

УДК 611.12-034:591.33-092.9

В. Ф. Шаторна¹, д-р біол. наук, проф.,

І. С. Чекман², д-р мед. наук, проф.,

В. І. Гарець¹, д-р мед. наук, проф.,

О. О. Нефьодова¹, д-р мед. наук, доц.,

В. Г. Каплуненко¹, д-р тех. наук, доц.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ НАНОМЕТАЛІВ НА ЕМБРІОГЕНЕЗ І РОЗВИТОК СЕРЦЯ

¹ Дніпропетровська медична академія МОЗ України, Дніпро, Україна,

² Приватний вищий навчальний заклад

«Київський медичний університет УАНМ», Київ, Україна

УДК 611.12-034:591.33-092.9

В. Ф. Шаторна¹, **І. С. Чекман**², **В. І. Гарець**¹, **О. О. Нефьодова**¹, **В. Г. Каплуненко**¹

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ НАНОМЕТАЛІВ НА ЕМБРІОГЕНЕЗ І РОЗВИТОК СЕРЦЯ

¹ Дніпропетровська медична академія МОЗ України, Дніпро, Україна,

² Приватний вищий навчальний заклад «Київський медичний університет УАНМ», Київ, Україна

Експериментальна робота присвячена визначенню морфогенезу ефектів ізольованого впливу над-малих доз (0,05 мкг/кг) ацетату свинцю та дії цитрату срібла на загальний хід ембріогенезу та розвиток серця зародків щурів у експерименті. За допомогою морфологічних методів вивчено ембріотоксичний ефект досліджуваних речовин при їх ізольованому та комбінованому введенні впродовж усього періоду вагітності. Експериментально визначено збільшення загальної ембріональної смертності (у 2,16 разу) при ізольованому введенні ацетату свинцю та зниженні ембріональної смертності в групі комбінованого введення наносрібла.

За допомогою морфометричних і мікроскопічних методів дослідження виявлено спектр порушень кардіогенезу при ізольованому введенні ацетату свинцю, що визначається стоншенням компактного міокарда, міжшлуночкової перегородки та зменшенням товщини стінок передсердь із затримкою розвитку трабекул. Порушення формування клапанного апарату серця проявлялося в утворенні додаткових сухожилкових струн стулок передсердно-шлуночкових клапанів.

У групах комбінованого й ізольованого впливу наносріблом визначено відновлення товщини компактного міокарда стінок шлуночків, відсутність порушень з боку формування клапанного апарату й міжшлуночкової перегородки.

Ключові слова: ембріогенез, кардіогенез, ацетат свинцю, цитрат срібла, нанометали.

UDC 611.12-034:591.33-092.9

V. F. Shatorna¹, **I. S. Chekman**², **V. I. Harets**¹, **O. O. Nefyodova**¹, **V. G. Kaplunenko**¹

EXPERIMENTAL STUDY OF NANOMETALS INFLUENCE ON EMBRYOGENESIS AND HEART DEVELOPMENT

¹ Dnipropetrovsk Medical Academy MH of Ukraine, Dnipro, Ukraine,

² Kyiv Medical University of UAFM, Kyiv, Ukraine

Experimental work is devoted to the definition of morphogenesis effects of the isolated impact of ultra-low doses (0.05 mcg/kg) lead acetate and silver citrate action on the general course of embryogenesis and development heart embryos of rats in the experiment. By using morphological methods there studied embryotoxic effect of these substances when they are isolated and combined administration throughout pregnancy. Experimentally determined increase in the total embryonic mortality (in 2.16 times) in isolated administered lead acetate and embryonic mortality reduction in the group combined the introduction of nanosilver.

Using morphometric and microscopic research methods spectrum disorders were found in isolated cardiogenesis introduction of lead acetate, determined thinning compact infarction, ventricular septal thinning and reducing the wall thickness of the atrial trabeculae with developmental delays. Violation of the formation of valvular heart manifested in the formation of additional valves tendon strings atrioventricular valves.

In groups of isolated and combined influence of nanosilver defined compact infarction thickness recovery, ventricular walls, no violations of the formation of valvular and ventricular septal.

Key words: embryogenesis, cardiogenesis, lead acetate, citrate silver, nanometal.

Дослідження виконано у рамках науково-дослідної роботи кафедри медичної біології, фармакогнозії та ботаніки Державного закладу «Дніпропетровська медична академія МОЗ України» «Морфогенетичні закономірності ембріогенезу під впливом нанометалів» (номер державної реєстрації 0115U004879) згідно з договором про наукову співпрацю з національним медичним університетом імені О. О. Богомольця.

Європейська конференція «Нанотехнології: критична галузь в професійній безпеці та здоро-

в'ї» (2007) констатувала той факт, що досвід людства в використанні наночастинок досить малий, а можливий вплив комплексу їх властивостей на людський організм поки що мало вивчено. Це має особливе значення, якщо йдеться про один із найважливіших напрямів у використанні нанотехнології, а саме: використання наночастинок і наноматеріалів у виробництві продуктів харчування й у фармацевтичній галузі. У Доповіді для Міжнародної ради з керування ризиком «Керування ризиком для застосування на-

нотехнологій в продуктах харчування і косметичних засобах» (2009) відмічено, що занепокоєння у зв'язку з потенційним ризиком наноматеріалів на здоров'я людини й навколишнє середовище підвищується за недостатністю наукових досліджень щодо визначення характеристик безпечності наноматеріалів [5].

Унікальні властивості наноматеріалів роблять їх дуже привабливими для фармацевтичної промисловості, сільського господарства, технічної промисловості. Серед усього розмаїття існуючих наночастинок металів особливої уваги заслуговують наночастинок золота, срібла, міді, заліза, так звані пріоритетні нанометали [2; 7; 12]. Найперспективнішими для медицини препаратами є наночастинок саме цих металів розміром 5–60 нм. Вони можуть застосовуватися як окремі засоби, так і покриватися органічними сполуками: декстранами, фосфоліпідами тощо. У такому вигляді ці частинки інгібують агрегацію та підвищують стабільність колоїдних розчинів, а також використовуються для цільової доставки лікарських засобів до патологічного процесу. Такий значний інтерес викликаний перспективністю застосування наночастинок срібла, що вже досить давно використовується в медицині як антимікробний засіб. Критичний аналіз здобутків нанотехнологій, що динамічно розвиваються і не менш активно афішуються протягом останніх 20 років у всіх розвинутих країнах світу, дозволяє тверезо оцінити як реальні досягнення нанотехнологій, так і реальні проблеми і пов'язані з ними ризики [4; 11; 13]. При цьому особливо прискіпливим, із зрозумілих причин, має бути критичний аналіз здобутків нанотехнологій у взаємопов'язаних сферах — біологічній і медицині.

Недостатньо вивченим залишається питання впливу наночастинок різного походження та розмірів на організм і процес ембріонального розвитку. Не визначеними сьогодні є також і питання можливого антагонізму чи синергізму нанорозмірних металів як мікроелементів.

Сучасні дослідники-медики все більше уваги приділяють мікроелементам і мікроелементозам. Створений і успішно розвивається новий напрям у медицині й екології — медична елементологія, що вивчає особливості елементного складу організму людини при різних функціональних станах і захворюваннях і способи підвищення адаптаційно-приспосувальних функцій організму за допомогою корекції мікроелементного обміну [8]. Свинець — політропний токсин і найбільш глобальний токсикант — впливає на якість гамет, запліднення та перебіг вагітності [10; 15]. Спроби визначити нові біоантогоністи токсичності свинцю серед нанобіометалів мало представлені в наукових роботах [1; 3; 6; 14], тому дослідження даних напрямів було визначено нами як доцільне й актуальне.

Мета дослідження — визначення морфогенетичних закономірностей формування ефектів ізольованого впливу ацетату свинцю і цитрату наносрібла та їх комбінованого введення на загальний хід ембріогенезу і розвиток серця зародків щурів у експерименті.

Матеріали та методи дослідження

Дослідження проводилося на 32 білих статевозрілих самицях стандартної маси тіла та віку. Експеримент на тваринах проводили відповідно до «Загальних етичних принципів експериментів на тваринах» (Київ, 2001), які узгоджуються з Європейською конвенцією про захист експериментальних тварин (Страсбург, 1985) [9]. В експериментальних моделях використовували отримані українськими дослідниками за оригінальною методикою синтезу розчин ацетату свинцю та розчин цитрату срібла, отриманого за аквананотехнологією.

Вибір об'єктом дослідження саме ембріонів щурів зумовлений низьким рівнем у них спонтанних вад розвитку порівняно з мишами та кролями. Моделювання впливу розчинів нанометалів на організм самиці й опосередковано на ембріогенез у щурів проводили за таким планом. Усі самиці були розділені на чотири групи: 1-ша група — тварини, яким вводили розчин ацетату свинцю дозою 0,05 мг/кг; 2-га група — особини, яким вводили розчин наносрібла дозою 2 мкг/кг; 3-тя група — тварини, яким вводили розчин ацетату свинцю дозою 0,05 мг/кг і розчин цитрату срібла дозою 2 мкг/кг; 4-та група — контрольна. Усього було досліджено 298 об'єктів: 72 ембріони — контрольної групи; 60 ембріонів — після впливу ацетату свинцю; 85 ембріонів — групи впливу цитрату наносрібла та 81 ембріон у групі комбінованого впливу.

Згідно із загальноприйнятими інструкціями проведення експериментальних ембріологічних робіт, розчини ацетату свинцю та наносрібла вводили самицям через зонд 1 раз на добу в один і той же час з 1 по 19 день вагітності (на 20-й день вагітності проводили оперативний забій). Дослідних тварин виводили з експерименту передозуванням ефірного наркозу після вилучення матки з ембріонами. Щурят вилучали з матки, зважували, визначали стать, фіксували у 10 % розчині формаліну для подальшого гістологічного дослідження.

Ембріотоксичну дію досліджуваних речовин оцінювали за такими показниками: загальна ембріональна смертність, передімплантаційна та постімплантаційна смертність, а також кількість плодів на 1 самку.

Отримані дані оброблялися методом варіаційної статистики з використанням критерію Стюдента.

Аналіз отриманих результатів

Порівняння результатів ембріотропної дії низьких доз свинцю з показниками контрольної

групи виявило його ембріотоксичність, що виражалася в достовірному ($p < 0,05$) зниженні кількості живих плодів на 17 % наприкінці ембріогенезу. Базовим показником ембріотоксичності будь-якої сполуки є середня кількість ембріонів на 1 самицю, яка в групі впливу цитратом наносрібла була навіть вищою за показники контрольної групи і становила $10,63 \pm 0,40$. Відповідно до цього показника спостерігалось і підвищення середніх показників кількості жовтих тіл вагітності в яєчниках самиць у групі впливу наносріблом: $11,5 \pm 0,8$ як по відношенню до групи дії ацетату свинцю — $9,88 \pm 0,53$, так і до контрольної групи — $10,13 \pm 0,53$.

Нами експериментальним шляхом виявлено певні відмінності у показниках передімплантаційної та постімплантаційної смертності в дослідних групах. Так, встановлено, що передімплантаційна смертність у групі, що зазнавала впливу ацетатом свинцю достовірно зросла у 2,3 рази і становила $0,23 \pm 0,06$, тимчасом у групі впливу наносріблом рівень доімплантаційної смертності становив $0,080 \pm 0,001$ і навіть був менший за контрольні показники — $0,10 \pm 0,05$. Постімплантаційна смертність у групі впливу наносрібла взагалі була відсутня, а вплив ацетату свинцю призводив до збільшення у 2 рази такого показника порівняно з контролем. Вищенаведене дає можливість припустити, що регуляція чисельності приплоду в умовах тривалого впливу агента (упродовж усього періоду вагітності) відбувається переважно в доімплантаційний період для забезпечення кращих умов для розвитку потомства.

В експериментальній групі з використанням комбінації ацетату свинцю і цитрату срібла визначалося зменшення токсичної дії ацетату свинцю, а саме: збільшення кількості ембріонів на 1 самку та зниження загальної ембріональної смертності, що свідчить на користь позитивного впливу нанометалу на ембріотоксичність ацетату свинцю при комбінованому введенні у щурів (рис. 1). При ізольованому впливі цитрату наносрібла рівень загальної ембріональної смертності був нижчим ($7,61 \pm 1,26$) не тільки порівняно з групою впливу свинцем ($24,05 \pm 1,33$), але і за контрольні показники ($11,11 \pm 4,43$), що свідчить про зниження ембріолетальної дії свинцю під впливом цитрату срібла (див. рис. 1).

Таким чином, в експериментальних групах з впливом цитратом наносрібла як при ізольованому введенні, так і в комбінації з ацетатом свинцю визначалося збільшення кількості ембріонів, кількості жовтих тіл, що свідчить на користь позитивної дії цитрату наносрібла на процеси імплантації та перебіг вагітності, на репродуктивну систему й ембріогенез. Результати проведеного експерименту свідчать, що цитрат срібла, отриманий за наноакватехнологією, можна розглядати як новий біоантагоніст ацетату свинцю щодо впливу на ембріогенез у щурів.

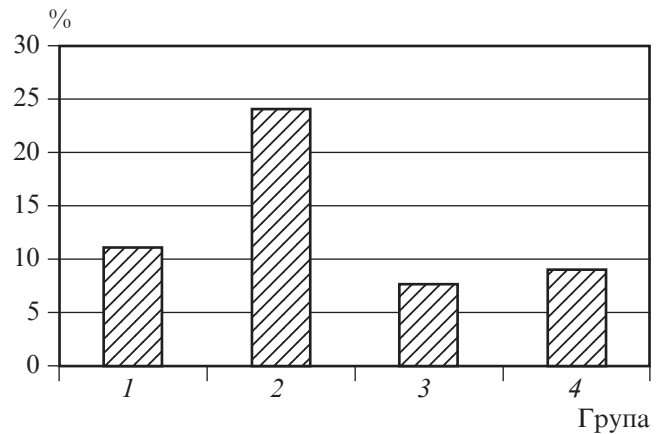


Рис. 1. Показники загальної ембріональної смертності в експериментальних групах: 1 — контроль; 2 — вплив ацетатом свинцю; 3 — вплив наносріблом; 4 — комбінований вплив

Для виконання поставленої мети серце ембріонів досліджували спочатку макроскопічно — під біокулярною лупою: проводили горизонтальні та сагітальні розрізи для визначення відповідності розвитку органа стадії розвитку ембріона: визначали стан розвитку камер серця та міжшлуночкової перегородки і внутрішнього рельєфу шлуночків. Кардіотоксичність ацетату свинцю при ізольованому введенні проявлялась у зменшенні товщини міокарда стінки шлуночка (лівого на 7,9 %, правого на 11,2 %), порушенні формоутворювальних процесів стулок півмісяцевих заслінок аорти та легеневого стовбура, стоншенні різних частин міжшлуночкової перегородки й утворенням додаткових аномальних сухожилкових струн стулок передсердно-шлуночкових клапанів. Негативний вплив ацетату свинцю на перебіг кардіогенезу виявлявся в збільшенні об'єму та зменшенні товщини стінок і затримці утворення та розвитку трабекул передсердь. Такі дані свідчать про порушення процесів септації та трабекуляції під впливом свинцевої інтоксикації впродовж ембріогенезу.

На ранніх етапах кардіогенезу основним механізмом, що забезпечує формоутворення серця, є процес делямінації, внаслідок якого формуються трабекули шлуночків, сухожилкові струни та стулки клапанів передсердно-шлуночкових отворів. Тому вплив негативного чинника, що порушує делямінацію міокарда раннього ембріонального серця, відбивається одразу на будові всіх компонентів клапанного апарату серця та трабекулах. Таким чином, процес септації та формування стінок камер серця і клапанного апарату порушується при впливі ацетату свинцю на вагітну самицю. Найзначнішу частину порушень становили зміни товщини міокарда передсердь і шлуночків (28,3 %), стоншення міжшлуночкової перегородки (7,6 %) було майже вдвічі меншим за показники порушення формування клапанного апарату — 13,4 % (рис. 2).

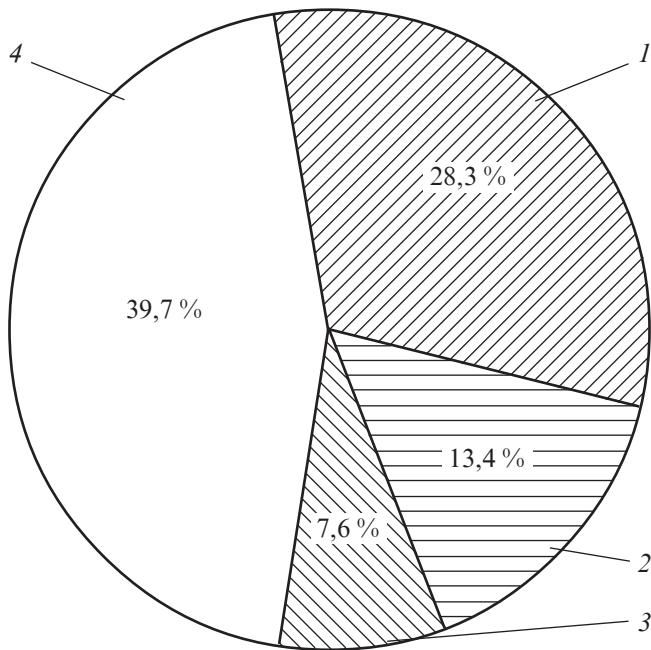


Рис. 2. Співвідношення відсотків порушень розвитку камер серця та стенок передсердно-шлуночкових клапанів серця ембріонів щура в експерименті під впливом ацетату свинцю: 1 — стоншення стінки передсердь і шлуночків; 2 — порушення формування клапанного апарату; 3 — стоншення міжшлуночкової перегородки серця; 4 — норма

Високий відсоток (майже 40 %) відсутності значущих порушень у кардіогенезі дослідних тварин групи свинцевої інтоксикації ми пояснюємо значним рівнем ембріональної смертності в даній групі, а саме — більшість ембріонів, що мали вади розвитку серця, загинули на ранніх етапах ембріогенезу. Проте необхідно враховувати, що в даному дослідженні спостерігалися комбіновані групи порушень розвитку серця, наприклад: збільшення обсягу передсердь часто співпадало з порушенням формування міжшлуночкової перегородки серця або поліморфністю стенок передсердно-шлуночкових і аортальних клапанів. Вплив ацетатом свинцю призводив до збільшення кількості та діаметра функціонуючих судин міокарда, що може свідчити про гіпоксичний стан міокарда.

Компенсаторна дія цитрату срібла на токсичність ацетату свинцю у групі комбінованого введення щодо впливу на кардіогенез проявлялася збільшенням середніх показників маси серця та відновленням товщини стінок шлуночків і міжшлуночкової перегородки. Вад формування клапанного апарату серця не спостерігалося.

При дослідженні зрізів серця ембріонів групи ізольованого впливу цитратом срібла визначалося відновлення товщини міокарда шлуночків, передсердь і міжшлуночкової перегородки. Загалом стінка серця ембріона добре сформована, компактний міокард достатньо розвинений, соскоподібні м'язи та внутрішній рельєф шлуночків серця відповідають стадії розвитку ембріо-

на, порожнини камер серця не збільшені, розвиток аорти та легеневого стовбура не порушено. Таким чином, введення розчину цитрату срібла має позитивний вплив на загальний хід ембріогенезу та розвиток серця ембріонів щурів у експериментальних умовах.

Висновки

Ізольоване введення низьких доз ацетату свинцю (0,05 мг/кг) у щурів призводить до збільшення загальної ембріональної смертності у 2,16 разу ($p < 0,01$) за рахунок переважної їх смертності в доімплантаційному періоді ($p = 0,07$), тобто визначається ембріотоксичний ефект при введенні даного агента протягом усього періоду вагітності. При введенні ацетату свинцю визначено спектр змін кардіогенезу: зменшення товщини компактного міокарда стінки шлуночків серця, стоншення міжшлуночкової перегородки.

При комбінованому введенні ацетату свинцю та цитрату срібла виявляється покращання показників ембріонального розвитку, що проявляється достовірним підвищенням кількості живих ембріонів і зниженням показників загальної ембріональної смертності. У серцях ембріонів групи комбінованого введення визначалося відновлення товщини стінок шлуночків та міжшлуночкової перегородки та відсутність вад клапанного апарату серця.

Вплив цитратом наносрібла впродовж усього періоду вагітності щурів у групі ізольованого введення призводить до збільшення кількості жовтих тіл вагітності, кількості живих плодів, що зумовлено зниженням загальної ембріональної смертності. Введення цитрату срібла не викликало відхилень розвитку серця ембріонів щурів.

Таким чином, введення розчину цитрату срібла запобігає негативному впливу ацетату свинцю на процеси ембріонального розвитку плодів і хід кардіогенезу щурів у експериментальних умовах і свідчить про їх біоантагонізм.

Перспективи подальших досліджень. Дані про механізми порушення ембріогенезу та кардіогенезу під впливом ацетату свинцю та наносрібла є важливою умовою для розробки основ профілактичних і коригуючих заходів у кардіологічній практиці при лікуванні серцевих захворювань, що відбулися в зоні ураження сполуками свинцю.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Анализ модифицирующего влияния цитратов золота, серебра и железа на эмбриотоксичность ацетата свинца в эксперименте* / В. Ф. Шаторная, В. Г. Каплуненко, И. С. Чекман [и др.] // *Морфология*. – 2014. – Т. 8, № 1. – С. 99–103.
2. *Борисевич В. Б.* Наноматериали в біології. Основи нановетеринарії / В. Б. Борисевич, В. Г. Каплуненко, М. В. Косінов. – К. : ВД «Авіценна», 2010. – 416 с.
3. *Гарець В. І.* Експериментальний пошук біоантагоністів ембріотоксичної дії ацетату свинцю / В. І. Гарець // *Вісник ЛНУ ім. Тараса Шевченка*. – 2013. – Ч. 1, № 19. – С. 85–90.

4. *Морфологическое исследование влияния некоторых микроэлементов на репродуктивную систему и эмбриогенез / В. Ф. Шаторная, В. А. Линник, В. Г. Каплуненко [и др.] // Микроэлементы в медицине. – 2014. – № 15 (1). – С. 34–39.*
5. *Нанотехнології мікронутрієнтів: проблеми, перспективи та шляхи ліквідації дефіциту макро- і мікроелементів / А. М. Сердюк, М. П. Гуліч, В. Г. Каплуненко, М. В. Косінов // Журнал АМН України. – 2010. – Т. 16, № 1. – С. 107–114.*
6. *Нефьодова О. О. Модифікуюча дія цитрату срібла на кардіотоксичність ацетату свинцю в експерименті / О. О. Нефьодова // Вісник проблем біології і медицини. – 2014. – Т. 4 (116), вип. 4. – С. 252–256.*
7. *Скальный А. В. «Химические элементы в физиологии и экологии человека» [Электронный ресурс] / А. В. Скальный. – Режим доступа : <http://www.m-kat.ru/ebook.php?file=skalny.djvu&page=31>*
8. *Скальный А. В. Биоэлементы и показатели эмбриональной смертности лабораторных крыс / А. В. Скальный, С. В. Залавина, С. В. Ефимов // Вестник ОГУ. – 2006. – № 2. – С. 78–81.*
9. *Сучасні основи біоетики медико-біологічних досліджень / І. С. Чекман, В. Ф. Шаторна, Я. С. Яскевич [та ін.] // Вісник проблем біології і медицини. – 2011. – Т. 3, вип. 3. – С. 30–34.*
10. *Трахтенберг І. М. Свинцева небезпека в Україні / І. М. Трахтенберг // Науковий журнал МОЗ України. – 2013. – № 3. – С. 50–60.*
11. *Чекман І. С. Біологічні аспекти наномедицини / І. С. Чекман, В. Ф. Шаторна, О. О. Савенкова // Вісник проблем біології і медицини. – 2011. – Вип. 4. – С. 31–36.*
12. *Чекман І. С. Нанофармакологія / І. С. Чекман. – К. : Задруга, 2011. – 424 с.*
13. *Чекман І. С. Протимікробні властивості наносрібла / І. С. Чекман, А. В. Рибачук // Український науково-медичний молодіжний журнал. – 2009. – № 2. – С. 32–36.*
14. *Експериментальне дослідження модифікуючого впливу наноаквахелату цитрату золота на ембріотоксичність ацетату свинцю у щурів / В. Ф. Шаторна, В. І. Гарець, Е. М. Білецька [та ін.] // Медичні перспективи. – 2014. – Т. XIX, № 2. – С. 12–17.*
15. *Методика визначення ембріотоксичності та тератогенності в морфологічних експериментах / В. Ф. Шаторна, В. І. Гарець, І. І. Колосова, О. О. Нефьодова // Вісник проблем біології та медицини. – 2014. – Т. 3 (112), вип. 3. – С. 235–240.*

Надійшла 1.03.2017

Рецензент д-р мед. наук, проф. І. В. Савицький

УДК 617.713-002+617.711/713-002-085-036.8

Г. С. Фесюнова, канд. біол. наук,
О. П. Сотнікова, д-р мед. наук,
В. Л. Осташевський, канд. мед. наук,
Г. Б. Абрамова,
Г. М. Цибуляк

ФАРМАКОТЕРАПЕВТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ СТАНДАРТИЗОВАНОЇ ЛІПОСОМАЛЬНОЇ ФОРМИ КВЕРЦЕТИНУ ПРИ МОДЕЛЮВАННІ КЕРАТИТУ ТА КЕРАТОКОН'ЮНКТИВІТУ

*Державна установа «Інститут очних хвороб і тканинної терапії
ім. В. П. Філатова НАМН України», Одеса, Україна*

УДК 617.713-002+617.711/713-002-085-036.8

Г. С. Фесюнова, О. П. Сотнікова, В. Л. Осташевський, Г. Б. Абрамова, Г. М. Цибуляк
ФАРМАКОТЕРАПЕВТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ
СТАНДАРТИЗОВАНОЇ ЛІПОСОМАЛЬНОЇ ФОРМИ КВЕРЦЕТИНУ
ПРИ МОДЕЛЮВАННІ КЕРАТИТУ ТА КЕРАТОКОН'ЮНКТИВІТУ

*Державна установа «Інститут очних хвороб і тканинної терапії
ім. В. П. Філатова НАМН України», Одеса, Україна*

При відтворенні травматичного кератиту у кролів встановлено, що лікувальні інстиляції очних крапель «Ліпофлавіон-нано» надають вираженої протизапальної дії, послаблюючи інтенсивність прояву запальної реакції з боку рогівки, кон'юнктиви і очного яблука. Стимулюючи регенераторні процеси, «Ліпофлавіон-нано» різко зменшує площу ерозії рогівки у 2–22,0 разу та прискорює терміни її повної епітелізації вже на 3-тю добу порівняно з контролем. На моделі фотокератокон'юнктивіту, викликаного УФ-випромінюванням, встановлено, що очні краплі «Ліпофлавіон-нано» виявляють виражену протизапальну активність, яка проявляється в зменшенні всіх проявів запальної реакції вже на 3-тю добу лікування.

Ключові слова: ліпосомальна форма кверцетину, кератит, експеримент.