

УДК 636.5:577.3:591.481.7

ДИНАМІКА БІОЕЛЕКТРИЧНОЇ АКТИВНОСТІ ГОЛОВНОГО МОЗКУ ПТАХІВ ПІД ВПЛИВОМ МІКРОХВИЛЬ І УЛЬТРАФІОЛЕТОВИХ ПРОМЕНІВ

В. Р. Файтельберг-Бланк, Г. М. Перевалов, Е. В. Герасимович

Кафедра патологічної фізіології і біофізики Одеського сільськогосподарського інституту

Дані сучасної фізіології свідчать про те, що електромагнітні поля НВЧ діапазону і ультрафіолетова радіація викликають значні зрушення в функціональному стані центральної нервової системи. Характер змін умовнорефлекторної діяльності, біоелектричних потенціалів кори і підкоркових структур головного мозку опромінених тварин залежить від фізичних характеристик застосованого впливу і фізіологічних особливостей об'єкта дослідження [2, 6, 9, 10, 12 — 16]. Показано, що реакція ЕЕГ на електромагнітні поля виникає головним чином внаслідок безпосереднього їх впливу на структури головного мозку. Водночас важлива роль в її формуванні належить неспецифічним синхронізуючим апаратам проміжного мозку [12, 13, 17]. Це питання досліджене в основному на савцях, птахи не були об'єктом вивчення цього питання.

Ми вивчали характер біоелектричної активності головного мозку курей під впливом НВЧ полів різної інтенсивності, ультрафіолетової радіації, а також під впливом їх поєднаного застосування.

Методика досліджень

Робота проведена в хронічних дослідах на 15 курях лінії Капмана. Для реєстрації біоелектричної активності тваринам під гексеналовим наркозом (50 мг/кг) вживляли хлор-срібні електроди в лобний, скроневий і потиличний відділи великих півкуль головного мозку. В ряді експериментів для відведення ЕЕГ з вентрального відділу гіперстріатума і гіпоталамуса застосовували монополярні ніхромові електроди в скляній ізоляції за винятком кінчика (діаметр 0,1 мм), орієнтація яких здійснювалась за стереотаксичними координатами [21]. Вірність занурення визначали морфологічно. Індиферентний електрод розташовували в ростральному відділі черепа по середній лінії.

Під час експерименту кури знаходились у ящику, який дещо обмежує їх рухливість. Реєстрацію біопотенціалів здійснювали чотириканальним електроенцефалографом типу 4 ЕЕГ-1 монополярним, іноді біполярним способом. Паралельно із записом ЕЕГ реєстрували частоту серцевих скорочень.

Вплив електромагнітним полем НВЧ-діапазону здійснювався з допомогою апарата «Луч-58» (частота коливань 2375 МГц, довжина хвилі 12,6 см). Опромінювали дорсальну поверхню голови і шиї тварини. Застосовані НВЧ-поля щільністю потоку потужності (ЩПП) таких діапазонів: 5—10 мвт/см², 30—60 мвт/см² і 200—300 мвт/см², час експозиції 10 хв. ЕЕГ реєстрували безпосередньо перед початком та в динаміці після впливу НВЧ протягом 60—90 хв. Для опромінення курей ультрафіолетом (УФ) застосована лампа ПРК-2. Доза еритемного опромінення становила 72 мер·год/м². Тривалість впливу 6 хв. Наведені результати п'яти—семиразових впливів різних доз досліджуваних агентів. У контрольній групі ЕЕГ записували в тих самих умовах, за винятком генерації полів. В ході експерименту застосований також метод функціональних навантажень, для чого тваринам пред'являли одиничні звукові подразнення (кляцання).

Для обробки електроенцефалограми застосований метод Фора [19]. Тривалість аналізу становила 10 сек. Аналізували всі коливання за їх частотною належністю і амплітудою.

Результати досліджень та їх обговорення

Проведені нами дослідження показали, що фонові електричні активності головного мозку курей так само, як і електрична активність вищих хребетних тварин, характеризується наявністю в ній потенціалів досить широкого частотного і амплітудного спектрів, що відповідає літературним даним [8]. В електрограмі мозку курей, розміщених в експериментальній камері, відзначаються періоди коливань фонові активності, пов'язані з функціональним станом тварини. У ситому, спокійному

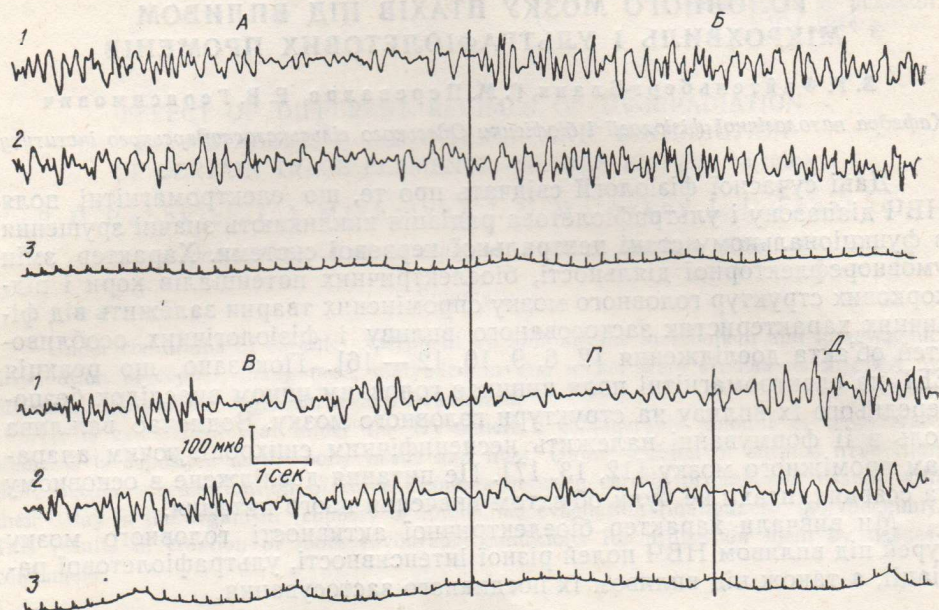


Рис. 1. Вплив НВЧ поля слаботеплової інтенсивності на біоелектричну активність скроневої (1), потиличної (2) областей великих півкуль мозку і ЕКГ (3) курки. А — фон, Б — через 2 хв, В — через 10 хв, Г — через 15 хв, Д — через 45 хв після впливу.

стані електрична активність мозку курей представлена повільними хвилями високої амплітуди. Переважають коливання 4—12 на сек, амплітудою 50—100 мкВ. На фоні цього ритму реєструються окремі швидкі низьковольтні коливання амплітудою 10—40 мкВ. Повільнохвильова частина спектра ЕЕГ скроневої області і гіперстріатума характеризується потенціалами більш високої амплітуди. В ЕЕГ цих областей краще представлені і швидкі коливання в порівнянні з ЕЕГ інших структур. Пожвавлення тварини, пред'явлення екстероцептивного подразника (звуку) супроводжується появою в ЕЕГ десинхронізованої активності. Було встановлено, що досліджувані нами фізичні агенти спричиняють різний вплив на біоелектричну активність мозку курей залежно від інтенсивності опромінення.

Так, застосування полів НВЧ нетеплових або слаботеплових інтенсивностей (5—10 мВт/см²) викликало в ЕЕГ, зареєстрованій одразу після впливу, посилення високовольтної повільної активності в порівнянні з фоном (рис. 1, А і Б). Амплітуда і кількість хвиль тета-діапазону збільшувалась. З спектра ЕЕГ повністю зникали швидкі складові. Частота серцевих скорочень залишалась на рівні фону. Тварини перебували в стані загальмованості.

Картина синхронізації протягом 3—5 хв після вольтні коливання; поставлені у вигляді «в» ли характеру одиничні. Повернення до вихідного

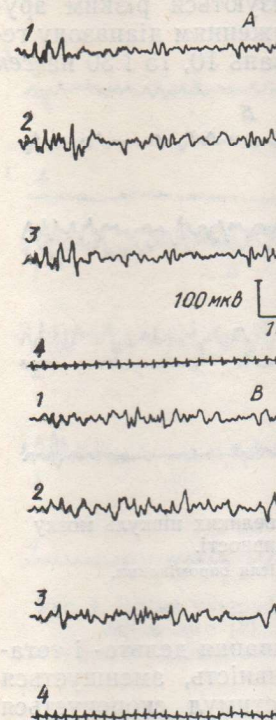


Рис. 2. Вплив НВЧ поля таламуса (1), полосато

ний первісний гальмітенсивностей був описаний наші дані свідчать про рівні птахів, що підтверджено. Початковою реакцією на НВЧ полів з ЩПП 3 і 5, яка характеризується збільшенням амплітуди повільної активності вправо — збільшувалась. Амплітуда швидких і найбільш чітко виражених, менше — в гіпсному спектрі супроводжувалась. Проте реакція активності в ЕЕГ реєстрованих складових представлена коливаннями «каталептичними» е електрографічними

Картина синхронізованої активності в ЕЕГ мозку курей зберігалась протягом 3—5 хв після опромінення. Потім з'являлись швидкі низьковольтні коливання; повільні високоамплітудні хвилі на цьому фоні представлені у вигляді «веретен» (рис. 1, В). Згодом повільні хвилі набували характеру одиничних коливань (рис. 1, Г), тварини пожовавлювались. Повернення до вихідного фону відзначається через 45—50 хв. Аналогіч-

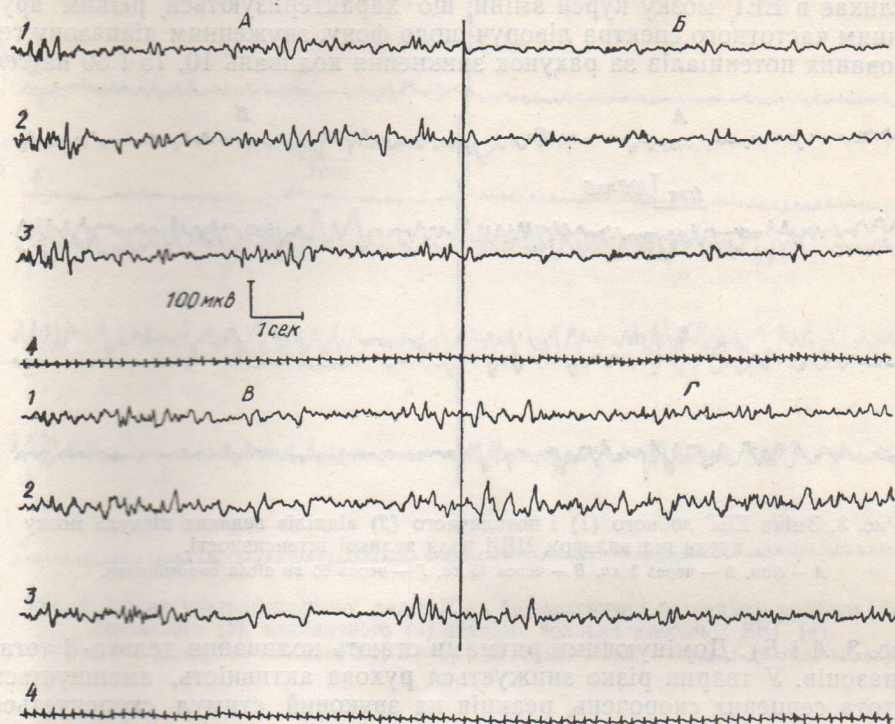


Рис. 2. Вплив НВЧ поля середньої інтенсивності на біоелектричну активність гіпоталамуса (1), полосатого тіла (2), лобного відділу великих півкуль (3) і ЕКГ (4).

ний первісний гальмівний ефект під впливом полів НВЧ атермічних інтенсивностей був описаний рядом дослідників у кроликів [1, 11]. Отже, наші дані свідчать про існування цього регуляторного принципу вже на рівні птахів, що підтверджує його високу біологічну універсальність.

Початковою реакцією, сформованою в ЕЕГ мозку курей під впливом НВЧ полів з ЩПП 30—60 мвт/см², є реакція десинхронізації (рис. 2, А і Б), яка характеризувалась такими особливостями. Значно знижувалась амплітуда повільних хвиль (3—8 на сек), спектр ЕЕГ зрушувався вправо — збільшувалась кількість хвиль діапазонів 10, 15 і 30 на сек. Амплітуда швидких коливань не зазнавала істотних змін. Ця реакція найбільш чітко виражена в лобному відділі великих півкуль і гіпоталамусі, менше — в гіперстріатумі. Зрушення в частотно-амплітудному спектрі супроводжувались збільшенням частоти серцевих скорочень. Проте реакція активації швидко вичерпується, і на 5—7 хв післядії в ЕЕГ реєстрованих структур з'являється веретеноподібна активність, представлена коливаннями 5—7 на сек (рис. 2, В). Поява в ЕЕГ «веретен» є електрографічним виразом у курей особливого стану загально-ваності «каталептичної стадії сну» [8]. Ця фаза ЕЕГ досить тривала

(15—20 хв) і змінюється згодом генералізованою синхронізованою активністю, яка свідчить про перехід тварини у стан сну (рис. 2, Г). На цих етапах скорочується тривалість електрографічної реакції на звуковий стимул. Частота серцевих скорочень знижується, проте ще зберігається на досить високому рівні, який перевищує фон.

Застосування полів НВЧ великих інтенсивностей (200—300 мвт/см²) викликає в ЕЕГ мозку курей зміни, що характеризуються різким зрушенням частотного спектра ліворуч щодо фону, звуженням діапазону генерованих потенціалів за рахунок зникнення коливань 10, 15 і 30 на сек

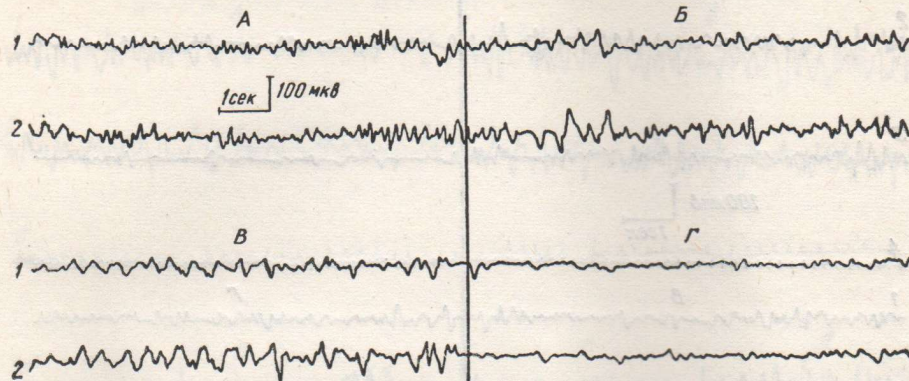


Рис. 3. Зміна ЕЕГ лобного (1) і потиличного (2) відділів великих півкуль мозку курки під впливом НВЧ поля великої інтенсивності.

А — фон, Б — через 3 хв, В — через 15 хв, Г — через 60 хв після опромінення.

(рис. 3, А і Б). Домінуючими ритмами стають коливання дельта- і тета-діапазонів. У тварин різко знижується рухова активність, зменшується частота серцевих скорочень, реакція на звуковий стимул скорочується або відсутня. Згодом біоелектрична активність мозку курей, незважаючи на деякий період погравлення на 7—10 хв післядії, знову набуває повільнохвильового (рис. 3, В) монотонного характеру. Така активність домінує в ЕЕГ мозку курей протягом 1,5—2 год, іноді відзначалось різке зниження вольтажу коливань (рис. 3, Г). Кури перебували в загальмованому стані, який, як можна гадати, є за своєю природою поза межним. Слід відзначити, що в контрольних експериментах змін біопотенціалів, схожих з ЕЕГ реакцією на поле НВЧ, не було виявлено.

Динаміка електрограм різних відділів головного мозку курей під впливом ультрафіолетового опромінення характеризувалась рядом особливостей (рис. 4). Вмикання ультрафіолетової лампи викликає в ЕЕГ мозку курей реакцію десинхронізації, яка супроводжується збільшенням частоти серцевих скорочень (рис. 4, Б), руховою активністю тварини. Проте вже на 3 хв опромінення в ЕЕГ з'являються повільні хвилі, які групуються у «веретена» (рис. 4, В). Веретеноподібна активність на 4 хв впливу ультрафіолету переходить у високовольтну повільну активність. Короткочасна реакція десинхронізації виникає знову на вимикання УФ. В періоді післядії протягом 30—40 хв в ЕЕГ мозку курей домінують високовольтні повільні хвилі діапазонів 4—10 на сек (рис. 4, Г). Поступово нормалізується частота серцебиття, яка наприкінці експерименту може стати навіть нижче норми. Рухова активність тварин знижується, зменшується і тривалість електрографічної реакції на одиничний звуковий подразник.

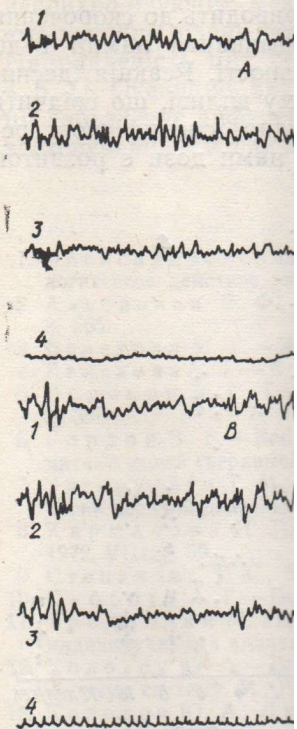


Рис. 4. Вплив ультрафіолетового опромінення на ЕЕГ курки. А — фон, Б — реакція на вми-
кнення ультрафіолетової лампи, В — через 3 хв, Г — через 4 хв.

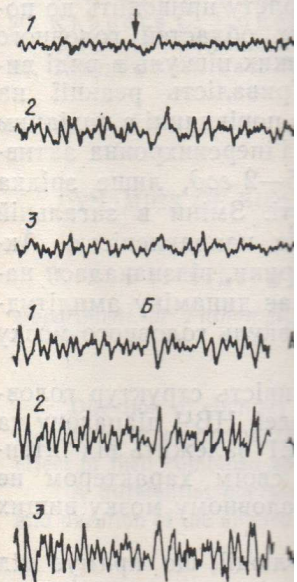


Рис. 5. Зміна ЕЕГ курки під впливом НВЧ поля великої інтенсивності. А — фон, Б — через 2 хв, В — фронтально-потилічне відведення.

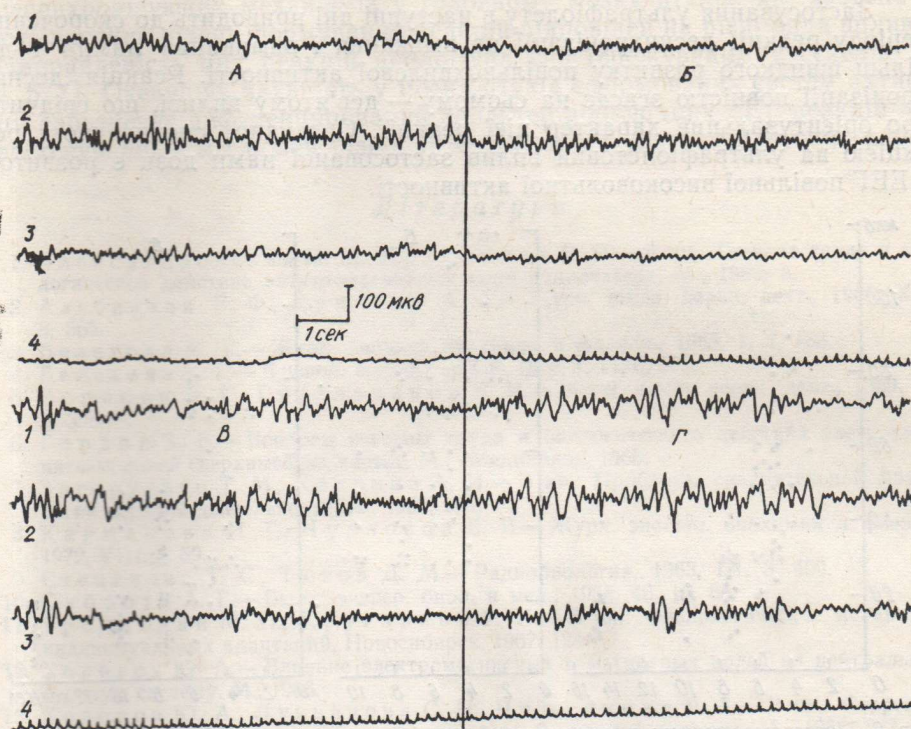


Рис. 4. Вплив ультрафіолетової радіації на біоелектричну активність лобного (1), скроневого (2), потиличного (3) відділів великих півкуль і ЕЕГ (4).

А — фон, Б — реакція на вмикання УФ, В — на 3 хв впливу УФ, Г — через 15 хв після впливу.

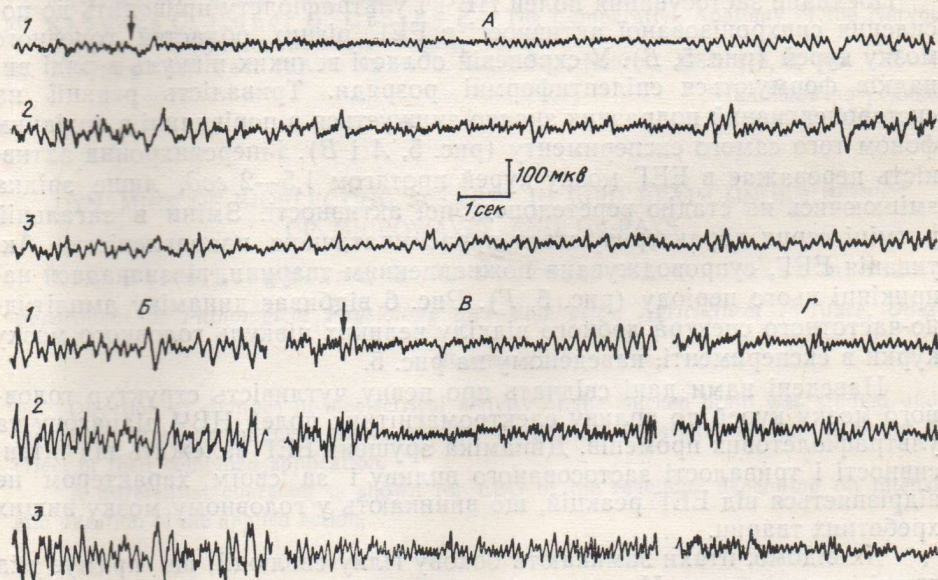


Рис. 5. Зміна ЕЕГ курки під впливом поєднаного застосування НВЧ поля середньої інтенсивності та ультрафіолетових променів.

А — фон, Б — через 2 хв, В — через 30 хв, Г — через 90 хв після впливу. 1 — лобне, 2 — скроневе, 3 — лобно-скроневе відведення; стрілкою позначено момент пред'явлення звукового подразника.

Застосування ультрафіолету в наступні дні приводить до скорочення періоду реакції десинхронізації на вмикання і вимикання лампи і до більш швидкого розвитку повільнохвильової активності. Реакція десинхронізації повністю згасає на сьомому — дев'ятому впливі, що свідчить про орієнтувальний характер цієї реакції. Очевидно, специфічною реакцією на ультрафіолетовий вплив застосованої нами дози є розвиток в ЕЕГ повільної високовольтної активності.

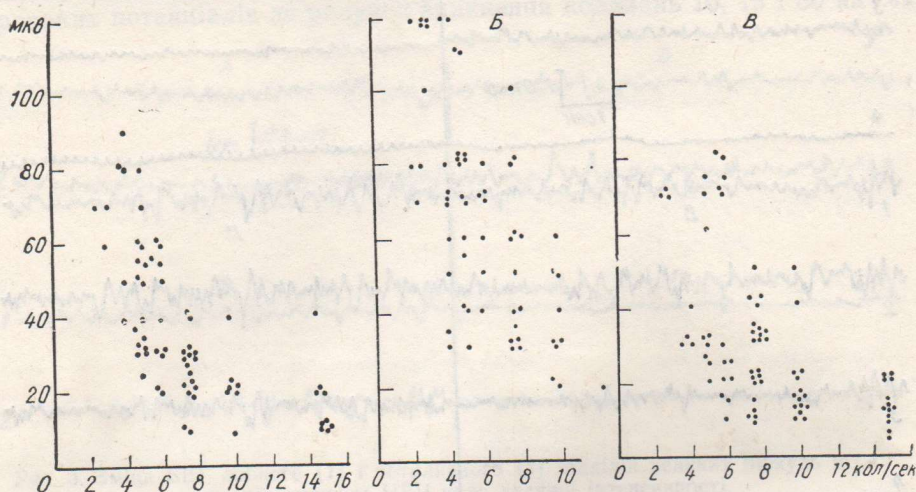


Рис. 6. Гістограма зрушень у частотному і амплітудному спектрах ЕЕГ лобного відділу великих півкуль головного мозку під впливом поєднаного застосування НВЧ поля середньої інтенсивності та ультрафіолетових променів.

А — вихідний фон, Б — через 2 хв, В — через 90 хв після впливу.

Поєднане застосування полів НВЧ і ультрафіолету приводить до посилення синхронізованої активності в ЕЕГ різних областей головного мозку курей (рис. 5, Б). У скроневій області великих півкуль в ряді випадків формуються епілептиформні розряди. Тривалість реакції на екстероцептивний подразник значно знижується в порівнянні з вихідним фоном того самого експерименту (рис. 5, А і В). Гіперсинхронна активність переважає в ЕЕГ мозку курей протягом 1,5—2 год, лише зрідка змінюючись на стадію веретеноподібної активності. Зміни в загальній ритміці серця характеризуються парасимпатичною направленістю. Активізація ЕЕГ, супроводжувана пожвавленням тварини, відзначалась наприкінці цього періоду (рис. 5, Г). Рис. 6 відбиває динаміку амплітудно-частотного спектра лобного відділу великих півкуль головного мозку курки в експерименті, наведеному на рис. 5.

Наведені нами дані свідчать про певну чутливість структур головного мозку курей до впливу електромагнітних полів НВЧ діапазону та ультрафіолетових променів. Динаміка зрушень ЕЕГ залежить від інтенсивності і тривалості застосованого впливу і за своїм характером не відрізняється від ЕЕГ реакцій, що виникають у головному мозку вищих хребетних тварин.

Як відомо, птахи замикають бокову гілку еволюції, що прямує від примітивних тварин. Незважаючи на те, що питання про наявність у птахів кори, порівнюваної з новою корою ссавців, є дискусійним [18, 20, 21], загально визнано, що вони мають досить складну нервову діяльність. Електрофізіологічні дослідження виявили існування синхронізуючих і

десинхронізуючих м
ють високий рівень
Направленість цих
4, 5, 7]. Очевидно, в
ції забезпечує дифе
застосуванні НВЧ і

1. Александров С. Логическое действие
2. Альбицкая Е. С. 3, 565.
3. Белехова М. Г.
4. Белехова М. Г.
5. Воронин Л. Г. 3, 398.
6. Гордон З. В. — Ионитных полей сверх
7. Загоруйко Т. Логии нервной деяте
8. Карманова И. 1972, VIII, 1, 59.
9. Степанова Т. С.
10. Суббота А. Г.
11. Троянский М. Индивидуальных ад
12. Холодов Ю. А. — нервную систему. М
13. Холодов Ю. А. — ные проблемы элек
14. Чиженкова Р. А.
15. Чиженкова Р. А.
16. Шляфер Т. П., Я
17. Baldwin M., Ba
18. Bures J. Fikov
19. Faure J. — C. R. S
20. Kappers C., Hu System of Vertebrat
21. Tienhoven van

DYNAMICS OF B

U. R. Faitel'be

Department of Pathol

Direction of chan
the effect of electrom
effect of their combin

A differential cha
and duration of the app

десинхронізуючих механізмів у головному мозку птахів, які забезпечують високий рівень формування реакцій-відповідей на різні види впливів. Направленість цих реакцій аналогічна спостережуваній у ссавців [3, 4, 5, 7]. Очевидно, наявність у мозку птахів сформованих систем активації забезпечує диференційований характер відповідних ЕЕГ реакцій при застосуванні НВЧ полів різної інтенсивності і ультрафіолетових хвиль.

Література

1. Александровская М. М., Кругликов Р. И.— В кн.: Гигиена труда и биологическое действие электромагнитных волн радиочастот, М., 1968, 5.
2. Альбицкая Е. Ф., Кривова А. А.— Журн. высш. нервн. деят., 1963, XIII, 3, 565.
3. Белехова М. Г.— Журн. эволюц. биохимии и физиол., 1965, 1, 2, 183.
4. Белехова М. Г.— Физиол. журнал СССР, 1966, 1, 11, 6, 677.
5. Воронин Л. Г., Гусельников В. И.— Журн. высш. нервн. деят., 1959, IX, 3, 398.
6. Гордон З. В.— Вопросы гигиены труда и биологического действия электромагнитных полей сверхвысоких частот, М., «Медицина», 1966.
7. Загоруйко Т. М., Карамян А. И.— В кн.: Проблемы сравнительной физиологии нервной деятельности, Л., 1958, 176.
8. Карманова И. Г., Чурносоев Е. В.— Журн. эволюц. биохимии и физиол., 1972, VIII, 1, 59.
9. Степанова Т. С., Тюков Д. М.— Радиобиология, 1963, III, 3, 400.
10. Суббота А. Г.— Бюлл. exper. биол. и мед., 1958, 46, 10, 55.
11. Троянский М. П., Кругликов Р. И.— В кн.: Физиологические механизмы индивидуальных адаптаций, Новосибирск, 1967, 124.
12. Холодов Ю. А.— Влияние электромагнитных и магнитных полей на центральную нервную систему. М., 1966.
13. Холодов Ю. А., Лукьянова С. Н., Чиженкова Р. А.— В кн.: Современные проблемы электрофизиологии центральной нервной системы, М., 1967, 273.
14. Чиженкова Р. А.— Физиол. журнал СССР, 1967, LIII, 5, 524.
15. Чиженкова Р. А.— Журн. высш. нервн. деят., 1969, 19, 3, 495.
16. Шляфер Т. П., Яковлева М. И.— Физиол. журн. СССР, 1969, IV, 1, 16.
17. Baldwin M., Bach S., Lewis S.— Neurology, 1960, 10, 2, 178.
18. Bures J., Fifkova E., Marsala J.— J. Comp. Neurol., 1960, 114, 1, 1.
19. Faure J.— C. R. Soc. Biol., 1953, 147, 1077.
20. Kappers C., Huber G., Crosby E.— The Comparative Anatomy of the Nervous System of Vertebrates Including Man, N. Y., 1936.
21. Tienhoven van A., Yuhasz Z.— J. Comp. Neurol., 1962, 118, 2, 185.

Надійшла до редакції
7.IX 1974 р.

DYNAMICS OF BIOELECTRIC ACTIVITY IN BIRD BRAIN UNDER EFFECT OF MICROWAVES AND UV-RAYS

U. R. Faitel'berg-Blank, G. M. Perevalov, E. V. Gerasimovich

Department of Pathological Physiology and Biophysics, Agricultural Institute, Odessa

Summary

Direction of changes in bioelectrical activity of the chicken brain was studied under the effect of electromagnetic fields of SHF-range, UV-radiation as well as under the effect of their combined application.

A differential character is shown for EEG of the reactions depending on intensity and duration of the applied action.