдалини, встановлена в наших дослідках, може служити тестом, який об'єктивно відбиває участь певних мигдалевидних ядер в симпатичній регуляції. Це положення певною мірою підтверджується викладеними тут дослідками з подразнення інших структур (рис. 3, II).

Спостережувана інертність хвостатого ядра щодо шкірно-гальванічної активності свідчить про те, що шкірно-гальванічна реакція не є універсальною відповіддю організму на будь-яке підкоркове подразнення.

Висновки

1. Пряме подразнення через хронічно вживлені електроди базального, медіального і центрального ядер мигдалини у кішок веде до виникнення шкірно-гальванічної реакції, величина якої перебуває в чіткій залежності від сили подразного струму.

2. Навіть допорогові подразнення мигдалини, які не супроводжуються будь-якими видимими поведінковими реакціями, викликають чітко виражену шкірно-гальванічну реакцію.

3. Шкірно-гальванічна реакція, одержана від стріарних і палідарних ядер, виявляється в три—п'ять разів менша, ніж від мигдалини за інших однакових умов досліду.

Подразнення хвостатого ядра в більшості експериментів (210 з 300) не призводило до шкірно-гальванічних змін.

4. Усі ці факти свідчать про високу чутливість шкірно-гальванічної реакції до подразнення мигдалини.

Література

1. Беритов И. С.—Нервные механизмы поведения высших позвоночных животных. Изд-во АН СССР, М., 1961, 146.
2. Ведяев Ф. П. и Алликметс Л. Х.—Журн. эволюц. биохимии и физиологии, 1966, 2, 5, 480.
3. Горев В. П.—Бюлл. exper. биол. и мед., 1939, 7, 6, 500.
4. Горев В. П.—Физиол. журн. АН УРСР, 1964, 4, 515.
5. Коберник А. П.—Физиол. журн. АН УРСР, 1964, 10, 410.
6. Мартиненко Н. А.—Физиол. журн. АН УРСР, 1963, 9, 553.
7. Черкес В. А.—Журн. высшей нервной деят., 1967, 17, 1, 70.
8. Черкес В. О., Литвинова А. Н.—Физиол. журн. АН УРСР, 1967, 2.
9. Anand B. K. and Dua S.—Indian J. Med. Res., 1956, 44, 121.
10. Bartelstone H., Reilly H., Wany S.—J. Appl. Physiol., 1958, 13, 142.
11. Buresh J., Petran M., Zachar J.—Electrophysiology. Methods, Prague, 1960.
12. Egger M., Flynn D.—J. Neurophys., 1963, 26, 5, 705.
13. Fonberg E.—Acta biol. exper., 1963, 23, 171.
14. Fox C. A.—J. Comp. Neurol., 1940, 72, 125.
15. Fox C. A.—J. Comp. Neurol., 1943, 79, 2, 277.
16. Gloor P.—Handbook of Physiology, I, Neurophysiology, 1960, 2, 1395.
17. Jasper H. and Ajmone-Marsan C. A.—A Stereotaxic Atlas of the Diencephalon of the Cat. Canada, 1954.
18. Kaada B. R., Andersen P. and Jansen J.—Neurology, 1954, 4, 48.
19. Koikegami H.—Acta med. et biol., 1964, 12, 2, —3, 73.
20. Lang H., Tuovinen T. and Valleala P.—EEG Clin. Neurophysiol., 1964, 16, 4, 321.
21. Langworthy O. R. and Richter C. P.—Brain, 1930, 53, 179.
22. McLean P. D. and Delgado J. M. R.—EEG. Clin. Neurophysiol., 1953, 5, 91.
23. Valverde F., Progress in Brain Research. 3. The Rhinencephalon and Related Structures, 1963, 20.

24. Wang G. H. and Brown V. W.—J. Neurophysiol., 1956, 19, 6, 564.
25. Wood C., Schottelius B., Frost L., Baldwin M.—Neurology, 1958, 8, 6, 477.

Надійшла до редакції
25.XII 1966 р.

Кожно-гальваническая реакция при раздражении миндалевидных и паллидарных ядер у кошек в хроническом эксперименте

Е. П. Луханина

*Лаборатория физиологии подкорковых образований Института физиологии
им. А. А. Богомольца АН УССР, Киев*

Резюме

Миндалевидный комплекс является полиэфферентным образованием, дающим волокна ко многим близлежащим и отдаленным структурам. В соответствии с этой анатомической особенностью прямое электрическое раздражение миндалины вызывает самые разнообразные вегетативные, соматические и поведенческие реакции.

Задача настоящей работы — выяснить регулируемую функцию миндалевидных ядер по отношению к симпатической иннервации. В качестве вегетативного показателя была использована кожно-гальваническая реакция, которая почти не изучалась в этом плане. Эффекты раздражения миндалины были сопоставлены с эффектами раздражения других подкорковых структур: стриарного тела (хвостатое ядро, скорлупа) и бледного шара.

Опыты проводились на 12 кошках с хронически вживленными электродами. Электроды вживлялись с помощью стереотаксического аппарата. Подкорковые структуры раздражались прямоугольным импульсным током. Запись кожно-гальванической реакции осуществлялась с помощью катодного осциллографа.

Было показано, что раздражение базального, медиального и центрального ядер миндалины вызывает двуфазный кожно-гальванический потенциал. Амплитуда и латентный период потенциала зависят от величины раздражающего тока (рис. 1, 3, I). Даже при слабых раздражениях миндалевидных ядер, не сопровождавшихся никакими видимыми поведенческими реакциями, возникал отчетливо выраженный кожно-гальванический ответ (рис. 1, 3, a).

Со стороны бледного шара и скорлупы тоже можно было вызвать кожно-гальваническую реакцию, однако ее величина была в три—пять раз меньше, чем со стороны миндалины при прочих равных условиях опыта (рис. 1, II). Раздражение хвостатого ядра в большинстве проб (210 из 300) не вызывало кожно-гальванических изменений.

На основании полученных данных делается вывод о высокой чувствительности кожно-гальванической реакции к раздражению миндалины. Высказывается предположение, что высокая чувствительность кожно-гальванической реакции к раздражению миндалины может служить тестом, объективно отражающим участие определенных миндалевидных ядер в симпатической регуляции.

Galvanic-Skin Response during Stimulation of Amygdaloid and Pallidal Nuclei in Chronic Cats

E. P. Lukhanina

Laboratory of physiology of subcortical formations of the A. A. Bogomoletz Institute of Physiology of the Academy of Sciences, Ukrainian SSR, Kiev

Summary

The experiments were carried out on 12 cats with chronically implanted electrodes by stereotaxic method. The subcortical structures were stimulated by rectangular impulse current. The galvanic skin reaction was recorded by means of the cathode oscillograph.

The stimulation of the basal, medial and central nuclei of the amygdala evokes the two-phase galvanic-skin potential. An amplitude and latent period of the potential are dependent on the amount of excited current (fig. 1, 3, I). Even at slight excitations of amygdaloid nuclei which were not accompanied by any noticeable behaviour reactions, a distinctly expressed galvanic-skin potential appeared.

The skin-galvanic reaction may also be evoked from the side of the pallidal area, but its value was 3—5 times as less as that from the side of the amygdala under other equal experimental conditions (fig. 1, II). The excitation of the caudate nucleus in most tests (210 of 300) does not evoke any galvanic-skin changes.

On the basis of data obtained a conclusion is drawn on the high sensitivity of the skin-galvanic reaction to the amygdala stimulation. The assumption is advanced that the high sensitivity to the amygdala excitation can be a test objectively reflecting the participation of certain amygdaloid nuclei in sympathetic regulation.