

ДОСВІД ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ВИВЧЕННЯ ЕФЕКТІВ СПОЛУЧЕНОЇ ДІЇ ХІМІЧНИХ ТА ФІЗИЧНИХ ЧИННИКІВ

*Завгородній І.В., Бачинський Р.О., Літовченко О.Л.
Харківський національний медичний університет,
пр-т Науки 4, Харків, 61022, Україна*

***Анотація.** Порушення балансу хімічних та фізичних факторів у біосфері призводить до негативних наслідків, про що свідчать результати аналізу стану навколишнього середовища, здоров'я, захворюваності та смертності населення. Дослідження з цієї проблематики свідчать, що вплив на людський організм може бути комплексний та різнобічний. У пропонуваній статті наведено результати наукових розвідок з вивчення сполученої дії хімічних та фізичних чинників. Метою цих досліджень було вивчення особливостей реакції організму тварин в умовах експерименту на дію хімічних речовин (нітробензолу, метилтретбутилового ефіру, мастильно-охолоджуючих речовин марок «Тіпол», «Трім») як при ізольованому впливі, так і у сполученні з електромагнітним випромінюванням та позитивною низькою температурою. Зміни визначали за інтегральними, біохімічними, гематологічними, морфологічними показниками та функціональним станом сперматозоїдів. Результати експериментів свідчать про наявність в організмі патогномонічних, специфічних проявів для ізольованого впливу хімічних чинників, при цьому сполучена дія хімічних і фізичних чинників супроводжується посиленням специфічних проявів несприятливої дії.*

***Ключові слова:** сполучена дія, електромагнітне випромінювання, позитивна низька температура, мастильно-охолоджуюча рідина, нітробензол, метилтретбутиловий ефір, біохімічні дослідження, морфологічні зміни, організм тварин.*

Вступ. Однією з характерних ознак початку нинішнього століття є посилення хімічного забруднення навколишнього середовища. Масштабність хімічних речовин, які застосовуються у промисловості, народному господарстві та побуті, становлять загрозу для здоров'я населення. Хвороби цивілізації, екологічна патологія, виробничо-зумовлені захворювання – ось нові виклики, що постають перед людством. Порушення балансу хімічної рівноваги в біосфері зумовлює порушення громадського здоров'я, фізичного та психічного стану кожної людини та її потомства. Аналіз стану здоров'я, захворюваності і смертності населення України, за даними ВООЗ, свідчать про те, що серед причин, які впливають на здоров'я на-

селення, стан навколишнього середовища, умови і спосіб життя є домінуючими [1,2]. Дослідження, проведені в останні роки гігієністами і токсикологами свідчать, що до техногенних факторів, які можуть несприятливо впливати на здоров'я населення, передусім належать ті хімічні речовини, які діють у сполученні з фізичними чинниками навколишнього середовища [3]. Звідси гостра потреба виявлення ученими-медиками й токсикологами закономірностей впливу на людину різноманітних сполучень хімічних та фізичних чинників, вивчення механізмів сполученого впливу на живі організми, оцінення адекватності сучасних методів, показників і тестів, що дозволяють характеризувати комбіновані впливи.

З точки зору масштабності можливих негативних наслідків на здоров'я людини найбільш несприятливими слід визнати сполучену дію хімічних і фізичних чинників [5]. До таких сполучень належить одночасна дія хімічних чинників та позитивних низьких температур (ПНТ), а також електромагнітного випромінювання (ЕМВ). Слід зазначити, що саме такі комбінації хімічних і фізичних чинників реєструються фахівцями при оцінюванні умов праці робітників у таких галузях народного господарства як машинобудівний комплекс, хімічна промисловість, будівництво, газо- та нафтопереробний комплекс [4,6,7]. На робочих місцях, навіть у закритих виробничих приміщеннях, далеко не завжди, особливо в холодний період року, є можливість забезпечити підтримку оптимальних гігієнічних параметрів мікроклімату, що часто призводить до зниження температури повітря до $+5 \div +9^{\circ}\text{C}$.

Проблема сполученої біологічної дії хімічних чинників, ЕМВ та зниженої температури має актуальне значення ще в одному важливому аспекті, екологічному. Його суть полягає в практично постійній і повсюдній присутності хімічних речовин – ксенобіотиків (екотоксикантів) в об'єктах навколишнього середовища і пов'язаною з цим потенційною небезпекою їх одночасного впливу на організм людини. Внаслідок технічного розвитку суспільства ЕМВ набуло значення глобального чинника забруднення навколишнього середовища, який у свою чергу, має агресивну дію на біологічні об'єкти. У 1995 році ВООЗ був введений термін «глобальне електромагнітне забруднення середовища» [4,7]. ПНТ як сталий екологічний чинник різнобічно можуть впливати на організм. Дія холоду та адаптаційні реакції пристосування до них являє собою одну зі складних реакцій організму. Як правило, дія низьких температур на клітини, тканини й організми має більшою чи меншою мірою шкідливий характер[6].

Результати експериментальних і клінічних досліджень з даної проблеми, які проводилися токсикологами України, переконливо свідчать про те, що при сполученій дії хімічних і фізичних чинників відмічається підсилення ушкоджуючого ефекту, в основі якого лежать цілком певні фізіологічні

та біохімічні механізми. Знання останніх надзвичайно важливе як для виявлення ефектів, що виникають, так і для розроблення ефективної профілактики порушень здоров'я людей, які перебувають у таких умовах [4].

Проблема сполученого впливу хімічних чинників, ЕМВ і ПНТ, поза сумнівом, є актуальною з позицій як професійної патології, так і промислової токсикології та гігієни. Правомірність саме такого висновку обґрунтовується суттєвим теоретичним інтересом до питань виявлення особливостей токсичної дії хімічних речовин при їх потраплянні до організму, який перебуває в умовах холодового стресу. З гігієнічної точки зору не можна не враховувати реальної дії на робітників певних професійних груп у холодний період року одночасно хімічних агентів, ЕМВ і зниженої температури. Такі сполучення чинять потужну патогенну дію на фізіологічні системи організму і відбиваються на функціональному стані серцево-судинної, дихальної систем, нейроендокринної регуляції функцій працюючих [5,8,9].

На сучасних промислових об'єктах, різних галузях народного господарства, побуті широко використовуються такі хімічні речовини, як нітробензол (НБ), метилтретбутиловий ефір (МТБЕ), поверхнево-активні речовини (мастильно-охолоджуючі речовини (МОР) марок «Типол», «Trim») [10,11,12].

Метою комплексних експериментальних досліджень було встановлення особливостей реагування організму на сполучений вплив хімічних сполук, ЕМВ та ПНТ.

Матеріали і методи дослідження. Дослідження проводили в умовах підгострого експерименту (1 міс. заправочного періоду) на лабораторних тваринах (статевозрілих щурах-самцях лінії WAG) вагою 185-210 г. після проходження ними 14-денного карантину.

Тварин було розподілено на 5 груп по 6 тварин у кожній.

Тварини 1-ї групи зазнавали сполученої дії НБ або МТБЕ і ПНТ $4\pm 2^{\circ}\text{C}$; 2-ї групи – сполученої дії хімічного чинника «Типол» або «Trim», ЕМВ та ПНТ $4\pm 2^{\circ}\text{C}$; 3-ї групи – ізольованої дії ПНТ $4\pm 2^{\circ}\text{C}$, тобто були контролем стосовно тварин 1-ї групи; 4-ї групи – ізольованої дії НБ, МТБЕ, МОР «Типол» або «Trim» при температурі повітря $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ (нормальна температура навколишнього середовища); 5-ї групи – служили контролем при температурі повітря $25\pm 2^{\circ}\text{C}$.

Роботу виконано на лабораторних тваринах в експериментально-біологічній клініці ХНМУ з урахуванням норм зберігання, догляду та годування, затверджених згідно з принципами «Європейської Конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментальних та наукових цілей» (Страсбург, 1986) і ухвали Першого національного конгресу з біоетики (Київ, 2007).

Здійснювали 30-ти кратне введення речовин, що вивчалися, а саме НБ або МТБЕ в шлунок у дозі $1/10 LD_{50}$ (70 мг/кг для НБ, 500 мг/кг для МТБЕ); МОР марок «Типол» й «Trim» в дозі 5000 мг/кг. Вплив ЕМВ моделювався при частоті 70 кГц за напруги 600 В/м. Експозиції проводили по 4 години на день 5 разів на тиждень.

З метою виявлення змін біохімічних показників, що вивчалися, під час експериментів проводився забір крові на етапі 5, 15 днів та забір сечі на етапі 15 днів у динаміці. У сироватці крові визначали вміст продуктів перекисного окислення ліпідів (ПОЛ): малонового діальдегіду (МДА), дієнових кон'югатів (ДК); стан ферментативної ланки антиоксидантної системи: активність каталази, супероксиддисмутази (СОД), вміст SH-груп, церулоплазміну і відновленого глутатіону (G-SH); 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 креатину, 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.

Також вивчали комплекс гематологічних показників (для НБ або МТБЕ) на етапах 5, 15, 30 днів у динаміці досліджували: рівень Нбзаг. і НвО₂, вміст патологічних дериватів гемоглобіну – MetHb і SfHb. Оцінювалися кількість еритроцитів, лейкоцитів, ретикулоцитів, наявність продуктів деструкції гемоглобіну у вигляді тілець Гейнца [13].

Як інтегральні показники були обрані динаміка приросту маси тіла піддослідних тварин порівняно з контрольними, коефіцієнти маси внутрішніх органів, що дозволило певною мірою судити про стан трофічних процесів у внутрішніх органах [14].

Морфостатус внутрішніх органів (печінки, нирок, наднирників, селезінки, легенів, сім'яників, щитоподібної залози) тварин досліджувалися з використанням загальноприйнятих методів світлової мікроскопії [15].

Вплив на репродуктивну функцію оцінювали за показниками функціонального стану сперматозоїдів, а саме: коефіцієнт маси сім'яників, загальна кількість сперматозоїдів у сім'янику, час рухливості сперматозоїдів, мертві та патологічні форми сперматозоїдів, осмотична та кислотна резистентність сперматозоїдів по загальноприйнятій методиці [16].

Оцінка морфологічної структури сім'яників проводилася з використанням морфометричних показників: кількість каналців із злушенням сім'яродним епітелієм, індекс сперматогенезу, сумарна кількість нормальних сперматогоній в першому ряду клітин на базальній мембрані каналця (число сперматогоній), площа ядер клітин Лейдіга [16].

Усі біохімічні дослідження проводилися на базі Центральної науково-дослідної лабораторії ХНМУ за участю наукових співробітників к.б.н. Абрамової Л.П. та к.т.н. Векшина В.О. Морфологічні дослідження були виконані за участю доцента кафедри патологічної анатомії ХНМУ к.мед.н. Горголь Н.І. Отримані дані опрацьовано загальноприйнятими методами статистики (середня, помилка середньої, критерій вірогідності Фішера-Стьюдента).

Результати та їх обговорення. Вивчення особливостей токсикодинаміки хімічних чинників при ізольованому впливі на організм та в умовах сполучення з ПНТ, а також сполученої дії хімічних чинників з фізичними (ЕМВ, ПНТ) в підгострому експерименті та періоді відновлення свідчать про розвиток в організмі патогномонічних, специфічних для ізольованого впливу хімічних або фізичних чинників зрушень при умові, що їх сполучена дія супроводжується посиленням ефектів дії чинників. Так, посилення токсичних ефектів хімічних чинників визначено як за критеріями загальної токсичності (інтегральні, біохімічні та гематологічні показники, функціональний стан сперматозоїдів), так і за результатами оцінювання морфологічних (сім'яники, печінка, селезінка, нирки, легені, наднирники, щитоподібна залоза) показників.

Гематологічними та інтегральними показниками посилення токсичного ефекту при сполученій дії хімічних чинників із ПНТ були: зниження Нвзаг і HbO_2 , зниження числа еритроцитів, метгемоглобінемія, сульфгемоглобінемія, підвищення кількості тілець Гейнця, зміна вагових коефіцієнтів внутрішніх органів (для НБ), а також збільшення кількості ретикулоцитів, еозинофілів, зменшення кількості лімфоцитів (для МТБЕ). Морфологічними критеріями токсичного впливу на сім'яники були: зменшення коефіцієнту маси сім'яників, зниження загальної кількості сперматозоїдів у сім'янику, зростання кількості мертвих та патологічних форм; скорочення часу рухливості сперматозоїдів (для НБ); дегенеративні зміни клітин, що діляться, і сперматозоїдів; збільшення кількості каналців з десквамованим епітелієм; зменшення індексу сперматогенезу; більш значне зменшення кількості сперматогоній на базальній мембрані сім'яних каналців, більш суттєві зміни, як час рухливості сперматозоїдів, кількість мертвих і патологічних форм (для МТБЕ).

Крім того, при сполученій дії хімічних чинників та зниженої температури морфологічна картина внутрішніх органів лабораторних тварин

характеризувалася більш вираженими дистрофічними та некротичними змінами в печінці і нирках (НБ) або активним гепатитом у печінці та мезангіопроліферативним гломерулонефритом і осередковим тубулонефрозом у нирках (МТБЕ); виснаженням лімфоїдного компоненту селезінки (НБ) або гіперплазією білої пульпи (МТБЕ); у надниркових залозах – зниженням продукції гормонів кіркової речовини (НБ) або зривом адаптивних процесів (МТБЕ); посиленням запальних і приєднанням деструктивних змін бронхів (МТБЕ).

Період післядії характеризувався відсутністю процесів відновлення морфологічної структури у дослідних групах тварин, які зазнавали дії НБ або МТБЕ в умовах холодowego стресу, що підтверджує посилення проявів токсичної дії НБ або МТБЕ в умовах сполученої дії з холододовим чинником, навіть після припинення дії хімічного чинника.

При сполученій дії ЕМВ, МОР «Типол» та ПНТ виявлено, що така комбінація хімічних та фізичних чинників призводила до більш значного впливу на процеси ПОЛ: збільшення вмісту ДК і МДА; виснаження антиоксидантної системи: вмісту SH-груп та активності каталази, СОД, підвищення вмісту церулоплазміну; на метаболізм ліпідів: зростання рівнів загального холестерину, ЛПНЩ й тригліцеридів, зниження вмісту ЛПВЩ; стан печінки: посилення активності лужної фосфатази, зниження кислотої фосфатази; підвищення рівня глюкози.

Сполучені ефекти дії ЕМВ, МОР «Trim» та ПНТ характеризувалися збільшенням вмісту ДК, МДА, церулоплазміну, ЛПНЩ, ЛПДНЩ, тригліцеридів, сечовини, глюкози та активності лужної фосфатази; зниженням вмісту наступних показників: SH-груп, ЛПВЩ та зниження активності каталази, СОД, й кислотої фосфатази. З боку функціонального стану нирок виявлено поступове підвищення у сечі шурів групи (ЕМВ, МОР «Trim» та ПНТ) рівня креатину й калію, зниження рівня хлоридів.

Вивчені на прикладі сполученого впливу ЕМВ, ПНТ та МОР «Trim», морфологічні зміни органів тварин характеризувалися дистрофічними змінами гепатоцитів і зменшенням кількості поліплоїдних гепатоцитів, що свідчило про зниження регенераторного потенціалу печінки; у портальних трактах виявлялися вогнищеві лімфогістіоцитарні інфільтрати, що розцінюється нами як прояви хронічного персистуючого гепатиту. У нирках – інтерстиційний нефрит, у селезінці – виражена гіперплазія білої пульпи. У наднирниках – деліпоїдизація цитоплазми клітин коркового, пучкового і сітчастого шарів, що свідчило про зниження функції коркового шару. У сім'яниках були відзначені порушення у вигляді дистрофічних змін клітин сперматогенного епітелію.

Таким чином, результати експериментального вивчення сполученої дії хімічних та фізичних чинників, в цілому, переконливо свідчать про на-

явність ефектів посилення специфічних проявів несприятливої дії чинників, які вивчалися. При цьому, вірогідні зміни стосувалися саме специфічних проявів, які характерні для ізольованої дії вищезазначених чинників.

Можливим механізмом посилення токсичної дії, на наш погляд, слід вважати комплекс реакцій, які виникають в організмі, зокрема, при холододовому стресі. Ці реакції призводять до зміни загальної реактивності організму і, як наслідок, підвищення його чутливості до токсичної дії указаних хімічних сполук [6,8]. За даними літератури, відомо, що за умови дії холоду істотно зменшується активність мембранно-зв'язаних монооксигеназ і цитохромів Р-450 в мікросомах печінки, які відповідають за метаболічну трансформацію ксенобіотиків. Під впливом дії холоду значно знижується швидкість гідроксилування аніліну і метилювання амідопіріну. Ці процеси вважаються можливими причинами зниження резистентності організму до токсичних чинників середовища.

Отримані дані слід враховувати при гігієнічній регламентації, розробленні заходів профілактики можливого несприятливого впливу комплексу чинників оточуючого середовища на організм людини.

Література

1. Профілактична токсикологія та медична екологія. Вибрані лекції для науковців, лікарів та студентів / за заг. ред. академіка НАМН України І.М. Трахтенберга. – К.: ВД «АВІЦЕНА», 2011. – 320 с.

2. Щорічна доповідь про стан здоров'я населення, санітарно-епідемічну ситуацію та результати діяльності системи охорони здоров'я України. 2015 рік / за ред. Шафранського В.В.; МОЗ України, ДУ «УІСД МОЗ України». - Київ, 2016. - 452 с.

3. Кундиев Ю. И. Современные проблемы комбинированного действия на организм производственных и социально-бытовых факторов (обзор литературы) / Ю. И. Кундиев, А. О. Навакатикян, В. В. Кальниш // Врачебное дело. – 1993. – № 5–6. – С. 35–41.

4. Кундиев Ю. И. Химическая безопасность в Украине / Ю. И. Кундиев, И. М. Трахтенберг. – К. : «Авиценна», 2007. – 72 с.

5. Завгородній І. В. До питання про сполучену дію хімічних чинників та холододового стресу (аналітичний огляд літератури) / І. В. Завгородній, М. П. Воронцов, Р. О. Бачинський // Український журнал з проблем медицини праці. – 2006. – № 3 (7). – С. 65–70.

6. Чашин В. П. Труд и здоровье человека на севере / В. П. Чашин, И. И. Деденко. – Мурманск, 1990. – 104 с.

7. Бірдус Л.В. Негативний вплив електромагнітного випромінювання на здоров'я та працездатність людини: Матеріали V науково-практичної

конференції, 17 грудня 2013 р., Київ/ Концептуальні засади формування менеджменту в Україні. – К.: Вид. дім «Персонал», 2013. – С. 34-37.

8. Кустов В. В. Комбинированное действие промышленных ядов / В. В. Кустов, Л. А. Тиунов, Г. А. Васильев – М. : Медицина, 1975. – 256 с.

9. Health and the environment in the who European region. Creating resilient communities and supportive environments: <http://www.euro.who.int>

10. EPA. Toxicological Review of Nitrobenzene (CAS No. 98–95–3) // U. S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, 2009. – 250 p.

11. Chang K. H. MTBE concentration profiles near MTBE manufacturing plant: Modeling approach and modeling uncertainty / K. H. Chang, C. H. Chen // *Chemosphere*. – 2009. – Vol. 75, № 10. – P. 1322–1328.

12. Васильев А.В., Хамидуллова Л.Р. Снижение негативного воздействия смазывающих охлаждающих жидкостей. В научно-методическом и информационном журнале «Безопасность в техносфере», №1, январь-февраль 2008, с. 40-43.

13. 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.

14. Методы определения токсичности и опасности химических веществ / под ред. И. В. Санюцкого. – М. : Медицина, 1970. – 342 с. – (АМН СССР).

15. Морфофункциональные исследования в гигиене / Бонашевская Т.И., Беляева Н.Н., Кумпан Н.Б., Панасюк Л.В. – М.: Медицина, 1984. – 160 с.

REFERENCES

1. I.M. Traxtenberh. Occupational toxicology and medical ecology. *Vybrani lekciyi dlya naukovciv, likariv ta studentiv. za zah. red. akademika NAMN Ukrayiny*. 2011. 320 s. (Ukrainian)

2. Annual report on the state of health, sanitary and epidemiological situation and the results of the health system of Ukraine. *MOZ Ukrayiny, DU UISD MOZ Ukrayiny*. Kyuyiv, 2016. 452 s. (Ukrainian)

3. Kundyev Yu. Y., Navakatykyan A. O., Kal'nysh V. V. Modern problems kombynyrovannoho action on the body proyzvodstvennyh and social and domestic factors (review of literature). *Vrachebnoe delo*. 1993, № 5–6, S. 35–41. (Russian)

4. Kundyev Yu. Y., Traxtenberh Y. M. Chemical safety in Ukraine. *Avycenna*. 2007, 72 s. (Russian)

5. Zavorodnij I. V., Voroncov M. P., Bachyns'kyj R. O. On the United effects of chemical factors and cold stress (analytical literature review). *Ukrayins'kyj zhurnal z problem medycyny pracj*. 2006, № 3,7. S. 65–70. (Ukrainian)

6. Chashhyn V. P., Dedenko Y. Y. Work and human health in the north. *Murmansk*. 1990. 104 s. (Russian)

7. Birdus L.V. The negative impact of electromagnetic radiation on health and human performance: Materialy V naukuvo-praktychnoyi konferenciyi. Konceptual»ni zasady formuvannya menedzhmentu v Ukraini. Kyiv. 2013. S. 34-37. (Ukrainian)
8. Kustov V. V., Tyunov L. A., Vasyly»ev H. A. The mixed effect of industrial poisons. M. Medycyna. 1975. 256 s. (Russian)
9. Health and the environment in the who European region. Creating resilient communities and supportive environments: <http://www.euro.who.int> (English)
10. EPA. Toxicological Review of Nitrobenzene .CAS No. 98-95-3, U. S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, 2009, 250 p. (English)
11. MTBE concentration profiles near MTBE manufacturing plant: Modeling approach and modeling uncertainty. K. H. Chang, C. H. Chen. Chemosphere. 2009, Vol. 75, № 10. P. 1322-1328. (English)
12. Vasyly»ev A.V., Xamydullova L.R. Reducing the negative effect of lubricating cooling liquids. Nauchno-metodycheskom y ynformacyonnom zhurnale, Bezopasnost v texnosfere, №1, yanvar''-fevral. 2008. S. 40-43. (Russian)
13. Bojkiv D. P., Bondarchuk T. I., Ivankiv O. L. Biochemical parameters in normal and pathological conditions. Navchal»nyj dovidnyk. ta in. Za red. O. Ya. Sklyarova. K. Medycyna, 2007, S. 320. (Ukrainian)
14. Sanockyj Y.V. Methods for determining the toxicity and hazards of chemical substances. pod red. Y. V. Sanockoho. M. Medycyna, 1970. 342 s. (Russian)
15. Bonashevskaya T.Y., Belyaeva N.N., Kumpan N.B., Panasyuk L.V. M. Medycyna Morphofunctional studies in hygiene. 1984. 160 s. (Russian)

ОПЫТ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ ЭФФЕКТОВ СОЧЕТАННОГО ДЕЙСТВИЯ ХИМИЧЕСКИХ И ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Завгородний И.В., Бачинский Р.А., Литовченко О.Л.
Харьковский национальный медицинский университет, пр-т Науки 4,
Харьков, 61022, Украина

Аннотация. *Нарушение баланса химических и физических факторов в биосфере приводит к негативным последствиям, о чем свидетельствуют результаты анализа состояния окружающей среды, здоровья, заболеваемости и смертности населения. Исследования по этой проблематике свидетельствуют, что воздействие на человеческий организм может быть комплексный и разносторонний. В предлагаемой статье приведены результаты научных исследований по изучению сочетанного действия химических и физических факторов. Целью этих исследований было изучение особенностей реакции организма животных в условиях эксперимента на действие химических веществ (нитробензола, метилтретбутилового эфира, смазочно-охлаждающих веществ марок «Типол», «Трим») как при изолированном воздействии, так и в сочетании с электромагнитным излучением и положительной низкой температурой. Изменения определяли по интегральным, биохимическим, гематологическим, морфологическим показателям и функциональному состоянию сперматозоидов. Результаты экспериментов свидетельствуют о наличии в организме патогномичных, специфических проявлений для изолированного влияния химических факторов, при этом совместное действие химических и физических факторов сопровождается усилением специфических проявлений неблагоприятного воздействия.*

Ключевые слова: *сочетанное действие, электромагнитное излучение, положительная низкая температура, смазочно-охлаждающая жидкость, нитробензол, метилтретбутиловый эфир, биохимические исследования, морфологические изменения, организм животных.*

THE EXPERIENCE OF EXPERIMENTAL STUDY OF EFFECTS IN MIXED IMPACT OF CHEMICAL AND PHYSICAL FACTORS

Zavgorodnii I. V., Bachynskiy R. O., Litovchenko O. L.,
Kharkiv National Medical University, Av. Nauky No 4, Kharkiv, 61022, Ukraine

Abstract. *Imbalance of chemical and physical factors in the biosphere leads to negative consequences, as evidenced by the results of the analysis of environment, health, morbidity and mortality. Studies on the subject indicate*

that the impact on the human body can be a complex and multifaceted. This article presents the results of scientific research on studying the mixed effect of chemical and physical factors. The aim of this research was to study the features of the response of animals in the experiment on the effect of chemicals (nitrobenzene, methyl tertiary butyl ether lubricating fluids of "Typol», «Trim» brands) both as an isolated impact, and in combination with electromagnetic radiation and positive low temperature. Changes determined by the integrated, biochemical, hematological, morphological and functional parameters of spermatozoa. The experimental results indicate the presence of the body pathognomonic specific manifestations for the isolated impact of chemical factors, at that, combined effect of chemical and physical factors is accompanied by increased specific manifestations of adverse effect.

Key words: *mixed effect, electromagnetic radiation, low positive temperature, lubricating fluids, nitrobenzene, methyl tertiary butyl ether, biochemical indices, morphologic changes, animals organism.*