

# FUNCTIONAL DISORDERS IN ANIMALS, THE COMBINED ACTION OF ELECTROMAGNETIC RADIATION AND CESIUM-137

Tomashevskaya L.A., Kravchun T.E.

## ФУНКЦІОНАЛЬНІ ЗМІНИ У КРОВІ ТВАРИН ЗА КОМБІНОВАНОЇ ДІЇ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ТА ЦЕЗІЮ-137

**П**ротягом життя сучасна людина зазнає одночасного впливу низки факторів навколишнього середовища, контактує з комплексом хімічних, фізичних та інших чинників довкілля, які потрапляють до організму різними шляхами. Останніми роками стільниковий мобільний зв'язок поширюється швидкими темпами серед населення, створюючи загрозу впливу електромагнітного випромінювання (ЕМВ) на здоров'я, особливо на тлі малих доз іонізуючої радіації, що спостерігаються на окремих територіях України, і стає суттєвою гігієнічною проблемою [1-4]. На територіях з підвищеним рівнем радіаційного впливу населення зазнає також впливу ЕМВ та іонізуючого випромінювання, зумовленого внутрішнім опроміненням за рахунок забруднення харчових продуктів цезієм-137 [5-7].

**ТОМАШЕВСЬКА Л.А.,  
КРАВЧУН Т.Є.**

ДУ "Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва НАМН України", м. Київ

УДК 613.648.2+648.4:577

Вплив на здоров'я населення, зумовлений комбінованою дією, може проявлятися дестабілізацією гомеостазу, змінами формування сталих фізіологічних реакцій, спрямованих на пристосування функціональних систем, специфічних за адаптацію організму до певних чинників [8]. На дію різних чинників організм відповідає комплексом неспецифічних, переважно метаболічних реакцій, які значною мірою характеризують функціональний стан і дають можливість оцінки адаптаційних ресурсів та прогнозу віддалених наслідків [9, 10]. Функціональні порушення біохімічних систем клітинних та внутрішньоклітинних структур супроводжуються змінами вільнорадикальних процесів, одним з проявів яких є генерація гідроксильних радикалів. Як найбільш реакційно здатні вільні радикали відіграють суттєву роль у реалізації пошкоджуючої дії, викликаючи зміни структурно-функціональної цілісності біомембран, дезорганізацію тканинного метаболізму, розвиток клітинних та функціональних порушень [11-13].

У механізмі проявів несприятливої дії на організм провідним вважається підвищення інтенсивності процесів перекисного окислення ліпідів (ПОЛ), яке ініціюється гідроксил-радикалом і проявляється збільшенням утворення та накопичення метаболітів неферментативного окислення ліпідів. Рівень ПОЛ в організмі підтримується збалансованим функціонуванням захисної антиоксидантної системи, спрямованої на інактивацію активних форм кисню, таких як супероксидний радикал, перекис водню та гідроксильний радикал. Ступінь врівноваженості між прооксидантними процесами та антиоксидантною системою є показником пошкод-

### ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В КРОВИ ЖИВОТНЫХ ПРИ КОМБИНИРОВАННОМ ДЕЙСТВИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ И ЦЕЗИЯ-137

**Томашевская Л.А., Кравчун Т.Е.**

*Целью работы явилось изучение комбинированного действия электромагнитного излучения и цезия-137 в хроническом эксперименте на животных. Функциональные изменения оценивали по состоянию прооксидантных и антиоксидантных процессов в крови крыс.*

*Установлено, что комбинированное действие электромагнитного излучения и цезия-137, поступающего в организм животных с пищей, вызывает инициацию перекисного окисления липидов, напряженность функционирования антиоксидантной системы. В аспекте зависимости "доза (уровень) — время — эффект" нарушение баланса прооксидантных процессов и антиоксидантных механизмов защиты в основном определяется действующим уровнем электромагнитного излучения при одной дозе цезия-137.*

*Комбинированное действие электромагнитного излучения и цезия-137 в изученных количественных соотношениях проявляется суммарным эффектом взаимодействия двух факторов в реализации ответных реакций организма на неблагоприятное воздействие, что немаловажно при гигиенической оценке комплексного действия факторов окружающей среды.*

© Томашевська Л.А., Кравчун Т.Є. СТАТТЯ, 2012.

**FUNCTIONAL DISORDERS IN ANIMALS,  
THE COMBINED ACTION OF ELECTROMAGNETIC  
RADIATION AND CESIUM-137**

**Tomashevskaya L.A., Kravchun T.E**

*In chronic experiments on animals studied the combined action of electromagnetic radiation of cesium-137 at different entry into the body. Found that the combined effect of causing the initiation of lipid peroxidation, the intensity of functioning of the antioxidant system. In the aspect of dependence "dose (level) — time — effect" imbalance of prooxidant and antioxidant defense mechanisms are mainly determined by the current level of electromagnetic radiation. Combined effects of electromagnetic radiation and cesium-137 in the studied proportions manifested total effect of the interaction of two factors in the response*

*of the organism to adverse effects. The latter is important for the hygienic evaluation of the complex environmental factors. In the study of the combined EMR and cesium-137 detected activation of lipid peroxidation, antioxidant system functioning tension and imbalance prooxidant and antioxidant protection mechanisms, the nature of the bioeffects of combination investigated the quantitative correlation factors determined the level of EMR. Defined violation LPO intensity showed that the reaction of the organism response to the effects of EMR compatible and cesium-137 depends on the current level of radiation — with increased intensity of EMR increases initiation of lipid peroxidation processes. Combined effects of electromagnetic radiation and cesium-137 shows the total effect of the interaction of two factors in the response of the organism.*

жуючого впливу факторів довкілля на функціональний стан організму. Визначення загальних закономірностей формування реакцій відповіді організму на вплив факторів є важливим аспектом в обґрунтуванні їхньої безпечної дії.

З метою вивчення особливостей дії ЕМВ і цезію-137 у разі потрапляння до організму різними шляхами було проведено хронічний 4-місячний експеримент. Тварини (білі щури) піддавалися дії зовнішнього опромінення у режимі 8-годинного впливу ЕМВ 1800 МГц різних рівнів інтенсивності (1000, 200 та 10 мкВт/см<sup>2</sup>) та внутрішнього опромінення поглинутої дози цезію-137, який надходив щоденно з харчовим раціоном (недіючий рівень згідно з ДР-97) [14].

Функціональний стан білих щурів оцінювався щомісячно за показниками прооксидантних та антиоксидантних процесів у крові. Стан перекисного окислення ліпідів оцінювали за інтенсивністю накопичення ТБК-активних продуктів — молоного діальдегіду (МДА) [15]. Активність антиоксидантної системи (АОС) визначали за показниками антипероксидного ферменту — каталази [16] та антиоксиданта крові — церулоплазміну [17].

**Результати** вивчення вмісту ТБК-активних продуктів показали зміни кількості МДА у крові піддослідних тварин. Рівень МДА суттєво не змінювався за дії ЕМВ 10 мкВт/см<sup>2</sup>, хоча й дещо перевищував верхні межі контролю. Достовірні зміни вмісту МДА спостерігались у групах тварин, де рівень ЕМВ становив 200 мкВт/см<sup>2</sup> та 1000 мкВт/см<sup>2</sup>. Поступове зро-

стання активності ПОЛ визначалося за 1 місяць сумісної дії ЕМВ та цезію-137, а пролонгація дії виявила майже однаковий підвищений рівень інтенсивності цього процесу у подальші терміни спостережень (рис. 1). Визначені порушення інтенсивності ПОЛ показали, що реакція відповіді організму на вплив сумісної дії ЕМВ та цезію-137 залежить від діючого рівня випромінювання: з підвищенням інтенсивності ЕМВ підсилюється ініціація процесів ліпопероксидації.

Підсилення перекисного окислення ліпідів у крові тварин відбувається у тісному взаємозв'язку з функціональним станом антиоксидантної системи, яка характеризується високою специфічністю антиоксидантних ферментних систем, бере безпосередню участь у молекулярних механізмах захисту від пошкоджуючої активації ПОЛ. Вже на першому місяці впливу факторів визначено зростання ферментативної активності каталази за дії достатньо високих рівнів ЕМВ 200 мкВт/см<sup>2</sup> та 1000 мкВт/см<sup>2</sup> (рис. 2). Під час подальшого впливу сумісної дії факторів підвищення

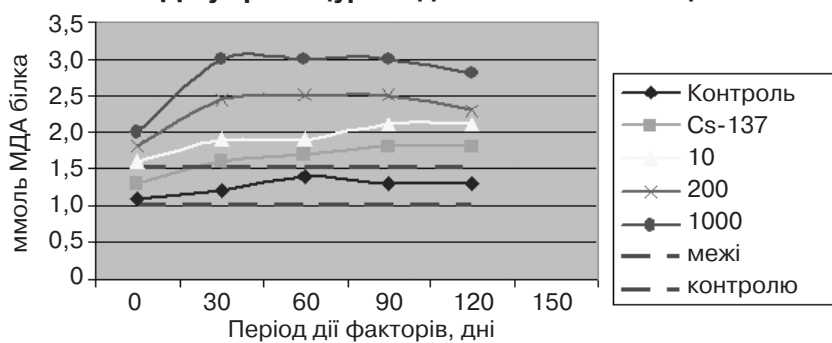
активності каталази характеризувалося відносною стабільністю і залишалось протягом 4-х місяців на одному рівні відхилення від контролю.

Разом з накопиченням продуктів ПОЛ під впливом дії факторів спостерігались зміни активності антиоксидантних ферментів, а саме: визначення церулоплазміну виявило зниження його вмісту у крові щурів, які піддавалися сумісній дії факторів (рис. 3), хоча відомо, що основною характеристикою церулоплазміну є антиоксидантна властивість в умовах інтенсивної генерації пероксидів. У той час як активність каталази збільшена, рівень церулоплазміну різною мірою знижений в усіх піддослідних групах тварин. Визначений різнонаправлений перебіг ферментативних процесів, ймовірно, пов'язаний з порушенням кооперативного характеру функціонування АОС захисту від оксидативного стресу.

Динаміка потенціалу ферментів АОС, яка виявилася недостатньою для нейтралізації активних форм пероксидів, може свідчити про незбалансованість антиоксидантного захи-

Рисунок 1

**Вміст МДА у крові щурів під впливом ЕМВ та цезію-137**



сту та недостатність регулюючих функцій у молекулярних механізмах резистентності організму до діючих факторів.

Слід зазначити, що у групі тварин, які отримували лише цезій-137, також спостерігалися різнонаправлені зміни активності ферментів АОС. Практично на усіх термінах спостережень разом зі зниженням каталазної активності відзначено підвищення вмісту церулоплазміну. Зафіксовані відхилення ферментів хоча й не мали достовірних значень, але виходили за межі контрольних величин. Оскільки активність ПОЛ у крові піддослідних тварин суттєво не змінювалася відносно контролю, то можна припустити, що отримані розбіжності спрямованості каталази та церулоплазміну не зменшили реакційну здатність системи антиоксидантного захисту до інактивації пероксидів. Тим не менш зміни ферментативної активності на якомусь етапі можуть спричинити пошкодження усієї системи захисту [18]. Ймовірно, за таким механізмом вважається, що вплив поглинутих малих доз іонізуючого випроміню-

вання не є абсолютно безпечним для організму [10, 19].

Подібні взаємовідносини антиоксидантних ферментів: однакову спрямованість їхніх змін було виявлено у разі ізолюваної дії ЕМВ, але суттєво підвищений ( $p < 0,05$ ) рівень ПОЛ вказує на зниження ефекту антиоксидантного захисту залежно від діючої інтенсивності ЕМВ [20].

Щодо комбінованої дії ЕМВ та цезію-137, виявлено активацію ліпопероксидації, напруженість функціонування антиоксидантної системи і розбалансованість прооксидантних та антиоксидантних механізмів захисту. Характер біоефекту комбінованої дії досліджених кількісних співвідношень факторів в аспекті залежності "доза (рівень) — час — ефект" визначається рівнем ЕМВ. Таким чином, отримані результати розкривають особливості прояву складного процесу комбінованої дії ЕМВ та цезію-137, дозволяють оцінити сумісний вплив як сумарний ефект взаємодії двох чинників у реалізації реакцій відповіді організму на несприятливий вплив. Останнє

Рисунок 2

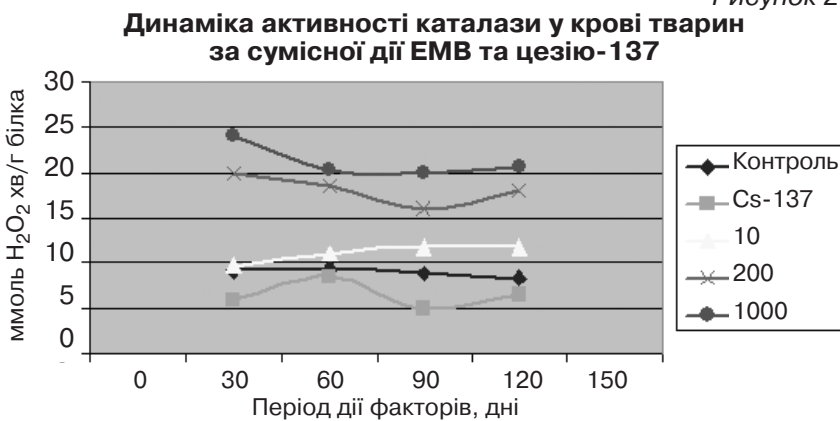


Рисунок 3



може бути враховано під час гігієнічної оцінки впливу комплексу факторів, які є реально присутніми в об'єктах навколишнього середовища.

ЛІТЕРАТУРА

1. Влияние электромагнитного поля на организм человека [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://works.tarefer.ru/98/100122/index.html>.
2. Думанський Ю.Д. Електромагнітне забруднення навколишнього середовища — сучасна гігієнічна проблема (підсумки та перспективи досліджень) / Ю.Д. Думанський, А.М. Сердюк, Б.Ю. Селезньов // Гігієна населених місць. — К., 2003. — Вип. 41. — С. 189-195.
3. О гигиеническом нормировании изолированного и сочетанного действия электрического магнитного поля промышленной частоты и ионизирующей радиации (цезий-137) в условиях населенных мест / А.М. Сердюк, Ю.Д. Думанский, С.В. Биткин и др. // Гігієна населених місць. — К., 2000. — Вип. 37. — С. 223-232.
4. Гігієнічна характеристика електромагнітного випромінювання від радіотехнічних та електроенергетичних об'єктів та засобів в умовах населених місць (за матеріалами досліджень 2008-2010 рр.) / Ю.Д. Думанський, Н.Г. Нікітіна, В.Ю. Думанський, С.В. Біткін та ін. // Гігієна населених місць. — К., 2010. — Вип. 56. — С. 185-195.
5. Электромагнитное загрязнение окружающей среды и защита населения от его влияния / В.Ю. Думанский, С.В. Биткин, Е.А. Сердюк и др. // Гігієна населених місць. — К., 2011. — Вип. 58. — С. 184-199.
6. Думанський В.Ю. Гігієнічні аспекти електромагнітної сумісності базових станцій стільникового мобільного зв'язку та медичних електронних приладів / В.Ю. Думанський, С.В. Біткін // Гігієна населених місць. — К., 2007. — Вип. 50. — С. 193-201.
7. Генофонд і здоров'я: відтворення населення України / За ред. Сердюка А.М., Тимченко О.І. — К.: МВЦ Медінформ, 2006. — 420 с.
8. Механизм воздействия электромагнитного излучения [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [http://revolution.allbest.ru/life/00143579\\_0.html](http://revolution.allbest.ru/life/00143579_0.html).
9. Исследование прогностической роли активности ферментов антиоксидантной защиты в окислительной модификации белков после действия низко-

интенсивного ионизирующего излучения / Л.С. Старикович, Л.А. Дацюк, У.В. Старанко и др. // Лабораторная диагностика. — 2008. — № 1. — С. 57-60.

10. Ліпопероксидація, антиоксидантний захист та сперматогенез у щурів за довготермінового аліментарного надходження радіонуклідів у малих дозах / Н.О. Карпенко, Л.М. Овсяннікова, С.М. Альохіна та ін. // Довкілля та здоров'я. — 2009. — № 1. — С. 13-18.

11. Trosko J.E. Human health consequences of environmentally-modulated gene expression: potential roles of ELF-EMF induced epigenetic versus mutagenic mechanisms of disease / J.E Trosko // Bioelectromagnetic. — 2000. — V. 21, № 8. — P. 402-406.

12. Life and Death: Metabolic Rate, Membrane Composition and Life Span of Animals / A.J. Hulbert, R. Pamplona, R. Buffenstein, W.A. Buttemer // Physiol. Rev. — 2007. — Vol. 87. — P. 1175-1213.

13. Барабой В.А. Окислительно-антиоксидантный гомеостаз в норме и патологии / В.А. Барабой, Д.А. Сутовой. — К.: Наукова думка, 1997. — 420 с.

14. Державні гігієнічні нормативи "Допустимі рівні вмісту радіонуклідів  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$  у продуктах харчування та питній воді (ДР-97)". — К., 1997.

15. Современные методы в биохимии / Под ред. Ореховича В.Н. — М.: Медицина, 1977. — С. 62-68.

16. Методы определения активности каталазы / М.А. Королюк, Л.И. Иванова, И.Г. Майорова, В.Е. Токарев // Лаб. дело. — 1988. — Вып. 1. — С. 16-18.

17. Луценко Л.А. Биохимические методы исследования в гигиене / Л.А. Луценко, И.Н. Титова. — М., 1973. — С. 48-53.

18. Оцінка стану глутатіонової системи в імунікомпетентних клітинах крові за дії низькоінтенсивного опромінення / Г.Я. Клевета, Л.О. Дацюк, У.В. Старанко та ін. // Мед. хімія. — 2006. — Т. 8, № 3. — С. 76-79.

19. Біохімічні та біофізичні методи оцінки порушень окислювального гомеостазу в осіб, що зазнали радіаційного впливу внаслідок аварії на ЧАЕС: метод. рек. / Л.М. Овсяннікова, С.М. Альохіна, О.В. Дробінська та ін. — К., 1999. — 18 с.

20. Томашевська Л.А. Вплив короткострокової дії електромагнітного випромінювання на стан оксидантної системи в організмі щурів / Л.А. Томашевська, Т.Є. Кравчун, О.О. Бугаєнко // Гігієна населених місць. — К., 2011. — Вип. 57. — С. 259-264.

Надійшла до редакції 09.04.2012.

## THE INTEGRAL CRITERIA OF ADAPTATION OF JUNIOR PUPILS

Moskvyak N.V., Fedorenko V.I.

## ІНТЕГРАЛЬНІ КРИТЕРІЇ АДАПТАЦІЇ МОЛОДШИХ ШКОЛЯРІВ

# A

**МОСКВЯК Н.В., ФЕДОРЕНКО В.І.**

Львівський національний медичний університет ім. Данила Галицького

УДК: 613.955: 612.017. 2

Адаптація до систематичних шкільних занять становить одну з найактуальніших проблем національної школи. Надзвичайно важливе практичне значення має пошук інформативних та об'єктивних критеріїв оцінки перебігу адаптації, оскільки це дозволяє своєчасно з'ясувати причини її зриву, діагностувати дезадаптацію і вживати належні коригуючі заходи. Вивчення цього питання дозволить реалізувати принципи динамічного контролю над станом функціональних систем організму, що, у свою чергу, створює передумови для розробки відповідних рекомендацій та виявлення груп ризику, регуляторні системи яких перебувають на межі своїх можливостей [1, 2].

Одним з показників, які відображають формування адаптації дитячого організму до умов довкілля, є фізичний розвиток [3, 4]. Виявлення певних зрушень у фі-

### ИНТЕГРАЛЬНЫЕ КРИТЕРИИ АДАПТАЦИИ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ

**Москвяк Н.В., Федоренко В.И.**

Целью работы было изучение закономерностей динамики параметров физического развития младших школьников и уровней адаптационного потенциала системы кровообращения в период обучения с 1-го по 3-й классы как интегральных критериев адаптации. Установлено, что динамика параметров физического развития обследованных школьников 6-7 лет отвечает закономерностям роста и развития детского организма, что дает возможность положительно оценить течение процесса адаптации по данному критериальному фактору. Выявлено достоверное увеличение удельного веса детей с удовлетворительным уровнем адаптации и срывом адаптации на фоне уменьшения в 2 раза значения показателя напряжения механизмов адаптации. Результаты пробы с дозированной физической нагрузкой свидетельствуют о вероятности нарушения в адаптационном статусе младших школьников.

**Ключевые слова:** адаптация, школьники, физическое развитие, адаптационный потенциал.

© Москвяк Н.В., Федоренко В.И. СТАТТЯ, 2012.