

## Джерела та література

1. Алтухов Ю. П. Генетические процессы в популяциях / Ю. П. Алтухов. – М. : Академкнига, 2003. — 431 с.
2. Бочков Н. П. Теоретические и организационные основы профилактики наследственных болезней // Профилактика наследственных болезней : сб. тр. / под ред. Н. П. Бочкова. – М. : Всесоюзный онколог. Науч. центр, 1987. – С. 5–22.
3. Курбатова О. Л. Городские популяции: возможности генетической демографии (миграция, подразделенность, аутбридинг) / О. Л. Курбатова, Е. Ю. Победоносцева // Вестник ВОГиС. – 2006. – Т. 10, № 1. – С. 155–188.
4. Лакин Г. Ф. Биометрия / статистика / Г. Ф. Лакин. – М. : Высш. шк., 1990. – 352 с.
5. Ли Ч. Введение в популяционную генетику / Ч. Ли. – М. : Мир, 1978. – 557 с.
6. Микитенко Д. А. Украина: региональные аспекты генетического груза врожденной и наследственной патологии / Д. А. Микитенко // Сибирский медицинский журнал. – 2013. – № 3. – С. 18–23.
7. Рычков Ю. Г. Сравнительное изучение генетического процесса в урбанизированной и изолированных популяциях / Ю. Г. Рычков // Вопр. антропологии. – 1979. Вып. – 63. С. 3–21.
8. Cavalli-Sforza L. L. The genetics of human populations / L. L. Cavalli-Sforza, W. F. Bodmer. – San Francisco : Freeman and Co, 1971. – 959 p.

**Лановенко Елена, Вучкан Екатерина. Динамика распространенности врожденной патологии новорожденных в условиях изменения отдельных параметров генетико-демографической структуры городской популяции.** В статье анализируется динамика распространенности врожденных пороков развития новорожденных в условиях сокращения численности городского населения репродуктивного возраста. Вследствие длительного отрицательного естественного и миграционного прироста, повышения уровня эндогамии и сокращения генетического брачного расстояния при одновременном усилении внутривидовой генетической разнообразия за счет увеличения доли межэтнических браков (с 35,5 до 50,5 %) наблюдается стабилизация популяционной частоты врожденных пороков развития новорожденных, в том числе ее наследственно обусловленных форм.

**Ключевые слова:** популяция, генетико-демографическая структура, врожденная патология.

**Lanovenko Olena, Wuchkan Kateryna. Trends in Prevalence of Congenital Abnormalities in Newborns in the Conditions of Changing Individual Parameters of the Genetic-demographic Structure of Urban Population.** The article analyzes the dynamics of prevalence of congenital malformations in newborns in the face of shrinking urban population of reproductive age. Due to the long negative natural and migration growth, raising the level of endogamy and reduce genetic mating distance, while strengthening intra-population genetic diversity by increasing the proportion of interethnic marriages (from 35,5 to 50,5 %) is stabilizing the population frequency of congenital malformations of newborns, including hereditary forms.

**Key words:** population, genetic and demographic structure, congenital abnormality.

Стаття надійшла до редколегії  
11.02.2016 р.

УДК 551.521:611.1

Олександр Журавльов,  
Світлана Швайко,  
Олена Дмитроца,  
Лілія Бурбан

### Особенности реакций сердечно-сосудистой системы на действие ионизирующего излучения

Реакции структур сердечно-сосудистой системы на действие радиационного фактора продолжительного времени вызвали полемику среди ученых. Сердце, в отличие от сосудистой системы, относится к достаточно радиорезистентным органам, что подтверждается данными о появлении структурных изменений миокарда в диапазоне доз 13–15 Зв. Более высокие дозы облучения преимущественно приводят к функциональным изменениям в работе сердца (изменения кровеносных сосудов, дистрофические

© Журавльов О., Швайко С., Дмитроца О., Бурбан Л., 2016

порушення його м'язових волокон та напруженість вегетативної регуляції діяльності), які не зникають і у віддалені періоди після променевого впливу. Реакції судинної ланки при радіаційних навантаженнях, що входять до діапазону малих доз, проявляються лише розширенням меж фізіологічної лабільності вегетативно-судинної регуляції й не пов'язані з органічними змінами в елементах судинної системи. Особливості центрального кровотоку в осіб, котрі зазнали радіаційного впливу внаслідок проживання за контрольованої території, мають компенсаторний характер, тоді як найбільш негативні ефекти з боку гемодинаміки виявляються в судинах середнього та малого діаметра. Потрібно відзначити також, що такі ефекти простежено під час проведення функціональних проб із фізичним чи розумовим навантаженням, тоді як стан спокою досить часто не виявляє особливостей роботи серцево-судинної системи в осіб, які зазнали радіаційного впливу, і жителів відносно екологічно чистих зон.

**Ключові слова:** іонізуюче випромінювання, серцево-судинна система, гемодинаміка.

**Постановка наукової проблеми та її значення.** Унаслідок аварії на Чорнобильській АЕС значна територія України зазнала радіаційного забруднення, що створило умови постійної загрози для здоров'я населення. У післяаварійний період зацікавленість проблемою впливу малих доз опромінення на організм людини значно зросла. Тридцять років, які минули з моменту катастрофи, дали можливість накопичити значну кількість даних щодо особливостей реагування організму на дію радіаційного чинника в різних дозах.

У післяаварійний період дослідження проводили переважно на ліквідаторах наслідків аварії на ЧАЕС, що не повною мірою відображає пострадіаційний стан дестабілізованих опроміненням органів та їхніх систем. Поряд із цією категорією в Україні й за її межами значно зросла кількість осіб, які зазнали хронічного впливу малих доз іонізуючих випромінювань не лише у зв'язку з виконанням своїх професійних обов'язків, але й у побутових умовах через забруднення радіонуклідами ґрунту, води, продуктів харчування, житлових і виробничих приміщень. За умов проживання населення в радіоактивно забрудненій місцевості опромінення має хронічний комбінований характер – поєднання зовнішнього й внутрішнього опромінення в малих дозах із низькою потужністю дози. При цьому зовнішнє опромінення, зазвичай, є досить рівномірним, тоді як внутрішнє характеризується вкрай нерівномірним розподілом доз. Однак поєднання зовнішнього та внутрішнього опромінення призводить до складного розвитку патологічних процесів [5].

**Мета й завдання статті.** У великому обсязі фактів, накопичених протягом декількох десятиріч клініко-фізіологічних спостережень, дані про радіаційні зміни серцево-судинної системи займають значне місце [1, 30]. Однак дослідження особливостей функціонування структур серцево-судинної системи є недостатнім, оскільки такі роботи виконували або лише при записі фонові РЕГ [27], або при застосуванні фізичних навантажень чи проб з уведенням певних препаратів [14]. Чорнобильська катастрофа призвела до перегляду в усьому світі уявлень про радіаційний ризик. Задля вивчення особливостей стану серцево-судинної системи в осіб, які постраждали внаслідок аварії на ЧАЕС, отримання повної інформації про роботу серця і його резервні можливості проведено значну кількість досліджень [2, 11, 17, 25 та ін.].

**Завдання статті** – узагальнення даних, отриманих різними науковцями, щодо впливу іонізуючого опромінення на серцево-судинну систему й аналіз дозозалежності виявлених ефектів.

**Виклад основного матеріалу й обґрунтування отриманих результатів дослідження.** Реакції серцево-судинної системи – невід'ємна частка загальної відповіді на опромінення як один із багатьох подразників зовнішнього середовища. При цьому припускають як прямий вплив іонізуючого випромінювання на стан серця та судин, так і опосередкований – через зміну нейрогуморальної регуляції кровообігу.

Відповідь на загальне опромінення з боку серцево-судинної системи як однієї з інтегративних систем тривалий час було предметом полеміки науковців. Спираючись на численні публікації та власні дослідження, Н. Rubin та G. W. Gasaret [1] сформулювали положення про чутливість клітин ссавців до дії іонізуючих випромінювань. Згідно з їхньою класифікацією, міокард належить до найбільш радіорезистентних, а інтима судин – до третього класу тканин, яким властива достатня радіорезистентність стосовно «малих» доз опромінення.

Дослідження науковців спростовують відомі раніше уявлення про стійкість структур серця до іонізуючого опромінення й вважають його радіочутливою тканиною. Оцінюючи вплив опромінення на серце, іноді досить важко з'ясувати прямі та непрямі наслідки опромінення. Але, незалежно від цього, на перше місце в радіаційному ураженні міокарда виступають зміни кровоносних судин, дистрофічні порушення його м'язових волокон і напруженість вегетативної регуляції його діяльності [12].

Серце – не високорадіочутливий орган, однак установлено, що після променевої дії воно протягом тривалого часу залишається функціонально неповноцінним. Патогенезу таких порушень остаточно ще не встановлено. Припускають, що він пов'язаний як із прямою дією радіації на м'язові клітини, струму, кровоносні судини, так і з впливом екстракардіальних факторів (порушення метаболізму й вегетативної регуляції, зміни навантажень на серце у зв'язку з гемоциркуляторними розладами), що призводять до розвитку мікрокардіодистрофій [33, 36].

При дії іонізуючого випромінювання на серце в діапазоні «малих» доз (інтервал від значень, що перевищують фонові, до 75–80 сГр), чітких даних про ушкоджуючу дію на цей момент наука не має. Із цього приводу в літературі існує низка розбіжностей. Сформульоване положення про те, що не можна чекати скільки-небудь помітного впливу на стан здоров'я при тривалій дії іонізуючого опромінення в дозі до 50–100 сЗв, а навпаки, простежено покращення багатьох параметрів життєдіяльності у зв'язку з явищами радіаційного гормезису [4].

За даними І. Н. Хомазюк [33], іонізуюча радіація діє на всі оболонки серця, судини, пошкоджуючи, передусім, артеріоли й капіляри. У клінічній практиці описано радіаційні перикардити, кардіоміопатії, пошкодження ендокарда. Відомі випадки, коли в потерпілих унаслідок аварії на ЧАЕС некроз міокарда був основною причиною смерті. Порогова доза при безпосередньому впливі іонізуючого опромінення на ділянку серця становить 13,5 Зв. Радіаційне ж опромінення в дозі 16,5 Зв викликає прямий пошкоджуючий ефект структур серця в 50 % випадків.

Експериментальні дані, отримані на тваринах, підтвердили клініко-морфологічні спостереження про радіочутливість міокарда, структурно-функціональні зміни якого спостерігали після загального й локального опромінення в різних дозах. При цьому початкові зміни відбувалися переважно в кровоносних судинах і сполучній тканині серця, починаючи з розладів гемоциркуляції та закінчуючи руйнуванням м'язових волокон міокарда й створенні на їх місці фіброзної тканини [13].

При дії малих доз радіації (від фонових значень до 1–2 Зв) початкові морфологічні прояви були незначними та малодоступними для звичайних методів морфології, але в сукупності хронічної променевої хвороби з травмою спостерігали порушення регенераторних процесів, що нівелювалися тими фізіологічними механізмами, які забезпечують збереженість організму й можливість його існування. При загальній дозі опромінення в 1–7 сГр у половини обстежених відзначали функціональні зміни з боку серця, що виявлялося в помірних і виражених метаболічних порушеннях у серцевому м'язі, причому майже з однаковою частотою простежено синусову тахіаритмію та брадиаритмію [26].

Біологічний вплив на структури серця локального й загального опромінення не є однаковим, хоча розвиток викликаних ними змін схожий в обох випадках [12].

У дослідженнях науковців [21, 30], зокрема, зазначено, що зміни серцевої діяльності структурного та функціонального характеру не зникають й у віддалені періоди після променевого впливу, про що свідчить різке погіршення стану здоров'я населення. Однак потрібно зазначити, що можливі в початковий період після опромінення зміни не обов'язково можуть розвиватись у відносно віддаленому періоді променевого впливу [12]. Тому судження про зворотність радіаційних уражень серцевого м'яза не є остаточним і потребує подальшого вивчення.

При ультразвуковому дослідженні осіб, котрі постраждали внаслідок аварії на ЧАЕС, у більшості виявлено порушення серцево-судинної системи, навіть у тих, у кого вони не були виявлені клінічно та електрокардіографічно. Ці зміни полягали в розширенні порожнини лівого шлуночка, помірній гіпокінезії (або компенсаторній гіперкінезії) його стінок, а також зниженні скорочувальної здатності міокарда лівого шлуночка; швидкому й ранньому розвитку гіпертонічної хвороби та ішемічної хвороби серця, різноманітних змінах серцевого ритму й провідності [15]; у них частіше протягом доби спостерігали пароксизми синусової бради- та тахікардії [11].

У дослідженнях Т. О. Костенко [18] відзначено наявність негативного впливу наслідків аварії на ЧАЕС на стан серцево-судинної системи дітей, опосередкованого через центральну нервову систему, особливо її вегетативний відділ, що проявлялося, насамперед, у формуванні дисрегуляторного синдрому. Крім того, учений називає низку особливостей морфофункціональних характеристик серця в опроміненіх осіб: збільшення часу ізоволюмеричного розслаблення, уповільнення кровотоку раннього діастолічного наповнення, що свідчить про наявність діастолічної дисфункції у цього контингенту обстежуваних, а також установлено зниження швидкості кровотоку через клапани серця. Дітям та підліткам, евакуйованим із зони радіаційного забруднення, властива значна частість

порушень внутрішньосерцевої гемодинаміки (зниження насосної, скоротливої функцій, переважання гіпокінетичного типу гемоциркуляції), що підтверджує гіподинамічні зміни серцевого м'яза.

Отримані М. М. Кореневим [17] дані свідчать, що частота серцево-судинних порушень і зниження функціональної здатності міокарда в осіб, які постійно проживали в умовах дії підвищених доз іонізуючої радіації, значно вища, ніж у їхніх однолітків, які були відселені. Приблизно в третини досліджуваних, незалежно від терміну перебування в умовах підвищеного рівня радіації, спостерігали неадекватність серцевого викиду периферичному судинному опору, що свідчило про порушення саморегуляції кровообігу. Потрібно також зазначити, що в цьому дослідженні відзначалося зниження економічності функціонування серцевого м'яза за даними максимального кисневого пульсу. У 2/3 дітей кожному серцевому скороченню відповідала менша, порівняно з нормою, кількість спожитого кисню.

Подібні результати отримано й у роботі Ю. Г. Антипкіна та співавт. [2]. Указується, що зменшення швидкості транспорту кисню артеріальною й венозною кров'ю спричинюється зменшенням ударного та хвилинного об'єму кровотоку в дітей, які мешкають у зоні радіаційного контролю.

Вивчення біоелектричної активності міокарда дало неоднозначні результати. Амплітудні показники в осіб, які проживають на радіоактивно забрудненій території, суттєво не відрізняються, порівняно з їхніми однолітками з екологічно чистих територій [16], а тривалість основних ЕКГ-інтервалів перебуває на межі норми й порушення функції [7]. Водночас у більшості дітей та підлітків із зон радіаційного контролю виявлено порушення функцій автоматизму, синусову аритмію, брадикардію, у поодиноких випадках – тахікардію [17, 18]. У третини дітей і підлітків простежено сповільнення провідності (переважно неповну блокаду правої ніжки пучка Гіса), а більше ніж у половини досліджених спостерігали порушення такого важливого показника, як процес реполяризації: переважно зниження вольтажу зубця Т у більшості відведень, його двофазність або симетричну загострену верхівку, зміщення сегмента ST та ін. [18]. У значній кількості дітей виявлено комплекс несприятливих змін міокарда, який пролягає в дилатації порожнини лівого шлуночка, зниження скоротливої, насосної функцій і зменшення товщини міокарда, що може бути проявом мікрокардіодистрофії [16].

Для дітей і підлітків, котрі зазнали радіаційного впливу, характерна більша частота пролапсу мітрального клапана, збільшення поперечного діаметра порожнини лівого шлуночка, потовщення його міокарда й міжшлуночкової перетинки, зниження насосної та скоротливої функцій міокарда, наявність діастолічної дисфункції й зниження внутрішньосерцевого кровотоку [26].

Патогенез цих порушень неоднорідний, багатофакторний і зумовлюється як негативним впливом радіаційної дії, яка активізує вільнорадикальні процеси порушення нейрогуморальних ендокринних ланок регуляції через ураження ендокринних залоз, так і низкою біосоціальних факторів (хронічний психоемоційний стрес, який призводить до дисфункції вегетативної нервової системи, соматична патологія, вогнища хронічної інфекції), що сприяє зриву компенсаторно-адаптаційних процесів у серці й викликає появу функціональних пошкоджень у ньому.

Підсумовуючи вищевикладені матеріали, потрібно відзначити, що при опроміненні серця у високих дозах значно частіше виявляються різні ЕКГ-симптоми тяжкої серцевої патології та прогресуюче зниження вольтажу, ознаки ішемії різних відділів серцевого м'яза аж до розвитку інфаркту, різні порушення ритму й провідності, зумовлені прямою пошкоджуючою дією іонізуючої радіації на серцевий м'яз, а також явищами фіброзу міокарда.

Проте більшість науковців схиляється до думки про існування негативного впливу іонізуючої радіації на серцево-судинну систему людини, що підтверджується даними спостережень, проведених за останні роки [1, 10].

У великому обсязі фактів, накопичених протягом декількох десятиріч клінічних спостережень, дані про радіаційні зміни судинної системи займають значне місце. Характер відхилень, простежених при цьому, визначається насамперед особливостями опромінення.

Найбільш узагальнену інформацію щодо пострадіаційних судинних змін у «дочорнобильський» період викладено в роботі Е. І. Воробйова й Р. П. Степанова [6]. Відзначено дозову залежність радіаційного впливу та реакцій різних ділянок судинного русла. При радіаційних навантаженнях, що складають 0,2–1,3 Гр, за 5–10 років простежено широку варіабельність прояву функціональних реакцій, у тому числі реакцій серцево-судинної системи, із помітним напруженням механізмів підтримання гомеостазу, однак без погіршення можливостей організму при адекватних функціональних навантаженнях і без вираженого порушення самопочуття. Відхилень, які спостерігають при цьому,

проявляються лише розширенням меж фізіологічної лабільності вегетативно-судинної регуляції й не пов'язані з органічними змінами в елементах судинної системи. При сумарних дозах до 0,5 Гр ці зміни транзиторні. Потрібно відзначити, що при досягненні такої дози, простежено зміни тонуусу кровоносних судин, причому в крупних артеріях м'язового типу він має схильність до підвищення, а в малих – до пониження. Крім того, проявляється лабільність тонуусу дрібних і середніх судин. При більших дозах (до 1–3 Гр) зміни судинного русла стають більш стійкими та є одним з основних компонентів синдрому нейроциркуляторної дистонії, що формується. По суті, це доклінічні форми відхилень діяльності серцево-судинної системи, коли тільки намічається недостатність регуляції кровообігу, що втрачає точність керування в ситуаціях, які потребують адаптації. Подальше збільшення сумарної дози опромінення характеризується набуттям рис компенсаторно-приспосувальних зсувів. Більш виразно проявляється синдром нейроциркуляторної дистонії, що супроводжується формуванням гіпотензивного стану більш стійкого, ніж при малих дозах. Сповільнення швидкості кровотоку в окремих регіонах супроводжується компенсаторним ростом утилізації кисню крові. У частини осіб, у яких сумарна доза опромінення сягає 1–1,3 Гр, простежено стійке повернення до вихідних функціональних можливостей апарату кровообігу, що свідчить про деяку компенсацію початкових порушень.

Крім регіонарних циркуляторних порушень, із великою постійністю виявляється схильність до загальної артеріальної гіпотонії. При цьому спостерігають зниження тонуусу крупних судин м'язового типу, що, на думку вчених, є результатом не лише дисфункції регуляторного апарату, а й певних маловиражених органічних змін у структурах судинної стінки [35].

Реакцію на вплив іонізуючої радіації як безсенсорного чинника в малих дозах розглядають як одну з форм біологічного стресу, що, на думку науковців, супроводжується виникненням синдрому функціональної нестійкості кровообігу, пов'язаного з підвищеною збудливістю вищих вегетативних відділів нервової системи, які викликають зміни в нейрогуморальних механізмах регуляції гемодинаміки з переважаючим впливом парасимпатичного відділу [6].

Із низки судинних ефектів функціонального порядку потрібно виділити групу змін, що відносно повільно й пізно розвиваються, та групу зсувів рефлекторної генези, які розвиваються швидко. До останніх належать початкові функціональні судинні реакції вазомоторного типу в ділянці термінальної судинної сітки, які визначають локальні порушення мікроциркуляції в опроміненіх тканинах і компенсаторні зміни тонуусу крупних та магістральних кровоносних судин.

Як показали біомікроскопічні спостереження й гістологічні дослідження, уже на ранніх стадіях променевої хвороби спостерігали гострий розлад кровообігу з явищами венозного застою, переповненням капілярної сітки кров'ю та за певних умов – загальною дистонією судинної системи [15]. Відбувається перерозподіл крові з артеріальної частини у венозну зі сповільненням кровотоку, застійними явищами, виникненням престазу й стазу. Ці зміни набувають чітко вираженого характеру в період розпаду променевої хвороби, однак проявляються вони незначною мірою вже в період первинних променевих реакцій, переважно у вигляді перехідних вазомоторних порушень у різних органах.

В осіб, котрі перенесли гостру променевою хворобу, простежено наслідки зниження лінійної швидкості мозкового кровотоку, однак стенозуючих процесів на внутрішній сонній артерії при цьому не спостерігають. На основі отриманих даних обстеження осіб із дозою опромінення більше 1 Гр висловлено припущення, що порушення церебральної гемодинаміки значною мірою обумовлене наявністю різного ступеня вираженості атеросклеротичних змін, порушенням судинного тонуусу переважно гіпертонічного характеру та підвищенням міжпівкулевої асиметрії кровопостачання головного мозку [8].

Після дії іонізуючого випромінювання вазомоторні ефекти, що супроводжуються порушеною реактивністю судин до дії різних медіаторів, метаболітів і токсинів, призводять до стійких мікроциркуляторних порушень із вираженим розширенням дрібних судин, застійними явищами в периферичній сітці й до зниження тканинного кровотоку [6].

Про локальний розлад гемодинаміки в різних органах свідчать наявні там після опромінення картини розширення дрібних судин (дистонія), збільшення їх числа (розкриття резервної сітки), виникнення гіпостазів, звуження окремих дрібних і середніх артерій унаслідок їх спазму чи після опромінення в великих дозах, їх облітерації. Ці зміни супроводжуються стійкою затримкою крові внаслідок сповільнення венозного кровотоку, прискорення артеріального й розкриття артеріо-

венозних анастомозів. Тривале функціонування останніх зі скидом крові в обхід термінальної судинної сітки органа викликає там стійкі порушення капілярного кровообігу (мікроциркуляторні дефекти) і погіршує трофічні можливості тканин [6].

Усі ці спостереження дають підставу зробити висновок, що циркуляторні розлади, які розвиваються в різних тканинах після опромінення, початково як суто функціональні ефекти є провідним фактором у формуванні променевих уражень організму.

Більшість дослідників [6, 28, 29] вважають, що найчутливішою до іонізуючого опромінення частиною серцево-судинної системи є капілярне русло, у якому вже при дозі 0,5–3 Гр відзначаються ознаки зміни ендотелію. Ураження ендотелію внаслідок дії радіаційного фактора призводить до тромбозу капілярів, збільшення частоти виникнення атеросклеротичних пошкоджень крупних судин, запальних явищ і пізнього фіброзу тканин.

Часто пошкоджений ендотелій потовщується або повністю злущується з базальної мембрани. В ділянках, де судини розширені й відзначається стаз крові, ступінь і частота пошкодження ендотеліальних клітин капілярів не збільшується, чим підтверджується гіпотеза про те, що порушення мікроциркуляції в цих умовах переважно визначається фактором вазомоторної регуляції, а не попереднім пошкодженням капілярної стінки. Потрібно, однак, звернути увагу на те, що повільний розвиток патологічних процесів в ендотелії є причиною їх пізнього прояву, коли мікроциркуляція вже поновлюється [6].

У низці фундаментальних праць останнього часу представлена роль внутрішнього шару судин – ендотелію в регуляції судинного тонуусу та формуванні судинних реакцій за участю вивільнених ним біологічно активних речовин, які впливають на скорочувальну діяльність гладеньких м'язів [9]. Ендотелій одним із перших уражується при дії іонізуючої радіації, що призводить до зміни ендотеліозалежних дилататорних та констрикторних реакцій [28, 29]. На думку авторів, такі порушення реактивності гладеньких м'язів можуть спричинювати порушення судинного тонуусу в осіб, котрі проживають в умовах підвищеного рівня іонізуючої радіації.

Одним із наслідків впливу іонізуючого опромінення є ініціація або підвищення ризику розвитку атероматозних уражень, що виявляється в порушеннях ліпідного та ліпопротеїнового обмінів і пов'язаними з ними змінами пружно-еластичних властивостей артеріальних судин [3, 34]. Крім того, у роботі С. В. Хижняк та співавт. [32] відзначено підвищення радіоактивно індукованої активності низки ферментів, що виникає за рахунок виходу останніх у кровотік через порушення нормальної проникності мембран клітин.

В осіб, які брали участь у ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС, виявили підвищення частоти атерогенних типів дисліпопротеїнемій, які зберігалися протягом тривалого часу, що свідчить про істотні порушення метаболізму ліпідів після радіаційного впливу навіть у малих дозах [3, 24, 34]. Вікові зміни, що спостерігалися в ліквідаторів наслідків аварії на ЧАЕС, дають підставу стверджувати, що цей контингент складає групу ризику щодо розвитку кардіоваскулярної патології [24]. Особливостями більш віддалених періодів було зниження частоти функціональних порушень за рахунок трансформації їх у хронічні патологічні процеси, що відрізнялися тривалим, рецидивуючим перебігом та відносною резистентністю до терапевтичних заходів. Цьому сприяли збережена активація вільнорадикальних процесів і дестабілізація клітинних мембран на фоні супресії енергетичного обміну.

У дослідженнях Е. І. Степанової та співавт. [26], оцінюючи показники центральної гемодинаміки в стані спокою, не виявлено будь-яких суттєвих зсувів, порівняно з контролем. Однак при дозованому фізичному навантаженні середньої інтенсивності спостерігалася зниження ударного та хвилинного об'ємів крові, значну частку гіпотонічної та дистонічної реакцій на навантаження в осіб, які тривалий час проживали в умовах радіаційного забруднення.

У загальній структурі судинних розладів у ліквідаторів наслідків аварії на ЧАЕС важливе місце посідають порушення периферичного кровотоку, що трапляються в 75 % обстежених [25]. Вони проявляються різноманітною симптоматикою (больові відчуття в м'язах та суглобах, відчуття втоми нижніх кінцівок, заніміння та парестезії, судоми тощо) [24].

Навіть у стані спокою ліквідатори відрізняються нижчим рівнем пульсового кровонаповнення та тенденцією до зниження периферичного судинного опору за рахунок гіпотонії артеріол. Тонус артерій великого та середнього калібру ліквідаторів був нижчим, ніж у контрольній групі, хоч і не виходив за межі норми. У спокійному стані в ліквідаторів відзначали компенсаторний стан порушень периферичного кровообігу [25]. Після навантаження в осіб, які зазнали радіаційного опромінення,

спостерігали зниження пульсового кровонаповнення за рахунок підвищення тону дрібних артерій і артеріол, посилення венозного застою, тоді як у контролі кровотік у м'язах підвищувався, а венозне повернення полегшувалося, що відповідає нормальній реакції на навантаження. Така парадоксальна динаміка РВГ-показників при навантаженні, на думку авторів, є непрямим свідченням несвоєчасного відкриття артеріовенозних анастомозів, унаслідок чого виникає надмірне скидання крові у венозну систему з її перенавантаженням й одночасним збідненням капілярного кровообігу, а це призводить до рефлекторного спазму артерій-артеріол, від чого термінальний кровообіг дедалі погіршується.

Вивчення особливостей цереброваскулярних захворювань в осіб, котрі постраждали внаслідок аварії на ЧАЕС, не можна вважати завершеним, оскільки в літературі наявні суперечливі дані щодо розвитку цієї патології у відповідь на вплив малих доз радіонуклідів. Так, зокрема, наводяться дані, що свідчать про появу дистрофічних змін нервових клітин та мікроциркуляторного русла мозку внаслідок хронічного внутрішнього опромінення щурів малими дозами.

Дані реоенцефалографічних досліджень гемодинаміки в осіб, які зазнали хронічної дії іонізуючого випромінювання, характеризувалися наявністю венозного стазу, що нерідко доповнювався міжпівкулевою асиметрією кровонаповнення, вираженою тенденцією до підвищення судинного тону, зниженням пульсового кровонаповнення та швидкості артеріального кровотоку судин [26]. Крім того, у 2/3 обстежених дитячого віку спостерігали якісні зміни реографічної кривої, що свідчили про спазм вен.

Простежено тенденцію до підвищення тону мозкових судин і зниження кровонаповнення півкуль [16, 26]. У більшості дітей відзначено асиметрію пульсового кровонаповнення. При лонгітудинальному дослідженні простежено збереження високої частоти клінічних ознак ВСД [26]. Водночас відзначено нормалізацію пульсового кровонаповнення судин мозкових півкуль і кінцівок, але зберігались ознаки венозної дисфункції та порушень судинного тону.

До факторів ризику розвитку кардіоваскулярної патології можна віднести ранній вік дітей на час аварії на ЧАЕС, тривалість і дозу іонізуючого впливу, наявність доклінічних порушень у системі кровообігу, синдрому вегето-судинної дистонії та ін. Науковці надають великого значення хронічному емоційному стресу, який призводить до дисфункції вегетативної нервової системи [36]. Це, передусім, впливає на стан серцево-судинної системи, викликає появу функціональних порушень. Поряд із цим відзначено зниження активності симпатичного відділу та порушення вегетативного забезпечення діяльності організму за рахунок послаблення симпатoadреналової відповіді.

Широкий діапазон функціональних реакцій серцево-судинної системи на дію малих доз радіації обумовлюється помітним напруженням механізмів підтримання гомеостазу. Синдром функціональної нестійкості кровообігу пов'язаний із підвищеною збудливістю вищих вегетативних відділів нервової системи, що викликають зміни в нейрогуморальних механізмах регуляції гемодинаміки.

Отже, аналіз літературних даних засвідчив, що в ході вивчення впливу радіаційного фактора на інтегративні системи організму накопичено значний експериментальний і клінічний матеріал. Однак, на жаль, і досі не існує чіткої узагальненої картини пострадіаційної відповіді різних органів та їх систем, а також особливостей цієї відповіді при дії різних доз іонізуючого випромінювання й тривалості експозиції. Основна увага в наукових роботах післяаварійного періоду приділялася ліквідаторам наслідків аварії на ЧАЕС. У них поряд зі значною частотою органічних уражень мозку відзначались інтелектуально-мнестичні та нервово-психічні порушення. Електрофізіологічні дослідження доводять, що у віддалені терміни в ліквідаторів порушуються властиві здоровому мозку особливості міжпівкулевої асиметрії, які мають негативну вікову тенденцію.

Вивчення динаміки реагування серцево-судинної системи на дію радіаційного фактора також проводилося переважно на особах, які брали безпосередню участь у ліквідації наслідків аварії. У більшості осіб, котрі постраждали внаслідок аварії на ЧАЕС, виявлено порушення серцево-судинної системи, навіть у тих, у кого вони не виявлені клінічно та електрокардіографічно. Крім того, наводяться дані, які вказують на функціональні порушення кровопостачання мозку: зниження лінійної швидкості мозкового кровотоку, наявність венозного стазу, що нерідко доповнювався міжпівкулевою асиметрією кровонаповнення, виражену тенденцією до підвищення судинного тону, зниження пульсового кровонаповнення. В обстежених дитячого віку, крім цього, спостерігали якісні зміни реографічної кривої, що свідчили про спазм вен.

Власні дослідження [10, 19, 20, 37], проведені на жителях радіаційно забруднених територій (1–5 Кі/км<sup>2</sup>) Волинської області, дають підставу стверджувати, що загальний стан судин на відрізок

від серця до головного мозку характеризується незначним збільшенням їх тонусу при переході від стану спокою до когнітивної діяльності, причому його зміни з ускладненням розумової діяльності не відзначають. При виконанні когнітивних завдань зміни тонусу інтракраніальних судин залежать від їх діаметра. Для крупних судин головного мозку характерні більш виражені коливання тонусу в осіб із забруднених радіонуклідами територій, тоді як у контрольній групі зміни величини просвіту судин є більш згладженими. У середніх та дрібних судинах відзначено підвищення тонусу при зростанні розумового навантаження в обох групах. Такі зміни є найбільш оптимальним механізмом регулювання мозкового кровотоку.

Отже, зміни мозкового кровотоку при виконанні розумових завдань полягають у збільшенні швидкості току крові при відносно постійному об'ємному кровотоці, що супроводжується констрикцією мозкових судин і збільшенням ЧСС. Такі зміни, за даними літератури, викликаються активацією симпатичного відділу нервової системи. При цьому в жителів радіоактивно забруднених районів простежено зниження функціональної лабільності кровотоку в середніх та дрібних судинах, а також нижчі величини амплітудних показників реограми, що свідчить про наявність вегето-судинної дисфункції кровоносного русла. Така тенденція є вкрай негативною, оскільки механізми, які здійснюють компенсацію судинних розладів у молодому віці, зазвичай не можуть ефективно функціонувати в подальші періоди онтогенезу, а тому потрібно вживати невідкладні ефективні заходи щодо мінімізації та усунення судинних розладів.

Отже, вивчення пострадіаційних особливостей функціонування кровоносної системи в осіб, які постраждали внаслідок аварії на ЧАЕС, не можна вважати завершеним, оскільки в літературі є суперечливі дані щодо розвитку цієї патології у відповідь на вплив малих доз радіації. На думку вчених, після екологічної катастрофи в Чорнобилі неможливо розглядати реакції організму на дію іонізуючого опромінення ізольовано від впливу інших факторів зовнішнього та внутрішнього середовища, які можуть бути потенціуючими й визначати розвиток стійких нервово-психічних та гемодинамічних порушень у великій кількості потерпілих. Це вказує на потребу більш складних і глибоких комплексних досліджень, пов'язаних із виявленням системи взаємопов'язаних факторів та умов, які впливають на розвиток особистості та функціональний стан організму дорослих і дітей, потерпілих унаслідок Чорнобильської катастрофи.

**Висновки та перспективи подальшого дослідження.** Серце належить до досить радіорезистентних органів, що підтверджується даними про появу структурних змін міокарда в діапазоні доз 13–15 Зв. Нижчі дози опромінення переважно призводять до функціональних змін роботи серця, причому перше місце в радіаційному ураженні міокарда займають зміни кровоносних судин, дистрофічні порушення його м'язових волокон та напруженість вегетативної регуляції діяльності. Відзначено, що зміни серцевої діяльності структурного й функціонального характеру не зникають і у віддалені періоди після променевого впливу. Реакції судинної ланки при радіаційних навантаженнях, що складають 0,2–1,3 Гр за 5–10 років, проявляються лише розширенням меж фізіологічної лабільності вегетативно-судинної регуляції й не пов'язані з органічними змінами в елементах судинної системи. Більшість дослідників вважають, що найчутливішою до іонізуючого опромінення частиною серцево-судинної системи є капілярне русло, у якому вже при дозі 0,5–3 Гр відзначаються ознаки зміни ендотелію. Ураження ендотелію внаслідок дії радіаційного фактора призводить до тромбозу капілярів, збільшення частоти виникнення атеросклеротичних пошкоджень крупних судин, запальних явищ і пізнього фіброзу тканин. Після дії іонізуючого випромінювання вазомоторні ефекти, що супроводжуються порушеною реактивністю судин до дії різних медіаторів, метаболітів і токсинів, призводять до стійких мікроциркуляторних порушень із вираженим розширенням дрібних судин, застійними явищами в периферичній сітці й до зниження тканинного кровотоку. Більшість дослідників схиляються до думки, що зміни центрального кровотоку в осіб, котрі зазнали радіаційного впливу через проживання за контрольованою територією, мають компенсаторний характер, тоді як найбільш негативні ефекти з боку гемодинаміки виявлено в судинах середнього та малого діаметра. Потрібно відзначити також, що такі зміни простежено при проведенні функціональних проб із фізичним чи розумовим навантаженням, тоді як стан спокою досить часто не виявляє особливостей роботи серцево-судинної системи в осіб, котрі зазнали радіаційного впливу, і жителів відносно екологічно чистих зон.



*Джерела та література*

1. Амїразян С. А. Вплив іонізуючого випромінювання на серцево-судинну систему / С. А. Амїразян, А. В. Свинаренко // Український радіологічний журнал. – 1999. – Т. 7, № 4. – С. 445–450.
2. Антипкін Ю. Г. Особливості функціонування кардіореспіраторної системи у дітей, що постійно мешкають в умовах дії малих доз іонізуючих випромінювань / Ю. Г. Антипкін, Л. В. Квашніна, М. І. Величко // Український медичний часопис. – 1998. – №2. – С. 41–44.
3. Бобильова О. О. Стан ліпідного обміну ліквідаторів у віддалений період після катастрофи на ЧАЕС / О. О. Бобильова, Л. І. Симонова, В. З. Герман // Український радіологічний журнал. – 2002. – № 10. – С. 148–151.
4. Булдаков Л.А. Положительное действие малых доз ионизирующих излучений на организм животных и человека / Л. А. Булдаков, В. С. Калистратова // Энергия. – 2004. – № 11. С.16–25.
5. Василенко И. Я. Медико-биологические эффекты облучения (малые дозы) / И. Я. Василенко // Матеріали III з'їзду з радіаційних досліджень (радіобіологія і радіоекологія). – К. : Фітосоціоцентр, 2003. – С. 136.
6. Воробьев Е. И. Ионизирующее излучение и кровеносные сосуды / Е. И. Воробьев, Р. П. Степанов. – М. : Энергоатомиздат, 1985. – 324 с.
7. Гіткіт Л. С. Електрофізіологічні характеристики серцевої діяльності у осіб, що проживають на радіоактивно забруднених територіях Волинської області / Л. С. Гіткіт, О. А. Журавльов, Л. О. Шварц, С. В. Щербак // Матеріали III з'їзду з радіаційних досліджень (радіобіологія і радіоекологія). – К. : Фітосоціоцентр, 2003. – С. 210.
8. Денисюк Н. В. Оценка состояния церебральной гемодинамики методом УЗД у лиц перенесших ОЛБ / Н. В. Денисюк // Матеріали III з'їзду з радіаційних досліджень (радіобіологія і радіоекологія). – К. : Фітосоціоцентр, 2003. – С. 220.
9. Дмитриева А. В. Роль эндотелиальных аутокоидов в паракринной регуляции деятельности сердечно-сосудистой системы / А. В. Дмитриева // Матеріали III Всероссийской конференции «Механизмы функционирования висцеральных систем», посвященной 175-летию со дня рождения Ф. В. Овсянникова. – СПб., 2003. – С. 94–95.
10. Журавльов О. А. Стан центральної та периферичної гемодинаміки за умов активної розумової діяльності в осіб, що проживають на радіоактивно забрудненій території / О. А. Журавльов // Вісник Черкаського університету. – Серія : Біологічні науки. – Черкаси, 2006. – Вип. 91. – С. 60–65.
11. Забур'янова В. Ю. Оцінка стану серцево-судинної системи у осіб, які постраждали внаслідок аварії на ЧАЕС / В. Ю. Забур'янова, Н. М. Беляєва, С. О. Латанюк, О. Б. Маслова, Н. Я. Алексєнко // Лікарська справа. – 1998. – № 8. – С. 30–33.
12. Зазимко Р. Н. Динамика клинико-функционального состояния сердечно-сосудистой системы, вегетативного обеспечения её деятельности и общей физической работоспособности у лиц, работающих в зоне отчуждения / Р. Н. Зазимко // Матеріали Международной конференции «Актуальные и прогнозируемые нарушения психического здоровья после ядерной катастрофы в Чернобыле». – Киев, 1995. – С. 246.
13. Здесенко И. В. Ионизирующее излучение как фактор риска ускоренного старения / И. В. Здесенко // Тези доповідей III Національного конгресу геронтологів і геріатрів України. – К., 2000. – С. 171.
14. Зенков Л. П. Функциональная диагностика нервных болезней : [руководство для врачей]. / Л. П. Зенков, М. А. Ронкин. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Медицина, 1991. – 640 с.
15. Ивановна Н. В. Кардио- и цереброваскулярная патология у ЛПА на ЧАЭС в зависимости от дозы внешнего облучения / Н. В. Иванова, А. Н. Кравченко, Н. М. Ермакова, Л. Л. Шматко, Н. Ю. Любинецкая // Матеріали III з'їзду з радіаційних досліджень (радіобіологія і радіоекологія). – К. : Фітосоціоцентр, 2003. – С. 228.
16. Кмить Г. В. Влияние внешнесредовых факторов на развитие сердечно-сосудистой системы школьников 7–15 лет / Г. В. Кмить, Л. В. Рублева, В. Н. Безобразова // Матеріали Всеукраїнського наукового симпозиуму «Особливості формування та становлення психофізіологічних функцій в онтогенезі». – Черкаси : Вид-во ЧДУ, 2003. – С. 42.
17. Коренев М. М. Функциональный стан серцево-судинної системи у дітей і підлітків з різною тривалістю проживання на забруднених радіонуклідами територіях / М. М. Коренев, В. О. Сарана, І. В. Терєбкова, Г. О. Бориско, О. О. Чистяк, Т. О. Костенко // Український радіологічний журнал. – 1996. – № 4. – С. 27–29.
18. Костенко Т. О. Морфофункціональний стан серця у дітей та підлітків, потерпілих внаслідок аварії на ЧАЕС, за даними ультразвукового методу дослідження / Т. О. Костенко // Український радіологічний журнал. – 1998. – № 6. – С. 200–203.
19. Коцан І. Я. Вплив малих доз іонізуючого випромінювання на психофізіологічні функції та стан інтегративних систем організму людей, які постійно проживають на радіоактивно забрудненій території : монографія / І. Я. Коцан, Н. О. Козачук, О. А. Журавльов. – Луцьк : РВВ «Вежа» Волин. нац. ун-ту ім. Лесі Українки, 2009. – 184 с.

20. Коцан І. Я. Особливості кіркової активності та мозкового кровотоку в осіб, що проживають за умов хронічної дії малих доз іонізуючої радіації / І. Я. Коцан, Н. О. Козачук, О. А. Журавльов // Фізіологічний журнал. – К., 2006. – Т. 52, №2. – С. 190.
21. Пикалюк В. С. Медико-біологічні наслідки аварії на ЧАЕС для жителів Волині: кардіоваскулярний аспект / В. С. Пикалюк, А. В. Ягенський, О. В. Степук, Н. В. Романенко та ін. // Український медичний альманах. – 2001. – №1. – С. 135–137.
22. Романенко А. Е. Медицинские исследования аварии на ЧАЭС 6 лет спустя / А. Е. Романенко // Тезисы докладов украинской научно-практической конференции «Актуальные проблемы ликвидации последствий аварии на ЧАЭС». – Киев, 1992. – С. 192.
23. Симонова Л. И. Некоторые регуляторно-метаболические тенденции у лиц чернобыльского контингента по данным 3-х летнего мониторинга состояния сердечно-сосудистой системы / Л. И. Симонова, В. З. Гертман, Л. П. Абрамова, И. А. Кузьмина // Тезисы докладов радиобиологического съезда. – Киев, 1993. – Т. 3. – С. 921–922.
24. Симонова Л. І. Вікові особливості порушень ліпідного обміну та пружно-еластичних властивостей артеріальних судин у осіб, які брали участь у ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС / Л. І. Симонова, І. А. Кузьміна, А. В. Свинаренко // Український радіологічний журнал. – 1995. – № 3. – С. 204–208.
25. Симонова Л. І. Клініко-функціональна семіотика порушень периферичного кровообігу у ліквідаторів аварії на Чорнобильській АЕС / Л. І. Симонова, А. В. Свинаренко, А. М. Насонова // Український радіологічний журнал. – 1996. – № 4. – С. 47.
26. Степанова Е. И. Сердечно-сосудистая система детей / Е. И. Степанова, В. Г. Кондрашова, И. Е. Колпаков, Е. М. Лукьянова и др. // Чернобыльская катастрофа / под ред. акад. В. Г. Барьяхтар. – Киев : Наук. думка, 1995. – С. 489–493.
27. Степук О. В. Стан мозкового кровотоку у населення раннього репродуктивного віку під впливом тривалої дії радіації / О. В. Степук // Вісник Львів. ун-ту. – Серія : Біологія. – 2002. – Вип. 31. – С. 261–267.
28. Тишкін С. М. Механізми і фармакологічна корекція порушень скорочувальної активності судин, індукованих іонізуючим гама-випромінюванням : автореф. дис. ... д-ра біол. наук / С. М. Тишкін. – К., 2003. – 38 с.
29. Ткаченко М. М. Вплив малих доз радіації на скорочувальні реакції гладеньких м'язів судин / М. М. Ткаченко // Доповіді НАНУ. – 1997. – № 7. – С. 170–174.
30. Ткачишин В. С. Динаміка захворювань органів серцево-судинної системи у ліквідаторів наслідків аварії на Чорнобильській АЕС / В. С. Ткачишин // Український медичний часопис. – 2004. – № 2 (40). – С. 111–114.
31. Федорцева Р. Ф. К проблеме детерминированных последствий действия облучения в малых дозах. Особые долгоживущие эффекты в эндотелии кровеносных сосудов / Р. Ф. Федорцева, Р. П. Степанов, И. Б. Бычковская // Матеріали III з'їзду з радіаційних досліджень (радіобіологія і радіоекологія). – К. : Фітосоціоцентр, 2003. – С. 193.
32. Хижняк С. В. Біологічні ефекти хронічної дії йонізуючої радіації та йонів кадмію / С. В. Хижняк, А. В. Клепко, О. О. Кисіль, Л. В. Бабич, Д. О. Мішук та ін. // Український радіологічний журнал. – 2003. – № 11. – С. 298–304.
33. Хомазюк І. М. Зміни структур і функцій серця в учасників ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи з ішемічною хворобою серця під впливом інгібіторів ангіотензинперетворювального ферменту / І. М. Хомазюк, О. М. Настіна, Н. В. Курсіна // Український радіологічний журнал. – 2004. – №12. – С. 133–138.
34. Щербатий А. А. Динаміка ліпідного обміну під впливом лазеропунктури у осіб із початковими проявами недостатності кровопостачання мозку, які зазнали дії малих доз іонізуючої радіації / А. А. Щербатий // Шпитальна хірургія. – 1998. – №2. – С. 99–101.
35. Fajardo L. F. Radiation pathology / L. F. Fajardo, M. Berthrong, R. E. Anderson. – Oxford : Oxford University press, 2001. – P. 165–180.
36. Khomazjuk I. N. Cardiovascular system / I. N. Khomazjuk, A. S. Kovalyov, S. V. Chebanjuk, E. M. Nastina, L. I. Goncharenko // Health effects of Chernobyl accident: Monography in 4 parts / Ed. A. Vozianov, V. Bebesko, D. Bazyka. – Kyiv. : DIA, 2003. – P. 219–224.
37. Kotsan I. Neurophysiologic mechanisms of cognitive activity and its functional-vascular provision in people who lived on radioactive polluted territories (long-term effects) / I. Kotsan, A. Zhuravlov, N. Kozachuk // European radiation research 2006 / The 35th Annual Meeting of the European radiation research Society. – Kyiv, 2006. – P. 205.

**Журавлев Александр, Швайко Светлана, Дмитроца Елена, Бурбан Лилия. Особенности реакций сердечно-сосудистой системы на действие ионизирующего излучения.** Реакции структур сердечно-сосудистой системы на действие радиационного фактора длительное время вызвали полемику среди ученых. Сердце, в отличие от сосудистого русла, относится к достаточно радиорезистентным органам, что подтверж-

дається даними о появленні структурних змін міокарда в діапазоні доз 13–15 Зв. Низькі дози облучення в основному приводять до функціональних змін у роботі серця (зміни кровоносних судів, дистрофічні порушення його м'язових волокон і напруженість вегетативної регуляції діяльності), і не зникають в віддалені періоди після лучового впливу. Реакції судинного звена при радіаційних навантаженнях, що належать до діапазону малих доз проявляються лише розширенням меж фізіологічної лабільності вегетативно-судинної регуляції і не пов'язані з органічними змінами в елементах судинної системи. Особливості центрального кровотоку у осіб, підвергнувшись радіаційному впливу вслідствие проживання за контролюваною територією, мають компенсаторний характер, тоді як найбільш негативні ефекти з боку гемодинаміки проявляються в судинах середнього і малого діаметра. Стоить відзначити також, що такі ефекти спостерігаються при проведенні функціональних проб з фізичною або умовною навантаженням, тоді як стан спокою зазвичай не виявляє особливостей роботи серцево-судинної системи у осіб, підвергнувшись радіаційному впливу і жителів відносно екологічно чистих зон.

**Ключові слова:** іонізуюче випромінювання, серцево-судинна система, геодинаміка.

**Zhuravlov Olexandr, Shvaiko Svitlana, Dmytrotsa Olena, Burban Lilia. The Peculiarities of Cardiovascular System's Reactions on the Effects of Ionizing Radiation.** The reactions of cardiovascular system's structures on the effect of radiation factor caused the controversy among scientists for a long time. The heart, in contrast to the vasculature, refers to quite radioresistant organs, which was confirmed by the appearance of myocardium's structural changes in the dose range of 13–15 minutes. The lower radiation doses basically lead to functional changes in work of heart (changes in blood vessels, dystrophic violation of its muscle fibers and tension of autonomic regulation of activity), which do not disappear in the remote period after radiation influence. The reactions of the vascular level during the radiation load, which related to the range of low doses, are manifested only through the expanding boundaries of physiological lability of vegetative-vascular regulation and are not related to organic changes in the elements of the vascular system. The peculiarities of central blood flow in people, who have suffered from the radiation exposure due to residence on controlled territory, have compensatory nature, while the most negative effects of the hemodynamics are manifested in blood vessels with small and medium diameter. It should be also noted, that these effects are observed during the carrying out of functional tests with physical or mental exertion, while the state of rest often does not reveal the specifics of the cardiovascular system in people that suffered from the radiation exposure and inhabitants of relatively environmentally clean areas.

**Key words:** ionizing radiation, cardiovascular system, geodynamics.

Стаття надійшла до редколегії  
14.03.2016 р.

УДК 612.35: 612.357.32, 612.35731, 612.357.4; 577.175.644

**Оксана Боровець,  
Володимир Бенедь,  
Євдокія Решетнік,  
Станіслав Весельський,  
Микола Макарчук**

### **Жовчносекреторна функція печінки самок щурів в умовах блокади естрогенових рецепторів тамоксифеном**

У гострих дослідженнях на щурах-самках із канюльованою жовчною протокою, які перебували під тіопенталовим наркозом (5 мг/100 г), досліджено вплив тамоксифену (57,2 мкг/100 г) при його одноразовому внутрішньопортальному введенні на жовчносекреторну функцію печінки. За допомогою тонкошарової хроматографії визначено концентрацію жовчних кислот (вільних і кон'югованих із таурином і гліцином) в отриманих впродовж гострих дослідів п'яти півгодинних пробах жовчі.

**Ключові слова:** жовч, жовчні кислоти, печінка, естрогенові рецептори, тамоксифен.

**Постановка наукової проблеми та її значення. Аналіз досліджень цієї проблеми.** Епідеміологічні та клінічні дослідження переконливо свідчать, що жовчокам'яна хвороба значно частіше

---

© Боровець О., Бенедь В., Решетнік Є., Весельський С., Макарчук М., 2016