

## БІОПОТЕНЦІАЛИ КОРИ ГОЛОВНОГО МОЗКУ КРОЛИКІВ ПРИ ДІЇ МАЛОІНТЕНСИВНОГО ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ РАДІОЧАСТОТНИХ ХВИЛЬ

Л. К. Єршова, Ю. Д. Думанський

*Київський інститут загальної та комунальної гігієни*

У зв'язку з інтенсивним розвитком радіотехніки і радіоелектроніки питання вивчення біологічної дії електромагнітних полів набули виняткової актуальності. В якій мірі і як саме електромагнітна енергія, випромінювана в навколишній простір, впливає на живий організм, і як це відбивається на здоров'ї людини — питання сьогодення.

Літературні дані показують, що радіочастотні хвилі різних параметрів насамперед впливають на центральну нервову систему як систему з яскраво вираженими електричними процесами.

Науковими працями ряду авторів доведено, що в низькочастотному імпульсному полі [7], в полі високої частоти [5], в полі УВЧ [6, 8—10] і НВЧ полі [2] переважно теплових інтенсивностей електроенцефалограма тварин зазнає значних змін. Літературні дані про чутливість центральної нервової системи до електромагнітних полів малої інтенсивності при тривалій їх дії дуже обмежені.

Метою даної роботи було проведення фізіологічного аналізу впливу поля коротких хвиль (КХ) низької напруги на центральну нервову систему. В експериментальних дослідженнях застосований електроенцефалографічний метод.

### Методика досліджень

Досліди провадилися на 12 дорослих кроликах вагою 2,5—3 кг. У контрольній групі було два кролики.

При опромінюванні тварин протягом тривалого часу (два місяці) їх утримували в спеціальних діелектричних клітках у просторі між конденсаторними пластинами розміром  $46 \times 63$ , де створювались необхідні напруги електромагнітного поля. При виборі досліджуваних напруг ми виходили з того, що в природних умовах у ближній хвильовій зоні району розміщення радіостанцій напруга електромагнітного поля коливалась від 62 до 0,2 в/м. Тому ми створювали в камерах близькі величини поля: 50; 15; 8; 4 і 0,4 в/м. Напругу на конденсаторних пластинах створювали потужним радіопередавачем, настроєним на частоту 7, 14 мГц (довжина хвилі 42 м) з використанням ємнісного подільника високочастотної напруги. Напругу на пластинах вимірювали ламповим вольтметром типу ВКС-7 і ВЗ-2 і контролювали вимірювачем напруги поля ІЕМП-1.

Біопотенціали відводили біполярним методом з рухливої і зорової областей кори головного мозку. Електроди (звичайні сталеві голки) вводили перед кожним записом ЕЕГ. Реєстрацію ЕЕГ провадили в екранованій камері на двоканальному енцефалографі типу ЕЕЧС-1 в різні періоди хронічного опромінювання. Функціональним навантаженням були звуковий і світловий подразники (електричний дзвоник — інтенсивність звуку 60 дБА, електрична лампочка 30 вт на відстані 0,5 м від очей).

Водночас вивчали динаміку функціональних зрушень у центральній нервовій системі за зміною біоелектричної активності кори, її енцефалограмну реакцію на звуковий і світловий подразники, характер періоду відновлення.

Як показали результати досліджень, картина спонтанної біоелектричної активності рухової і зорової зон кори головного мозку кроликів, одержана в наших дослідках, якщо судити з візуальної оцінки, в основному, збігалася з описаною в літературі [1, 4]. Але для того, щоб оцінити зміни в енцефалограмі з кількісного боку, необхідно було знайти певні співвідношення частотних груп коливань, що характеризують енцефалограму кроликів.

Аналіз даних показав, що весь частотний спектр енцефалограми можна розбити на три групи: 1) коливання частотою один—чотири за секунду, що трапляються у вигляді окремих хвиль або їх груп; 2) коливання частотою п'ять—сім за секунду, які цілком заповнюють електрограму і є домінуючим ритмом; 3) коливання частотою 8—12 за секунду, що звичайно утворюють спалахи електричної активності, або накладаються на хвилі перших двох груп. Тому кількісний аналіз зводився до підрахування трьох видів коливань на п'яти двадцятисекундних відрізках енцефалограми з реакцією на світловий і звуковий подразники в різні періоди запису. Крім того, вимірювали максимальні рівні амплітуд. За нашими даними, вони коливались в межах 40—45 мкв для повільних потенціалів (перша група), 30—90 мкв — для середніх (друга група) і 25—60 — для швидких (третья група).

Порівнюючи співвідношення частотних груп ритмів і амплітуд енцефалограми під час опромінювання полем різної напруги та до його дії, ми одержали дані про вплив електромагнітного поля КВ діапазону на електричну активність кори головного мозку в кількісному відношенні.

### Результати досліджень

Проведений статистичний аналіз даних дозволив виявити деяку залежність зміни частотного спектра ЕЕГ від величини напруги електромагнітного поля. Виявилось, що зі зменшенням інтенсивності поля незначною мірою знижується вираженість реакцій.

Здебільшого дія електромагнітного поля викликала порушення співвідношення частотних груп ритмів, і вже через сім днів опромінювання спостерігалось зменшення кількості повільних коливань у середньому на 37,6%; в незначній мірі порідшення середніх за частотою хвиль — на 19,6% і різке збільшення швидких коливань у середньому на 76,5%. Частотний спектр як би зсувався праворуч у бік частих ритмів і давав картину, позначену в літературі терміном «активація». Амплітуда їх при цьому також збільшувалась на 32%. Максимальний рівень амплітуд біострумів перших двох груп майже не змінювався.

При реєстрації потенціалів кори головного мозку через місяць дії поля картина значно змінювалась. Електроенцефалограма кроликів відображала збільшення проміжних за частотою коливань другої групи. Спостерігалось немов усереднення частотного спектра з явними ознаками підвищення синхронізації. Кількість хвиль цієї групи, виражена в процентному відношенні, становила 60,6% проти 51,1% до опромінювання. У багатьох тварин спостерігалась суцільна синхронізація ритмів, тобто, реєструвались регулярні коливання порядку п'яти—семи за секунду.

Тривале (два місяці) безперервне опромінювання кроликів електричним полем коротких хвиль викликало в корі головного мозку появу повільних високоамплітудних ритмів. Частотний спектр енцефалограми в цей період мав такий вигляд: 45,7% проти 29,0% у фоні представляли повільні хвилі (одна—чотири за сек) першої групи; 41,0% проти 51,1% — проміжні (п'ять—сім за сек) другої групи і 13,9% проти 29,0% — швидкі коливання (8—12 за сек) третьої групи. Як видно, домінуючими були повільні нестійкі за вольтажем коливання електричної активності (див. рисунок).

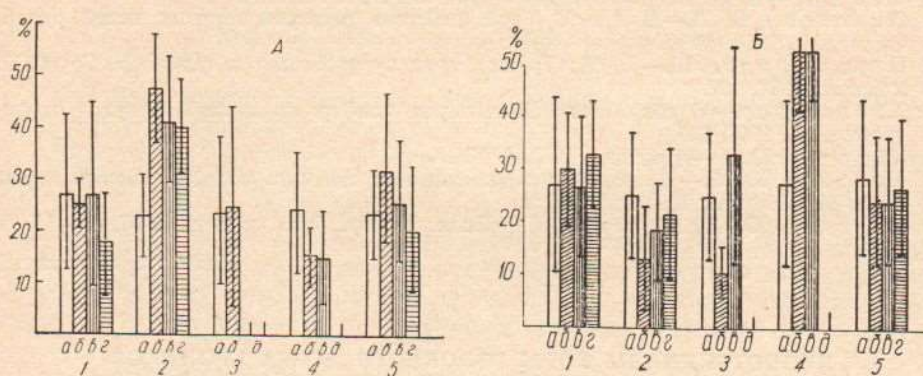
Рисунок відображає перебудову компонентів фонові активності кори в різні періоди опромінювання, яка чітко спостерігалась при дії електромагнітного поля особливо крайніх напруг (50 в/м і 4 в/м). Поле інтенсивністю 0,4 в/м викликало помітну реакцію лише напочат-

ку опромінювання, згодом не виявляло істотного впливу на біоелектричну активність кори головного мозку.

Аналізуючи наведені дані, можна відзначити, що ступінь зміни на енцефалограмі кількості й амплітуди швидких коливань при дії електромагнітного поля коротких хвиль значно перевищує її для повільних і, особливо, середніх коливань. Можливо, часті хвилі є найменш стійкими компонентами біоелектричної активності кори по відношенню до дії поля КВ діапазону. Напруга поля, яка використовувалась в дослідженнях, була вже достатньою для їх зміни.

Тета-ритм (5—7 кол/сек) виявився найбільш стійкою формою сумарної активності коркових клітин.

Застосування світлового подразника як додаткового навантаження в нашій постановці експерименту не викликало помітних змін по-



Динаміка зміни швидких та повільних біострумів кори головного мозку у різні періоди дії КВ поля радіочастот напругою 50 (б), 4 (в) і 0,4 (г) в/м.

По горизонталі — час опромінення: 1 — фон, 2 — сім днів, 3 — один місяць, 4 — два місяці опромінення, 5 — післядія; а — контроль, б — синхронізація ритмів; А — швидкі ритми, Б — повільні ритми.

тенціалів мозку ні в спонтанній активності, ні в енцефалограмах, записаних у різні періоди тривалої дії електромагнітного поля. Це, можливо, пояснюється тим, що в потиличній області піддослідних тварин знаходилося лише два електроди з міжелектродною відстанню 4—5 мм, які, цілком можливо, не стояли над ядром зорового аналізатора.

Недостатня вираженість реакції, можливо, пов'язана ще з тим, що в експерименті використовувалося суцільне світло, а не переривчасті миготіння. Пізніше, при вивченні впливу електромагнітного поля іншого діапазону (довжина хвилі 6 м) на центральну нервову систему одним із показників її функціонального стану служив запис кривих засвоєння ритмів світлових миготінь з наростаючою частотою. В результаті спостерігалась чітка реакція засвоєння світлового ритму.

Дія звукового подразника до опромінювання і в різні періоди опромінювання викликала в основному реакцію десинхронізації ритмів, яка мало чим відрізнялась на протязі всього експерименту за винятком періоду синхронізації біоелектричної активності, коли звук тієї ж інтенсивності викликав різку рухливу реакцію.

Період відновлення змін електричної активності кори головного мозку кроликів тривав 1—1,5 місяця, а у деяких тварин він затягувався до двох місяців.

У контрольних тварин зміни енцефалограми були статистично недостовірні і не вдалося знайти певної закономірності, виявленої у переважної більшості тварин, що зазнавали дії короткохвильового поля.

### Висновки

1. Короткочасна (шість-сім днів) дія поля малої напруги викликає активацію потенціалів кори, тобто збільшення частих коливань з одночасним підвищенням їх амплітуди.

2. Наступне опромінювання веде до синхронізації коркової ритміки.

3. При тотальному опромінюванні кроликів понад два місяці в електричній активності рухової і зорової областей кори переважають повільні нерегулярні хвилі.

### Література

1. Благодатова Е. Т.— Физиол. журн. СССР, 1960, 8.
2. Гвоздикова З. М. и др.— Бюлл. exper. биол. и мед., М., 1964, 33.
3. Думанский Ю. Д.— Вестник АМН СССР, 1967, 8.
4. Лев А. А.— В сб.: Вопросы теории и практики ЭЭГ, Л., 1956.
5. Никонова К. В.— В кн.: О биол. действии электромагнитных полей радиочастот, М., 1964, 49.
6. Парджанадзе Ш.— В сб.: Труды Ин-та курортологии и физиотер. ГрузССР, Тбилиси, 1954, 198.
7. Хволес и др.— В сб.: Матер. Всес. научн. конфер. по exper. курортол. и физиотер., М., 1962, 305.
8. Холодов Ю. А.— Природа, 1962, 4, 104.
9. Холодов Ю. А.— Влияние электромагнитн. и магнитн. полей на центр. нервн. сист., М., «Наука», 1966, 283.
10. Холодов Ю. А., Янсон З. А.— Бюлл. exper. биол. и мед., 1962, 55, 11, 8.

Надійшла до редакції  
30.IV 1968 р.

### БИОПЕНЦИАЛЫ КОРЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА КРОЛИКОВ ПРИ ДЕЙСТВИИ МАЛОИНТЕНСИВНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ РАДИОЧАСТОТНЫХ ВОЛН

Л. К. Ершова, Ю. Д. Думанский

*Киевский институт общей и коммунальной гигиены*

#### Резюме

Были проведены исследования по изучению влияния электромагнитного поля коротковолнового диапазона малой напряженности на биоэлектрическую активность коры головного мозга кроликов, как показателя функционального состояния центральной нервной системы.

В результате хронического облучения (два месяца) на регистрирующей электроэнцефалограмме было выявлено преобладание медленных нерегулярных биотоков, свидетельствующих о прогрессирующем нарастании тормозного состояния в коре больших полушарий головного мозга животных.

Восстановление сдвигов электрической активности затягивалось в отдельных случаях до двух месяцев.

### BIOPOTENTIALS OF RABBITS CEREBRAL CORTEX UNDER THE EFFECT OF LOW INTENSIVE ELECTROMAGNETIC FIELD OF RADIO FREQUENT WAVES

L. K. Ershova, Yu. D. Dumansky

*Institute of Total and Communal Hygiene*

#### Summary

As a result of chronic irradiation (for two months) prevalence of slow non-regular biological currents was detected which evidence for progressive growth of the inhibitory state in cortex of cerebral hemispheres of animals.

Reduction of the electrical activity shifts was delayed up to two months in some cases.