

- тогама и фенибута // Фармакология и токсикология.—1986.—49, № 2.— С. 79—81.
13. Dose K. Die anwendung der hochspannungssphero-graphie bei der quantitativen totalanalyse von protein hidrolysaten. II. Mitteilung // Biochem. J.—1974.—329, N 2.— S. 416—419.
 14. Roberts E., Frankel S. γ -aminobutyric acid in brain, its formation from glutamic acid // J. Biol. Chem.—1950.—187.— P. 55—61.
 15. Sytinsky I. A., Priyatkina T. N. Effect of certain drugs on gamma-aminobutyric acid system of central nervous system // Biochem. Pharmacol.—1966.—15, N 1.— P. 49—54.

Ин-т физиологии им. А. И. Караева
АН Азербайджана, Баку

Материал поступил
в редакцию 09.07.91

УДК 577.31:612.822.1:537.636

В. С. Мартинюк, А. Н. Копилов, А. М. Сташков

Вплив слабких магнітних полів інфранизьких частот на часову організацію обміну тиолових груп та продуктів перекисного окислення ліпідів у головному мозку мишей

Исследована динамика содержания продуктов перекисного окисления липидов и суммарных тиоловых групп в головном мозгу беспородных мышей при однократном действии магнитного поля инфранизкой частоты (0,08 и 8 Гц) и индукцией 30 мкТл. Показаны определенные изменения временной организации и взаимосвязи исследуемых процессов при действии магнитного поля в зависимости от частоты.

Вступ

Факт впливу природних і штучних магнітних полів інфранизьких частот (ЕМП ІНЧ) на фізіологічний стан живих організмів зараз не викликає сумніву. Ефекти модифікування активності обмінних процесів [15], іонної проникності мембран [9, 16], гормонального балансу [3, 17] були виявлені, як правило, на рівні організмів. Очевидно, найбільш ефективно сприйняття ЕМП ІНЧ відбувається на рівні складних динамічних систем. У зв'язку з цим становить інтерес з'ясувати регуляторні взаємовідносини різних біологічних процесів за умов дії ЕМП ІНЧ. Як відомо, структурна перебудова білків та ліпідної фази біологічних мембран є широко вживаним засобом керування активністю клітинних процесів. Перекисне окислення ліпідів (ПОЛ) і пов'язані з ним процеси є складовою частиною такої регуляторної системи. Згідно з сучасних уявлень про регуляцію вільно-радикального окислення ліпідів у тканинах живих організмів, підвищення вмісту антиоксидантів супроводжується зниженням інтенсивності ПОЛ і, отже, швидкості накопичення продуктів окислення [1]. Крім цього, існує ряд альтернативних регуляторних шляхів, які реалізуються завдяки змінам фізико-хімічних параметрів мембран [4, 5], активації анти- і прооксидантних мультиферментних систем [12], щільно пов'язаних з енергетичним і пластичним обміном, який, в свою чергу, контролюється нейрогуморальними механізмами [6]. Реальні біологічні процеси функціонування являють собою складну суперпозицію різною мірою взаємопов'язаних коливальних процесів. Відповідь організму на зовнішню дію може супроводжуватися зміною певних функціональних зв'язків між процесами, активацією нових регуляторних систем і, отже, зміною часової організації коливальних процесів.

Дослідження впливу слабких ЕМП ІНЧ на часову організацію ПОЛ носять епізодичний характер, у зв'язку з чим в нашій роботі ми спробували оцінити ефективність одноразової дії ЕМП ІНЧ на часові взаємовідносини вмісту продуктів переокислення ліпідів, які активно реагують з 2-тіобарбітуровою кислотою (ТБК-активні продукти) і характеризують активність вільно-радикальних процесів у мембранах, та сумарних тіолових груп, які вносять певний вклад у спільний антиокислювальний потенціал клітин у тканинах.

Методика

Вивчали динаміку вмісту ТБК-активних продуктів і сумарних тіолових груп у головному мозку 750 безпорідних мишей за умов одноразової дії магнітного поля.

У магнітному полі, де можна було вільно переміщуватися, тварин тримали протягом перших 3 год експерименту. Прямокутне магнітне поле індукцією 30 мкТл утворювалося кільцями Гельмгольца. Вектор поля, яке утворилося, був перпендикулярним горизонтальній складовій геомагнітного поля. Динаміку показників вивчали протягом 12—12,5 год з 30-хвилинним інтервалом.

Вміст ТБК-активних продуктів визначали за реакцією продуктів окислення, які знаходяться у гомогенатах тканини, з розчином 2-тіобарбітурової кислоти у 30 %-ній оптової кислоті. Вміст сумарних тіолових груп визначали за реакцією сульфгідрильних груп гомогенату з розчином 5,5-дітіобіс(2-нітробензойної) кислоти.

Статистичну обробку результатів проводили, використовуючи алгоритм оцінки достовірності різниць значень показників протягом двох процесів [11]. Про часову організацію досліджуваних процесів судили за результатами послідовного Фур'є-перетворення автокореляційної функції нормованого часового ряду. Застосування зазначеного вище класичного варіанту спектрального аналізу для коротких часових рядів припускає одержання попередньої оцінки, яка, однак, може наочно свідчити про зміну часової організації досліджуваних процесів.

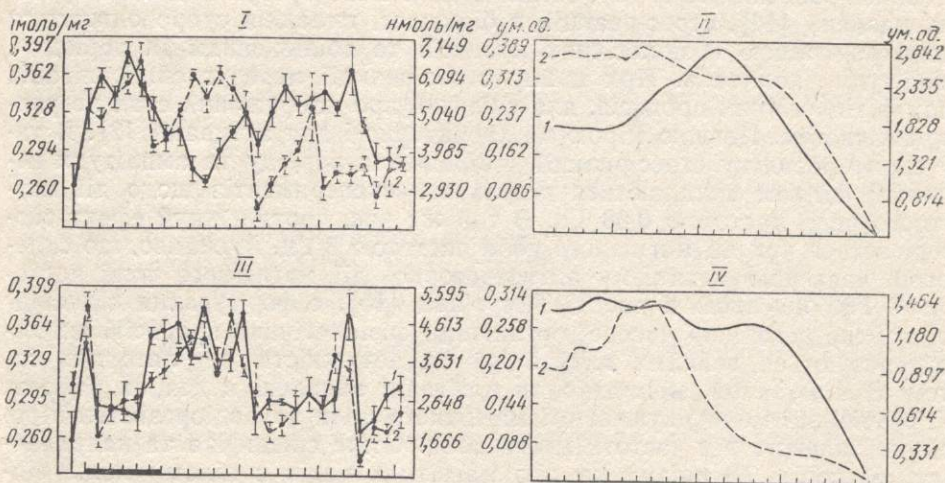
Результати та їх обговорення

Аналіз взаємозв'язку коливань вмісту ТБК-активних продуктів та сумарних тіолових груп у тканині мозку тварин дозволяє виявити певні закономірності. Незважаючи на значні, як здається, різниці часової організації тих самих досліджуваних процесів у контрольних групах (малюнок, а, I та б, I), основний період коливань вмісту ТБК-активних продуктів у головному мозку становить 5,5—6,5 год, а тіолових груп — 4,0 год (малюнок, а, II та б, II). Ця часова організація визначає характерну для тканини мозку асинхронність інтегральних коливань досліджуваних процесів і відображає специфіку регуляції вільно-радикального окислення в такій тканині.

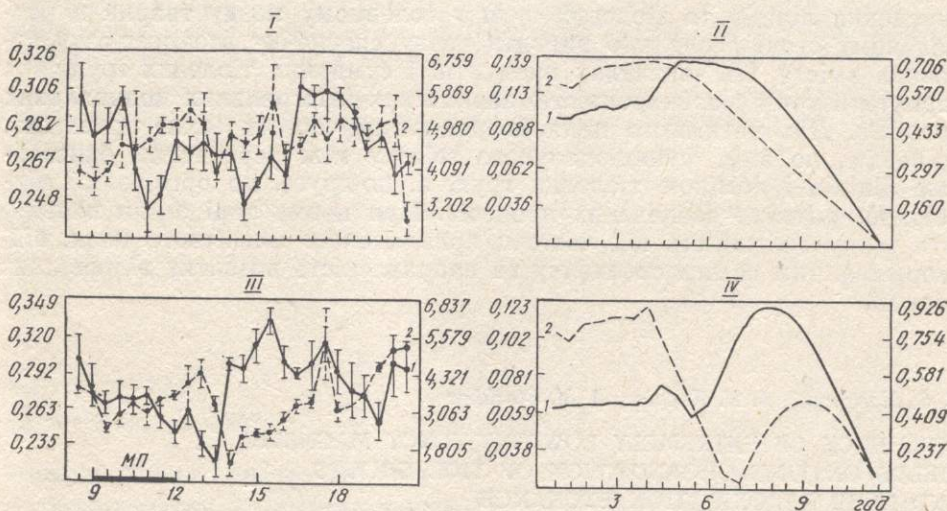
Дія слабого магнітного поля частотою 8 Гц призводить до відносно рівномірного перерозподілу амплітуди вихідного, приблизно 6-годинного, періоду коливань вмісту ТБК-активних продуктів за гармоніками періодами 2,5; 4,5 та 7,5 год. Період найбільш потужної гармоніки для тіолових груп змінюється, порівняно з контрольною групою, незначно і складає 4,5 год. Проте, потужність цієї гармоніки зменшується майже у 2 рази (малюнок, а, IV). Для більш високо- та низькочастотних гармонік коливання вмісту сумарних тіолових груп спостерігається більш значне зниження потужності. Належить звернути увагу на те, що така часова організація обміну тіолових груп і продуктів перекисного окислення ліпідів характеризується, практично, синфазними коливаннями вмісту ТБК-активних продуктів і тіолових груп на гармоніці періодом біля 4,5 год (малюнок, а, III). Формування у тканині мозку синфазності коливань досліджуваних процесів за дії магнітного поля частотою 8 Гц можна розглядати як свідчення змін функціональ-

них зв'язків між вільно-радикальним окисленням та обміном тіолових груп, обумовлених, мабуть, модифікацією активності регуляторних систем.

Дія магнітного поля частотою 0,08 Гц також призводить до формування нової ритміки досліджуваних процесів, однак асинхронність інтегральних коливань вмісту продуктів перекисного окислення і тіолових груп збільшується (малюнок, б, III). Показано, що за цієї дії фор-



а



б

Ритміка (I, III) і спектрограми (II, IV) вмісту ТБК-активних продуктів (1, ліва шкала та сумарних тіолових груп (2, права шкала) у головному мозку інтактних мишей (I, II) і мишей в умовах дії магнітного поля (МП, III, IV) частотою 8 Гц (а) і 0,08 Гц (б). За віссю абсцис: I, II — час доби, год; III, IV — період, год.

мується слабка гармоніка коливань вмісту ТБК-активних продуктів періодом біля 4,5 год, тоді як період найбільш потужної гармоніки збільшується до 8 год (малюнок, б, IV). Період найбільш потужної гармоніки для сумарних тіолових груп зберігається такий, як у контрольній групі в межах 4 год, при цьому формується додаткова 9-годинна гармоніка, що не є характерним для дії магнітного поля частотою 8 Гц. Необхідно також звернути увагу на суттєве збільшення амплітуди коливань сульфгідрильних груп.

На основі виявлених закономірностей відповіді живих організмів на дію слабких ЕМП ІНЧ виникають традиційні питання про специфіч-

ність та направленість змін часової організації досліджуваних процесів. У численних роботах, присвячених вивченню ефектів дії ЕМП ІНЧ, як правило, одержували неспецифічні реакції, які проявляються у вигляді адаптаційних реакцій [2] — тренування, активації та стреса [2, 10, 13, 15]. Такі реакції відбуваються за дії магнітних полів широких смуг частот та індукції. Особливості розвитку неспецифічних реакцій в залежності від частоти магнітного поля, які спостерігаються в деяких роботах [7, 8, 10], залишаються мало зрозумілими. За сучасних уявлень [14], стрес-реакція в більшості випадків супроводжується десинхронізацією фізіологічних процесів та збільшенням їх періоду і амплітуди коливань. При цьому стрес-реакції передують синхронізації ряду фізіологічних процесів, яка свідчить про напружений стан регуляторних систем. Певною мірою це характерно і для активації [2]. В таку схему розвитку стрес-реакції (збільшення періоду та амплітуди коливань) цілком вкладаються результати експериментів щодо дії магнітного поля частотою 0,08 Гц. В той же час, протилежний ефект спостерігається при дії магнітного поля частотою 8 Гц. Можливо, що складовою частиною механізму антистресорної дії магнітного поля частотою 8 Гц, описаною в роботі Темур'янц [15], є формування відповідної «антистресорної» часової організації фізіологічних процесів, які характеризуються певними активацією та потужністю регуляторних систем. З цим також можуть бути пов'язані виявлені в деяких роботах [7, 8] різниці модифікуючої дії магнітного поля на радіорезистентність тварин залежно від частоти цього поля. Отже специфіка та направленість відповіді організму на дію магнітних полів в цілому може відзначатися частотними характеристиками магнітного поля.

Таким чином, вивчення часової організації вільно-радикального окислення ліпідів та тіолових груп у головному мозку тварин в нормальному стані дозволило виявити певну специфіку взаємозв'язку коливань вмісту ТБК-активних продуктів і сумарних тіолових груп, яка характеризується асинхронністю зазначених інтегральних коливальних процесів. Дія магнітного поля інфранизької частоти може призвести, по-перше, до змін функціонального зв'язку між перекисним окисленням ліпідів і обміном тіолових груп, а, по-друге, до організації відповідної ритміки зазначених процесів. При цьому такі зміни виявляють певну залежність від частоти прикладеного магнітного поля, відтворюючи тим самим специфіку та направленість розвитку відповідних реакцій.

V. S. Martynyuk, A. N. Kopylov, A. M. Stashkov

INFLUENCE OF EXTREMELY LOW-FREQUENCY MAGNETIC FIELDS ON TIME ORGANIZATION OF TIOL GROUPS AND LIPID PEROXIDATION EXCHANGE

The influence of extremely low-frequency magnetic fields on lipid peroxidation products and total tiol groups in the brain of mongrel mice has been investigated. Certain changes in time organization and interrelation of the studied processes under the effect of the magnetic field depending on frequency are shown.

University, Ministry of Higher and Secondary Special Education of Ukraine, Simferopol

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бурлакова Е. Б., Алесенко А. В., Молочкина Е. М. и др. Биоантиоксиданты в лучевом поражении и злокачественном росте. — М.: Наука, 1975. — 211 с.
2. Гаркави Л. Х., Квакина Е. Б., Уколова М. А. Адаптационные реакции и резистентность организма. — Ростов-на-Дону: Изд-во Ростов. ун-та. — 1990. — 224 с.
3. Загорская Е. А. Реакции эндокринной системы на воздействие низкочастотных электромагнитных полей непрерывного и импульсного режимов генерации // Космич. биология и авиакосмич. медицина. — 1989. — 23, № 6. — С. 4—14.

4. Клебанов Г. Ц., Теселкин на перекисное окисление № 10. — С. 1072—1080.
5. Котолевцева Н. В., Каган фактора в кинетике свобод. — 1976.
6. Колосова Н. Г., Мельников и суточного ритма глюкального окисления липид. № 9. — С. 99—101.
7. Копылов А. Н., Михалёв на радиочувствительность физиологии, климатопатол.
8. Копылов А. Н., Троицкий мышей // Радиобиология.
9. Кузнецов А. И., Кшуташи сные зависимости аритмократельную активность № 2. — С. 178—183.
10. Макеев В. Б. Эксперимент магнитных полей инфрани. — канд. биол. наук. — Симф.
11. Плохинский Н. А. Математика. — 1978. — 238 с.
12. Сидорик Е. П., Баглей Е. холевом процессе. — Киев.
13. Сидякин В. Г., Темур'янц фологические изменения к инфранизкой частоты // К. С. 90—91.
14. Степанова С. И. Биоритмы. — 1986. — 240 с.
15. Темур'янц Н. А. Нервные излучений: Автореф. дис.
16. Bawin S. M., Adey W. R., cerebral tissues by electron. P. 6314.
17. Ossenkapp K., Kavaliers M. a possible role for the end. N 2. — P. 189—208.

Симферопол. ун-т
М-ва вищ. та серед. спец. осв.

УДК 612.172—0.6:612.67

С. Г. Казьмін, С. Б. Дудка

Старечі зміни інотропа норадреналіну та адреналіну на міокард морських свинок

В опытах на изолированных мышцах желудочка 24 мес) морских свинок (10^{-7} — 10^{-5} моль/л) и с возрастное снижение и вправо зависимости от суперфузии на фоне дей адренергического действия на препаратах миокарда эффективность

© С. Г. КАЗЬМІН, С. Б. ДУДКА

ISSN 0201—8489. Физиол. журн.

4. Клебанов Г. Ц., Теселкин О. О., Груне К., Владимиров Ю. А. Влияние холестерина на перекисное окисление липидов мембран липосом // Биол. мембраны.—1988.—5, № 10.—С. 1072—1080.
5. Котолевцева Н. В., Каган В. Е., Ланкин В. В., Козлов Ю. П. О роли структурного фактора в кинетике свободно-радикального окисления липидов в мембранах // Вопр. мед. химии.—1976.—22, вып. 3.—С. 395—400.
6. Колосова Н. Г., Мельников В. М., Шорин Ю. П., Хонсулин В. И. Роль фотопериодики и суточного ритма глюкокортикоидов в синхронизации колебаний свободно-радикального окисления липидов // Бюл. эксперим. биологии и медицины.—1983.—№ 9.—С. 99—101.
7. Копылов А. Н., Михалёв Е. С., Осовский Ю. В. Влияние слабого магнитного поля на радиочувствительность кроветворной системы белых мышей // Вопросы климатологии, климатопатологии и климатотерапии.—Ялта, 1982.—С. 101—103.
8. Копылов А. Н., Троцкий М. А. Влияние магнитных полей на радиочувствительность мышей // Радиобиология.—1982.—22, вып. 5.—С. 687—690.
9. Кузнецов А. И., Киутаивили Т. Ш., Колоколов А. С., Лазарев А. В. Квазирезонансные зависимости аритмогенного действия низкочастотного магнитного поля на сократительную активность миокарда // Изв. АН СССР, сер. биология.—1990.—№ 2.—С. 178—183.
10. Макеев В. Б. Экспериментальное исследование физиологического действия электромагнитных полей инфранизкой частоты на систему крови животных: Автореф. дис. ... канд. биол. наук.—Симферополь, 1979.—25 с.
11. Плохинский Н. А. Математические методы в биологии.—М.: Изд-во Москов. ун-та, 1978.—238 с.
12. Сидорик Е. П., Баглей Е. А., Данко М. И. Биохемилюминесценция клеток при опуховом процессе.—Киев: Наука. думка, 1989.—220 с.
13. Сидякин В. Г., Темурьянц Н. А., Евстафьева Е. В. Некоторые биохимические и морфологические изменения крови крыс при воздействии переменного магнитного поля инфранизкой частоты // Космич. биология и авиакосмич. медицина.—1986.—№ 5.—С. 90—91.
14. Степанова С. И. Биоритмологические аспекты проблемы адаптации.—М.: Наука, 1986.—240 с.
15. Темурьянц Н. А. Нервные и гуморальные механизмы к действию неионизирующих излучений: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук.—1989.—29 с.
16. Bawin S. M., Adey W. R., Subbit I. M. Ionic factor in release of Ca^{2+} from chicken cerebral tissues by electromagnetic fields // Proc. Nat. Acad. Sci. USA.—1978.—757.—P. 6314.
17. Ossenkapp K., Kavaliers M. Clinical and applied aspects of magnetic fields exposure: a possible role for the endogenous opioid systems // J. of Bioelectricity.—1988.—7, N 2.—P. 189—208.

Симферопол. ун-т
М-ва вищ. та серед. спец. освіти України

Матеріал надійшов
до редакції 31.05.91

УДК 612.172—0.6:612.67

С. Г. Казьмін, С. Б. Дудка

Старечі зміни інотропної дії норадреналіну та ацетилхоліну на міокард морських свинок

В опытах на изолированных полосках правого предсердия и папиллярных мышцах желудочка сердца взрослых (4—5 мес) и старых (18—24 мес) морских свинок изучали инотропные эффекты норадреналина (10^{-7} — 10^{-5} моль/л) и ацетилхолина (10^{-8} — 10^{-6} моль/л). Обнаружены возрастное снижение инотропного действия норадреналина и сдвиг вправо зависимости «доза—эффект». Подобные изменения наблюдались в зависимых от дозы эффектах ацетилхолина при условии его суперфузии на фоне действия норадреналина. При этом снижение антиадренергического действия ацетилхолина, которое наблюдалось в опытах на препаратах миокарда старых животных, не было следствием снижения эффективности норадреналина, поскольку при использова-