

УДК: [537.531:543.395]:57.084:57.088.6

ЕФЕКТИ СПОЛУЧЕНОЇ ДІЇ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ТА ХІМІЧНОГО ЧИННИКА

Завгородній І.В., Перцев Д.П., Літовченко О.Л., Тесленко О.С., Абрамова Л.П., Векшин
В.О., Горголь Н.І.

Харківський національний медичний університет

Ключові слова: сполучена дія, електромагнітне випромінювання, хімічний чинник, біохімічні показники, морфологічні зміни, організм тварин.

Умови праці робітників на сучасних виробництвах характеризуються наявністю комплексу несприятливих виробничих чинників, що обумовлює можливий сполучений вплив фізичних та хімічних чинників на робітників. Саме цьому актуальним питанням сучасної профілактичної медицини є вивчення характеру та ступеня шкідливості при комбінованій дії виробничих чинників на організм [3,8,9].

Слід зазначити, що сьогодні набирає обертів використання електромагнітної енергії в різних сферах діяльності людини; безконтрольне наростання щільності «електромагнітного павутиння» може виявитися потужним ксенобіотичним фактором, що діє комбіновано з іншими чинниками, які можуть істотно підсилювати негативну дію на організм [2,5].

На сьогоднішній день ключова роль у використанні сучасних процесів та розповсюдженні новітніх технологій (виробництво машин, обладнання та комплектуючих) належить машинобудуванню, де широке використання для охолодження різального інструменту, зниження тертя при обробці металів та зменшення зносу обладнання, і. т. д. отримали мастильно-охолоджуючої рідини (МОР) [7].

Виходячи з вищезазначеного, для вивчення механізмів сполученого впливу фізичних та хімічних чинників нами було проведено оригінальне експериментальне дослідження сполученої дії факторів різної природи – електромагнітного випромінювання та МОР (на прикладі поверхнево-активної речовини (ПАР) марки «Типол»).

Матеріали та методи

Дослідження проводилося в умовах лабораторного експерименту на статевозрілих білих щурах-самцях лінії WAG вагою 190-220 г. після проходження ними 14 - денного карантину. Експеримент проводився у 2 етапи: на першому етапі тварини піддавалися ізольованому впливу електромагнітного випромінювання (частота 70 кГц, напруга 600 В/м); на другому етапі - тварини перебували під впливом сполученої дії ЕМВ і МОР. У дослідках

були групи контролю, які були при комфортній температурі повітря $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$. Експонували по 5 разів на тиждень протягом 30 днів.

Оскільки у гострому експерименті, при введенні у шлунок щурам максимально можливої дози, ЛД₅₀ для МОР марки «Типол» не була нами встановлена, то для експериментального вивчення було обрано дозу 5000 мг/кг.

Експерименти проводилися у затравочній камері загального призначення, додатково обладнаній комірками для ізолюваного вільного розміщення тварин. До камери був підключений генератор сигналів низької частоти (ГЗ-109) з опромінюючою системою, робоча частота в плоско-паралельному конденсаторі - 70 кГц; форма сигналу - безперервна синусоїда; напруженість електричної складової електромагнітного поля в робочому об'ємі конденсатора - 600 В/м (патент на корисну модель № 83559 “Затравочна камера”) [4].

З метою виявлення змін біохімічних показників, що вивчалися, під час експериментів проводився забір крові на етапі 5, 15, 30 днів та забір сечі на етапі 15, 30 днів у динаміці [1]. У сироватці крові визначали вміст продуктів перекисного окислення ліпідів (ПОЛ): малонового діальдегіду (МДА), дієнових кон'югатів (ДК), а також стан ферментативної ланки антиоксидантної системи (активність каталази, вміст SH-груп, супероксиддисмутази (СОД), церулоплазмін (ЦП)); ліпідний спектр – за показниками рівня холестерину, ліпопротеїдів високої щільності (ЛПВЩ), ліпопротеїдів низької щільності (ЛПНЩ), ліпопротеїдів дуже низької щільності (ЛПДНЩ), тригліцеридів, визначали індекс атерогенності; були проведені печінкові проби (вміст сечовини, лужної фосфатази, кислої фосфатази); мікроелементний спектр (рівень хлоридів, кальцію, магнію, фосфору); а також визначали рівень загального білка та глюкози. Функціональний стан нирок вивчався за вмістом у сечі креатинину, холінестерази, сечовини, сечової кислоти, хлоридів, калію, натрію, кальцію, фосфору та глюкози. Показники визначалися за допомогою комерційних тест-систем фірми Філісит-Діагностика (Україна) і ТОВ “СпайнЛаб” (Україна) на біохімічному аналізаторі “Labline-80” (Австрія) згідно з доданими до тест-систем інструкціями. Статистичну вірогідність визначали за методом Фішера-Стьюдента.

Для виявлення морфологічних змін після закінчення експериментів тварин забивали, після чого з них виділяли внутрішні органи: печінку, нирки, надниркові залози, сім'яники, щитоподібну залозу, селезінку. Отриманий матеріал фіксували в 10% водяному розчині нейтрального формаліну, потім піддавали парафіновій проводці, після чого виготовляли серійні зрізи товщиною 4-5x10-6мм. Оглядові препарати, пофарбовані гематоксиліном і еозином, а також пікрофуксіном за Ван-Гізоном, використовували для загального оцінення стану досліджуваних тканин. Для виявлення глікогену в гепатоцитах використовували PAS-реакцію за Мак Манусом Хочкісом (контроль із амілазою). Гістологічні методики

виконували за прописом, викладеним у посібниках з гістологічної техніки й гістохімії. Вивчення мікропрепаратів та їх фотографування проводили на мікроскопі "Olympus" ВХ-41 (Японія).

Результати досліджень та їхнє обговорення

Ізольований вплив ЕМВ на лабораторних тварин призводив лише до зниження активності каталази крові (5 днів) та церулоплазмину (30 днів). Більш суттєві зміни показників ПОЛ спостерігалися у групі зі сполученим впливом ЕМВ й МОР, на що вказувало вірогідне підвищення у сироватці крові щурів рівня ДК, МДА, церулоплазмину та зниження активності каталази протягом усього експерименту. З другої половини експерименту знижувалися рівні сульфгідрильних груп крові та супероксиддисмутази. (табл.1).

Таблиця 1

Біохімічні показники ПОЛ у сироватці крові під час ізольованої дії ЕМВ та сполученої з хімічним чинником (на прикладі МОР марки «Типол») у динаміці

Показники	5 днів		15 днів		30 днів	
	ЕМВ (n=10) M±m	ЕМВ+ МОР (n=10) M±m	ЕМВ (n=10) M±m	ЕМВ+ МОР (n=10) M±m	ЕМВ (n=10) M±m	ЕМВ+ МОР (n=10) M±m
Дієнові кон'югати, ммоль/л	18,21± 1,25	27,87± 5,67*	18,76± 1,65	32,38± 4,27*	21,61± 2,33	28,25 ± 3,96*
Малоновий діальдегід, мкмоль/л	3,81±0,42	6,59± 0,76*	4,12±0,37	6,51± 0,73*	5,38±0,48	6,32 ± 0,58*
SH-групи, мкмоль/л	4,27±0,33	4,48 ± 0,64	4,52±0,41	3,54 ± 0,51*	4,67±0,42	3,67 ± 0,52*
Каталаза, кат/л	4,32± 0,37*	2,49 ± 0,44*	2,86±0,24	1,87 ± 0,29*	2,89±0,34	1,62 ± 0,20*
Супероксиддис- мутаза, О/л	5,45±0,61	4,30 ± 0,49	4,05±0,37	4,27 ± 0,44*	5,16±0,54	4,55± 0,46
Церулоплазмін, мг/л	276,44± 30,62	265,13 ± 24,10*	285,86± 27,45	374,50 ± 50,84*	283,63± 25,24*	320,25 ± 49,04*

Примітка: * - різниця вірогідна ($p < 0,05$) у порівнянні з контрольною групою.

Зміни ліпідного спектру при ізольованій дії ЕМВ характеризувалися вірогідним підвищенням ЛПНЩ та тригліцеридів (30 днів) (табл. 2).

Сполучений вплив ЕМВ та МОР призводив до більш суттєвих змін, а саме зниження вмісту ЛПВЩ (15 днів), підвищення рівня ЛПНЩ (5-15 днів), а також рівня тригліцеридів сироватки крові (15-30 днів).

Таблиця 2

Біохімічні показники ліпідного спектру сироватки крові та функціонального стану печінки під час ізольованого та сполученого впливу ЕМВ з хімічним чинником (на прикладі МОР марки «Типол») у динаміці

Показники	5 днів		15 днів		30 днів	
	ЕМВ (n=10) M±m	ЕМВ+ МОР (n=10) M±m	ЕМВ (n=10) M±m	ЕМВ+ МОР (n=10) M±m	ЕМВ (n=10) M±m	ЕМВ+ МОР (n=10) M±m
ЛПВЩ, ммоль/л	0,55±0,04	0,40 ± 0,05*	0,51±0,04	0,49 ± 0,05*	0,47±0,05	0,55 ± 0,06
ЛПНЩ, ммоль/л	0,82±0,10	2,01 ± 0,35*	0,87±0,10	1,96 ± 0,33*	1,24± 0,13*	1,74± 0,27
Тригліцериди, ммоль/л	0,63±0,06	0,69 ± 0,16	0,61±0,05	0,63 ± 0,08*	0,82± 0,07*	0,76 ± 0,11*
Сечовина, ммоль/л	2,96±0,31	7,34 ± 1,27*	2,87±0,31	9,41 ± 1,37*	4,65± 0,53*	9,08 ± 1,33*
Лужна фосфатаза, О/л	128,76± 13,47	175,66± 28,41*	125,54± 10,42	219,03± 63,34*	98,39± 10,27*	126,20 ± 21,34*
Кисла фосфатаза, О/л	15,67± 1,44	9,75 ± 1,44	14,27± 1,34	9,91± 2,35*	10,88± 1,13*	9,11 ± 1,23*

Примітка: * - різниця вірогідна ($p < 0,05$) у порівнянні з контрольною групою.

Ізольований вплив ЕМВ на функціональний стан печінки характеризувався вірогідним збільшенням рівня сечовини (30 днів), а також зниженням активності лужної та кислої фосфатаз (30 днів). При сполученій дії ЕМВ та МОР рівень сечовини був збільшений протягом всього експерименту, як відносно контрольної групи, так групи тварин з ізольованим впливом. Початкове зниження активності лужної фосфатази (5 днів) змінювалося підвищенням її активності в динаміці експерименту (15-30 днів), тоді як активність кислої фосфатази була низькою на етапі 15-30 днів (табл. 2).

При ізольованому впливі ЕМВ рівень фосфору знижувався лише на етапі 30 днів тоді, як при сполученій дії ЕМВ та МОР його рівень знижувався вже на етапі 5-15 днів. Підвищеним протягом усього експерименту у цій групі був також рівень глюкози (табл.3).

Таблиця 3

Біохімічні показники сироватки крові під час ізольованого впливу ЕМВ та сполученого з хімічним чинником (на прикладі МОР марки «Типол») у динаміці

Показники	5 днів		15 днів		30 днів	
	ЕМВ (n=10) M±m	ЕМВ+ МОР (n=10) M±m	ЕМВ (n=10) M±m	ЕМВ+ МОР (n=10) M±m	ЕМВ (n=10) M±m	ЕМВ+ МОР (n=10) M±m
Фосфор, ммоль/л	1,06±0,10	0,78 ± 0,08*	1,24±0,11	0,88 ± 0,10*	0,93± 0,10*	1,12 ± 0,23
Глюкоза, ммоль/л	5,22±0,45	8,67 ± 0,94*	5,24±0,55	10,35 ± 1,61*	5,58±0,55	9,23 ± 1,37*

Примітка: * - різниця вірогідна ($p < 0,05$) у порівнянні з контрольною групою.

Ізольована дія ЕМВ відмічалася змінами функціонального стану видільної системи нирок. Спостерігалось вірогідне підвищення креатину та рівня сечової кислоти сечі протягом всього дослідження. Вірогідних змін рівня хлоридів та натрію у сечі не встановлено. У той самий час у групі тварин, які піддавалися сполученому впливові, зміни функціонального стану нирок були більш вираженнями та характеризувалися підвищенням у сечі щурів рівня креатину, сечової кислоти, натрію та глюкози відносно контрольної групи (табл. 4).

Таблиця 4

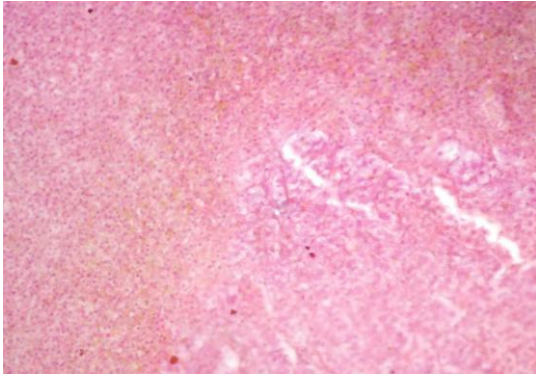
Зміни функціонального стану нирок під час ізольованого впливу ЕМВ та сполученого з хімічним чинником (на прикладі МОР марки «Типол») у динаміці

Показники	15 днів		30 днів	
	ЕМВ (n=10) M±m	ЕМВ+ МОР (n=10) M±m	ЕМВ (n=10) M±m	ЕМВ+ МОР (n=10) M±m
Креатин, моль/л	0,67±0,08*	0,76 ± 0,08*	0,58±0,06*	0,67 ± 0,09*
Сечова кислота, мкмоль/л	1,35±0,12*	1,27 ± 0,26*	1,29±0,11*	1,49 ± 0,29*
Сечовина, ммоль/л	11,67±1,44	8,37 ± 1,27*	9,79±1,12	7,27 ± 1,43*
Хлориди, ммоль/л	68,25±5,34	68,76 ± 7,98	70,67±6,45	102,58 ± 12,54*
Натрій, ммоль/л	150,83±10,75	176,22 ± 13,25*	154,76±16,55	157,87 ± 15,67
Глюкоза, ммоль/л	0,76±0,11	0,72 ± 0,23*	0,82±0,09	0,87 ± 0,28*

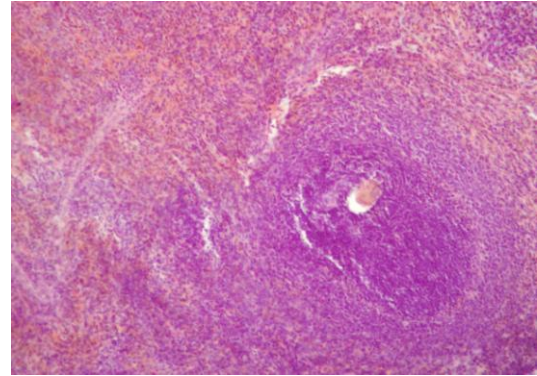
Примітка: * - різниця вірогідна ($p < 0,05$) у порівнянні з контрольною групою.

При дослідженні внутрішніх органів групи тварин ізольованого впливу ЕМВ було виявлено нерівномірне повнокров'я судин, за винятком нирок і сім'яних каналців (дистрофічні зміни), у печінці гістологічна архітектоніка та репаративний потенціал органу був збережений. В епітелії ниркових каналців виявлено грубі дистрофічні зміни в поєднанні з накопиченням в цитоплазмі клітин ліпофусцина. Накопичення зазначеного пігменту також виявили в сітчастому шарі надниркових залоз (мал. 1). Існує думка, що ліпофусцин - продукт життєдіяльності клітин, що виявляється лише за особливих умов обміну, а появу його прийнято вважати критерієм пошкодження клітини [6].

У селезінці відзначалася помірно виражена гіперплазія білої пульпи (мал.2). Будова щитовидної залози відображала еутиреоїдний стан органу.



Мал. 1. Ізольований вплив ЕМВ. Надниркова залоза (зліва направо): сітчастий і мозковий шари. Цитоплазма клітин сітчастої зони містить гранули ліпофусцину. Нейроендокриноцити з вакуолізованою цитоплазмою.



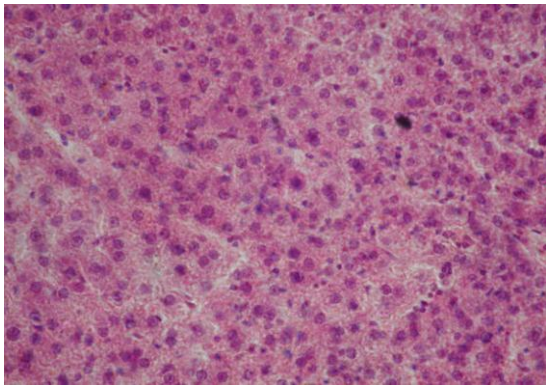
Мал. 2. Ізольований вплив ЕМВ. Лімфоїдний фолікул білої пульпи селезінки з чітко вираженими широкими Т- і В-зонами.

Реакція надниркових залоз на вплив ЕМВ проявлялася осередковою деліпоїдизацією цитоплазми клітин клубочкового, пучкового і сітчастого шарів надниркових залоз, що відображало часткову вичерпаність вихідних продуктів для синтезу гормонів кори. Зміни нейроендокриноцитів мозкового шару свідчили про стимуляцію морфофункціональної активності мозкового шару надниркових залоз в умовах впливу ЕМВ.

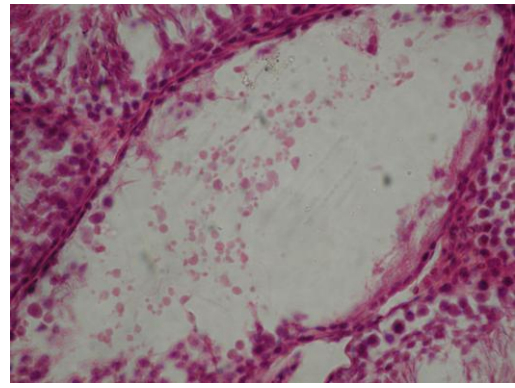
Найбільш помітні зміни дистрофічного та некробіотичного характеру виявлені нами в сім'яних залозах, що може проявлятися розвитком патоспермії та порушенням секреції статевих гормонів. Це пов'язано з високою чутливістю репродуктивної системи до дії будь-яких негативних факторів.

У групі, де щури піддавалися поєднаному впливу МОР «Типол» і ЕМВ, в печінці спостерігалися дистрофічні зміни гепатоцитів аж до цитолізу, а також зниження вмісту глікогену в гепатоцитах. Відзначалося посилення апоптозу та зменшення кількості поліплоїдних гепатоцитів, що свідчить про зниження регенераторного потенціалу печінки. По ходу портальних трактів виявлялися осередкові лімфогістіоцитарні інфільтрати, що місцями проникають всередину печінкових часточок, що розцінювалося як прояви хронічного активного гепатиту. Купферові клітини були нечисленні з дистрофічними змінами (мал. 3).

У нирках – мезангіопроліферативний гломерулонефрит в поєднанні з помірно вираженим інтерстиціальним нефритом.



Мал. 3. ЕМВ + ПАР «Типол». Дискомплексация, гідропічна дистрофія й осередки цитолізу гепатоцитів.



Мал. 4. ЕМВ + ПАР «Типол». Збіднення сім'яних канальців сперматогенними клітинами, виражені дегенеративні зміни сперматогенного епітелію.

У селезінці відзначалася виражена гіперплазія білої пульпи. У надниркових залозах – деліпоїдизація цитоплазми клітин коркового шару, що свідчить про зниження функції. У сім'яниках спостерігалися грубі порушення у вигляді дегенеративних змін клітин сперматогенного епітелію (мал. 4). У щитовидній залозі відмічалися ознаки нерізко вираженої гіпофункції.

Висновки

1. Результати дослідження ефектів впливу ізольованої дії ЕМВ та в сполученні з хімічним чинником (на прикладі МОР «Типол») в експерименті свідчать про суттєві зрушення в організмі піддослідних тварин.

2. Патогномонічними критеріями несприятливої сполученої дії ЕМВ та МОР є посилення ліпопероксидації, порушення ліпідного обміну, функціональні зміни печінки та нирок.

3. Морфологічні дослідження внутрішніх органів експериментальних тварин свідчать про збереження регенераторного потенціалу органів у відповідь на ізольований вплив ЕМВ. При сполученій дії ЕМВ та МОР морфологічні зміни були більш суттєвими, а саме: дистрофічні та некротичні зміни в печінці; зниження продукції гормонів коркового шару надниркових залоз; дегенеративні зміни у сім'яних залозах; гіпофункція щитоподібної залози.

4. Експериментальні та аналітичні дослідження продовжуються у напрямку встановлення долі вкладу та характеру результуючого ефекту сполученого впливу фізичного чинника (електромагнітного випромінювання) та хімічного чинника (мастильно-охолоджуючої рідини).

Література

1. Бойків Д. П. Біохімічні показники в нормі і при патології: Навчальний довідник / Д. П. Бойків, Т. І. Бондарчук, О. Л. Іванків та ін.; За ред. О.Я. Склярова. – К.: Медицина, 2007. – С. 320.
2. Думанський, Ю. Д. Гігієнічна характеристика електромагнітного випромінювання від технічних та електроенергетичних об'єктів та засобів в умовах населених місць / Ю. Д. Думанський, Н. Г. Нікітіна, В. Ю. Думанський [та ін.] // Гігієна населених місць.– 2010.– Вип. 56.– С. 185–196.
3. Назаренко В. І. Біологічні ефекти комбінованої дії ЕМП 50 Гц, шуму та підвищеної температури повітря на білих щурів в хронічному експерименті / В. І. Назаренко // Гігієна населених місць: зб. наук. праць. – 2009. – Вип. 54. – С. 187 – 196.
4. Патент на корисну модель “Затравочна камера” № 83559 (Завгородній І. В., М'ясоєдов В. В., Векшин В. О., Бачинський Р.О., Тесленко О. С., Перцев Д. П., Нікуліна Г. Л.; заявник та патентовласник Харківський національний медичний університет. – № u201305791; заявл. 07.05.2013
5. Воронцова З.А. Морфофункциональные соотношения при воздействии импульсных электромагнитных полей / Воронцова З.А., Ушаков И.Б., Хадарцев А.А., Есауленко И.Э., Гонтарев С.Н. // Подред. И.Б. Ушакова – Тула: Изд-во ТулГУ – Белгород: ЗАО «Белгородская областная типография», 2012.– С. 368.
6. Ефимов А.А. О роли липофусцина в инволютивных и патологических процессах / А.А. Ефимов, Г.Н. Маслякова // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2009. – Т.5, №1. - С. 11-113.
7. Кондратьев, В. Б. Глобальный рынок машиностроения / В. Б. Кондратьев// Главный механик. – 2014. – №1. – С. 13 – 27.
8. Кундиев Ю. И. Современные проблемы комбинированного действия на организм производственных и социально-бытовых факторов (обзор литературы) / Ю. И. Кундиев, А. О. Навакатилян, В. В. Кальниш // Врачебное дело. – 1993. – № 5–6. – С. 35–41.
9. Кундиев Ю. И. Химическая безопасность в Украине / Ю. И. Кундиев, И. М. Трахтенберг. – К. : «Авиценна», 2007. – С. 72.

ЭФФЕКТЫ СОЧЕТАННОГО ДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ И ХИМИЧЕСКОГО ФАКТОРА

Завгородний И.В., Перцев Д.П., Литовченко Е.Л., Тесленко А.С., Абрамова Л.П., Векшин В.А., Горголь Н.И.

Целью работы было определить особенности ответной реакции организма животных и установить характер изменений биохимических и морфологических показателей при изолированном воздействии электромагнитного излучения (ЭМИ) и в сочетании с химическим фактором (смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ) марки «Тыпол»).

Материалы и методы. Проведено оригинальное исследование в условиях лабораторного 30-дневного эксперимента на белых крысах-самцах. С целью определения изменений биохимических показателей проводился забор крови на этапе 5, 15, 30 дней и забор мочи на этапе 15, 30 дней. После окончания эксперимента для морфологического исследования выделяли внутренние органы: печень, почки, надпочечники, семенники, щитовидную железу, селезенку. Биохимические показатели определялись с помощью коммерческих тест-систем в соответствии с инструкциями. Исследования внутренних органов проводились с использованием общепринятых методов гистологической техники и гистохимии.

Результаты. Полученные данные показали, что изолированное воздействие ЭМИ приводило к формированию состояния напряжения в работе ферментного звена антиоксидантной защиты. Достоверные изменения в печеночных пробах указывали на нарушение детоксикационной функции печени.

Сочетанное действие ЭМИ и СОЖ отмечалось усилением липопероксидации, которая росла в динамике эксперимента (избыточное образование продуктов ПОЛ, усиление изменений в липидном обмене), более выраженными изменениями в функционировании печени по сравнению как с группой контроля, так и с опытной группой изолированного действия, нарушением функции почек.

Выводы. Полученные данные показали, что изолированное действие ЭМИ приводило к гематологическим изменениям, нарушению функционального состояния почек, явлениям оксидативного стресса. Морфологические изменения внутренних органов животных под действием ЭМИ характеризовались формированием состояния функционального напряжения, при этом адаптационный потенциал организма был сохранен. Сочетанное влияние ЭМИ и СОЖ в течение 30 дней вызвало нарушения практически во всех звеньях метаболизма. Выявленные изменения во внутренних органах были более выражены со стороны печени и органов эндокринной системы, что подтверждает снижение

резистентности организма подопытных животных этой группы. Выше приведенные нарушения способствуют возникновению существенных патологических изменений.

Ключевые слова: сочетанное действие, электромагнитное излучение, химический фактор, биохимические показатели, морфологические изменения, организм животных.

EFFECTS OF MIXED IMPACT OF ELECTROMAGNETIC RADIATION AND CHEMICAL FACTOR

Zavgorodnii I. V., Pertsev D. P., Litovchenko O. L., Teslenko O.S. Abramova L. P., Vekshin V. O.
Gorgol N. I.,

Objective was to determine the features of the response of animal organism and determine the nature of changes in morphological and biochemical parameters in the isolated effect of electromagnetic radiation (EMR), and in combination with a chemical factor (cutting fluid of "Typol" brand).

Materials and methods. An original research on white male rats is carried out in conditions of a 30-day laboratory experiment. To reveal changes of biochemical indices, blood sampling was used at the stages of 5, 15, 30 days and urine sampling – at the stages of 15, 30 days. With this experiment completed, the following inner organs were taken for morphologic research: liver, kidneys, adrenal glands, testicles, thyroid, spleen.

Biochemical values were determined with help of commercial test-systems according to instructions. Examinations of inner organs were carried out using standard methods of histological technique and histochemistry.

Results. The findings showed that the isolated effect of EMR resulted in formation of state of exertion in the work of enzyme section of antioxidant protection. The reliable changes in liver tests indicated the liver detoxication function disorders.

The mixed effect of EMR and cutting fluid was characterized by increase of lipoperoxidation, which raised in the dynamics of the experiment (excessive formation of lipid peroxidation products, increase of changes in lipid metabolism), more pronounced changes in liver functioning compared both with control group and investigated group of isolated effect, disorder of kidney function.

Conclusions. The findings showed that the isolated effect of EMR resulted in hematologic changes, disorder of kidney functional state, phenomena of oxidative stress. The morphologic changes of inner organs of animals under the influence of EMR were characterized by formation of the state of functional strain; at that, adaptation potential of the organism was kept. The mixed effect of EMR and the cutting fluid for 30 days produced disorders practically in all sections of metabolism. The revealed changes in inner organs were more pronounced from the part of liver and

the organs of endocrine system, which is the evidence of decrease in resistance of the organism in laboratory animals of this group. The above disorders promote the origin of considerable pathological changes.

Key words: mixed effect, electromagnetic radiation, chemical factor, biochemical indices, morphologic changes, animal organism.