

Л. К. Бездробна¹, Л. В. Тарасенко¹, Т. В. Циганок¹, Т. В. Мельник¹, В. А. Курочкіна¹,
В. І. Федорченко¹, Н. М. Тарасьєва², В. П. Главацька², К. В. Кохічко²

¹ Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ

² ДЗ «Спеціалізована медико-санітарна частина № 9 МОЗ України», Жовті Води

ЦИТОГЕНЕТИЧНА ОЦІНКА ВПЛИВУ РАДІОЕКОЛОГІЧНОЇ СИТУАЦІЇ У М. ЖОВТІ ВОДИ НА ЙОГО НАСЕЛЕННЯ

Наведено результати дослідження частоти і спектра аберацій хромосом у культурі лімфоцитів периферійної крові жителів м. Жовті Води ($n = 42$) і м. Київ ($n = 42$) віком 19 - 60 років, які не мали професійних контактів із радіаційним та іншими мутагенними чинниками. Представлено також результати аналізу захворюваності у дорослого населення цих міст і України в цілому. Показано, що у жителів м. Жовті Води середньогрупова частота метафаз з абераціями хромосом, аберацій хромосомного типу, характерних для дії радіаційного чинника, зокрема нестабільних міжхромосомних обмінів із супроводжуючим фрагментом і без такого, вільних ацентриків, атипичних моноцентриків, а також аберацій хроматидного типу, що відображають загальну нестабільність геному, достовірно перевищує відповідні показники у жителів Києва. Крім того, у трьох осіб із м. Жовті Води було виявлено мультиаберантні клітини. Захворюваність на злоякісні новоутворення у м. Жовті Води вища, ніж у м. Київ і в Україні в цілому.

Ключові слова: цитогенетичне дослідження, культура лімфоцитів периферійної крові, аберації хромосом, мультиаберантні клітини, захворюваність.

Вступ

Жовті Води Дніпропетровської області – місто, де здійснюється первинна переробка і збагачення (а у період 1949 - 1990 рр. і видобуток відкритим і шахтним способами) уранової руди. У місті розташовані ДП «Східний гірничо-збагачувальний комбінат», до складу якого входить гідрометалургійний завод; склади уранової руди, сховища радіоактивних відходів (накопичено близько 50 млн т твердих і рідких радіоактивних відходів гірничих виробництв із загальною активністю 62,1 тис. Ки) [1, 2]. Пусті гірські породи, отримані при видобутку уранової руди, що мають підвищений радіаційний фон, раніше використовували при будівництві доріг, тротуарів, фундаментів житлових будинків і дитячих закладів. Унаслідок цього на території міста є окремі локальні ділянки з рівнем гамма-фону від 40 до 500 мкР/год, виявлено забруднення ґрунтів, води, атмосферного повітря такими радіоізотопами, як ^{238}U , ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{210}Pb , ^{210}Po [3]. Концентрація радону і дочірніх продуктів його розпаду в житлових приміщеннях на нижніх поверхах частини будинків у старій забудові міста значно перевищує допустимі рівні [4]. Таким чином, населення м. Жовті Води проживає в зоні постійного техногенного радіаційного забруднення і радіаційного ризику, хоча з 2003 р. у місті проводиться комплекс робіт із реабілітації забрудненої території. Згідно з Постановами Кабінету Міністрів України все населення м. Жовті Води віднесено до категорії Б опромінюваних

громадян [5, 6]. Середнє дозове навантаження на них, за даними [3], становить 1,268 мЗв/рік.

Для визначення ступеня впливу радіації на популяції людей Всесвітня організація охорони здоров'я рекомендує використовувати разом із методами дозиметричного контролю метод оцінки частоти і спектра структурних аберацій хромосом у культурі лімфоцитів периферійної крові [7]. Використання цих показників обґрунтовується й тим, що аберації хромосом у соматичних клітинах є маркерами схильності до виникнення захворювань з генетичним компонентом, зокрема онкопатології.

Виходячи з викладеного, метою роботи було дослідження частоти цитогенетичних пошкоджень у лімфоцитах периферійної крові та аналіз захворюваності у дорослого населення м. Жовті Води.

Матеріали та методи

Проведено цитогенетичне обстеження 42 умовно здорових волонтерів із числа дорослого населення м. Жовті Води, які не мали професійних контактів із джерелами іонізуючого випромінювання (ДІВ). Група була сформована спільно з медичними працівниками ДЗ «Спеціалізована медико-санітарна частина № 9 МОЗ України» м. Жовті Води, на базі якої проводили забір зразків крові для дослідження. Для порівняння були використані результати цитогенетичного обстеження 42 умовно здорових жителів м. Київ, які також не мали професійних контактів з ДІВ і

© Л. К. Бездробна, Л. В. Тарасенко, Т. В. Циганок, Т. В. Мельник, В. А. Курочкіна,
В. І. Федорченко, Н. М. Тарасьєва, В. П. Главацька, К. В. Кохічко, 2016

були обстежені у період з 2000 до 2014 р. Осіб для порівняння підбирали з бази даних ІЯД НАН України за принципом аналогів, враховуючи соціальний

статус, вік, стать, анамнез, звичку до паління.

Загальна характеристика груп обстежених осіб наведена в табл. 1.

Таблиця 1. Характеристика груп обстеження

Група (n)	Вік, роки ($M \pm m$, індивідуальний розкид)	Стать		Звичка до паління		Кількість проаналізованих метафаз
		чол.	жін.	так	ні	
Жителі м. Жовті Води (42)	$39,9 \pm 1,8$ 19 - 59	22	20	22	20	20 445
Жителі м. Київ (42)	$37,7 \pm 1,8$ 19 - 60	24	18	18	24	13 036

Примітка. $M \pm m$ – середнє значення \pm стандартна похибка середнього значення.

Зразки венозної крові брали у вакутейнери з напильним гепарином («Becton Dickinson», Великобританія). Культивування крові, приготування цитогенетичних препаратів проводили згідно з [8], із деякими модифікаціями. Тривалість культивування становила 48 год. Аналіз рівномірно забарвлених хромосом лімфоцитів здійснювали з груповим каріотипуванням під мікроскопом (збільшення $\times 1000$). Реєстрували аберації хромосомного типу: дицентричні і кільцеві хромосоми зі супроводжуваним фрагментом і без нього, вільні ацентрики (парні фрагменти, у тому числі й точкові, ацентричні кільця), атипові моноцентрики (транслокації та делетовані хромосоми); аберації хроматидного типу: фрагменти й обміни. Ізохроматидні фрагменти враховували як парні. Пробіли не враховували. Визначали частоту аберацій хромосом із розрахунку на 100 проаналізованих метафазних пластинок. Результати дослідження опрацьовували з використанням методу порівняння середніх величин за точним критерієм Фішера (для дицентричних і кільцевих хромосом) та t-критерієм Стьюдента [9].

Аналіз захворюваності у населення м. Жовті Води проводили за даними інформаційно-аналітичного відділу ДЗ «СМСЧ № 9 МОЗ України» [10], а м. Київ і України в цілому – за даними Державної служби статистики України [11] та канцер-реєстру МОЗ України [12].

Результати дослідження та обговорення

Результати цитогенетичного обстеження груп дорослого населення м. Жовті Води і м. Київ представлено в табл. 2. Порівняльний аналіз їх виявив, що в обстежених осіб із м. Жовті Води середня частота всіх цитогенетичних ефектів у культурі лімфоцитів периферійної крові достовірно перевищує таку в осіб із м. Київ ($p < 0,05$). Зокрема, частота метафаз із пошкодженнями хромосом і сумарних аберацій хромосом у жителів м. Жовті Води вища у 1,5 раза. Співвідно-

шення аберацій хромосомного типу (характерних для дії радіаційного чинника) до хроматидного (характерних для впливу мутагенів хемічної або вірусної природи) у групі киян становить 1,00 : 2,08, а у групі осіб із м. Жовті Води – 1,00 : 1,68. Тобто в останніх спостерігається деякий зсув у бік аберацій хромосомного типу. Середньогрупова частота всіх аберацій хромосомного типу у жителів м. Жовті Води на 70 % вища, ніж у жителів м. Київ ($1,91 \pm 0,10$ проти $1,12 \pm 0,09$ на 100 клітин; див. табл. 2). Специфічними маркерами радіаційної дії є нестабільні обміни – дицентричні та кільцеві хромосоми. Дицентричні й центричні кільця зі супроводжуваним фрагментом свідчать про відносно недавнє опромінення, а без фрагмента – з великою частотою ймовірності, про опромінення клітин ще у кістковому мозку. У жителів м. Жовті Води середня частота нестабільних обмінів із фрагментом та без фрагмента достовірно більша (у 3 та 2,6 раза відповідно) порівняно з такою у киян ($0,12 \pm 0,02$ проти $0,04 \pm 0,02$ та $0,13 \pm 0,02$ проти $0,05 \pm 0,02$ відповідно; див. табл. 2).

Наявність у спектрі аберацій хромосомного типу підвищеного рівня нестабільних обмінів у жителів м. Жовті Води однозначно свідчить про істотний внесок радіаційного фактора в постійно триваючі процеси мутагенезу. Підтвердженням цього є і значимо підвищена в них частота вільних ацентриків і атипових моноцентриків. Атипові моноцентрики є стабільними маркерами опромінення. Слід зазначити, що виявлена у жителів м. Жовті Води середня частота нестабільних міжхромосомних обмінів вкладається в межі середньопопуляційних спонтанних рівнів, представлених у світовій літературі ($0,02 \pm 0,01 - 0,20 \pm 0,05$ на 100 клітин) [13 - 15], але суттєво перевищує такі у населення України ($0,059 \pm 0,003 - 0,10 \pm 0,030$ на 100 клітин) [16, 17].

Нестабільні маркери опромінення виявлені в клітинах 74 % осіб із м. Жовті Води, у половини

Таблиця 2. Результати цитогенетичного обстеження груп дорослих жителів м. Жовті Води і м. Київ

Група	Частота аберантних метафаз, % (M ± m, індивідуальний розкид)	Частота абераций хромосом на 100 клітин (M ± m, індивідуальний розкид)							хроматидного типу всього
		усіх разом	вільних ацентриків	дипентриків + центричних клілець		атипових моноцентриків	усього	хроматидного типу всього	
				із фрагментом	без фрагмента				
м. Жовті Води	4,75 ± 0,15 3,00 - 7,00	5,11 ± 0,16 3,25 - 7,60	1,40 ± 0,08 0,52 - 2,80	0,12 ± 0,02 0 - 0,60	0,13 ± 0,02 0 - 0,60	0,25 ± 0,03 0 - 0,80	0,26 ± 0,04 0 - 1,00	1,91 ± 0,10 0,80 - 3,20	3,20 ± 0,12 1,00 - 4,60
м. Київ	3,12 ± 0,15 1,00 - 5,11	3,46 ± 0,16 1,00 - 5,53	0,87 ± 0,08 0,30 - 2,12	0,04 ± 0,02 0 - 0,50	0,05 ± 0,02 0 - 0,50	0,09 ± 0,03 0 - 0,50	0,16 ± 0,04 0 - 0,87	1,12 ± 0,09 0,40 - 2,36	2,34 ± 0,13 0,50 - 4,50

Примітка. M ± m – середнє значення ± стандартна похибка середнього значення. Відмінність показників групи жителів м. Жовті Води від групи жителів м. Київ вірогідна (p < 0,05).

з них – по дві і більше таких аберацій. Водночас у групі осіб із м. Київ нестабільні обміни виявлені у 28 % і лише по одному обміну на особу (табл. 3). У жителів м. Київ нестабільні обмінні

аберації були представлені лише дицентриками, а у жителів м. Жовті Води також і центричними кільцями, що зустрічаються у лімфоцитах крові людини при спонтанному мутагенезі дуже рідко.

Таблиця 3. Розподіл обстежених осіб із м. Жовті Води і м. Київ за кількістю дицентриків та центричних кілець у культурі лімфоцитів периферійної крові

Група (n)	Усього осіб, у яких виявлено дицентрики та центричні кільця	Кількість осіб із дицентриками та центричними кільцями			
		1	2	3	4
м. Жовті Води (42)	31	15	13	2	1
м. Київ (42)	12	12	0	0	0

Таблиця 4. Спектр хромосомних аберацій у лімфоцитах крові з декількома обмінами хромосомного типу у жителів м. Жовті Води

Код особи	Кількість проаналізованих метафаз	Хромосомні аберації
6 дЖВ	500	3 (ДЦ + ПФ), АтМ, ПФ
10 дЖВ	500	ЦК, АтМ
22 дЖВ	500	ЦК, АтМ
26 дЖВ	500	2 (ДЦ + ПФ)
30 дЖВ	500	ЧЦ + 3 ПФ, ТЦ + 2 ПФ, 4 (ДЦ + ПФ), 2 АтМ, ПФ, 6 ТПФ, АцК
31 дЖВ	500	4 АтМ; ТЦ + 2 ПФ
32 дЖВ	385	ЦК + ПФ, АтМ, 7 ПФ, АцК

Умовні позначення: ДЦ – дицентрик, ТЦ – трицентрик, ЧЦ – чотирицентрик, ЦК – центричне кільце, АтМ – атипичний моноцентрик, ПФ – парний ацентричний фрагмент, ТПФ – точковий парний фрагмент, АцК – ацентричне кільце.

Важливим є також факт, що у семи осіб із м. Жовті Води зареєстровано по декілька обмінів хромосомного типу (нестабільних і стабільних) в одній клітині (табл. 4), чого не було виявлено в групі жителів м. Київ. Три з таких клітин (у осіб 6 дЖВ, 30 дЖВ, 32 дЖВ) мають по п'ять і більше аберацій, тобто їх можна віднести до типових мультиаберагантних клітин (МАК). Як видно з табл. 4, МАК містять поліцентричні хромосоми та центричне кільце з супроводжуваними парними фрагментами, атипичні моноцентрики, множинні вільні парні і парні точкові фрагменти. Є дані, що поява МАК пов'язана з впливом щільноіонізуючого випромінювання [18]. МАК були виявлені у дітей-підлітків, які живуть на території, небезпечній за рівнем радону у зоні проведення гірничо-видобувних робіт (Кемерівська обл., Російська Федерація) [19]. Вважаємо, що осіб, в яких виявлено декілька нестабільних маркерів опромінення, МАК, слід віднести до групи ризику і вони потребують підвищеного медичного нагляду.

У групі обстежених осіб із м. Жовті Води також виявлено й достовірно вищу, порівняно з киянами, частоту аберацій хроматидного типу, що свідчить про більш значну загальну нестабільність їхнього геному при впливі чинників нерадіаційної природи.

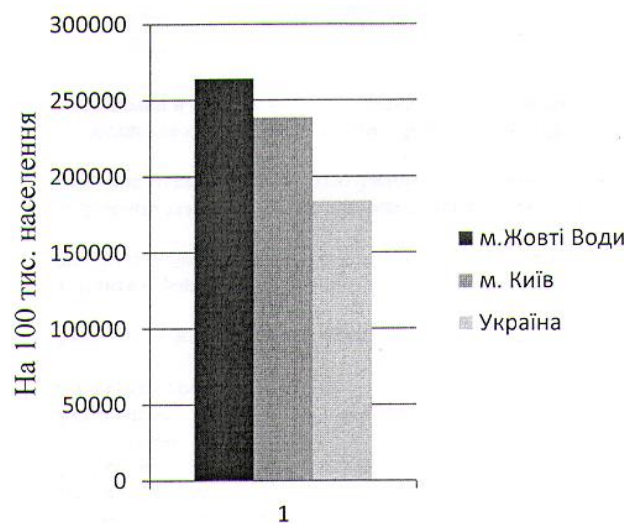


Рис. 1. Поширеність захворювань (усіх разом) у дорослого населення в 2014 р.

Беручи до уваги, що за даними низки публікацій існує зв'язок між підвищеною частотою цитогенетичних показників у лімфоцитах крові і рівнем певної соматичної патології в групах осіб, які зазнали впливу іонізуючого випромінювання в малих дозах під час ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС чи професійної діяльності [20 - 22], ми проаналізували рівні захворюваності у населення міст Жовті Води і м. Київ, а також України в цілому. Як виявилось, у дорослого населення

м. Жовті Води розповсюдженість захворювань (усіх разом) (рис. 1) на злякисні новоутворення (усі разом) і, зокрема, на новоутворення бронхо-легеневої системи, що займають перше місце в

структурі захворюваності на злякисні новоутворення у місті, вища, ніж у киян і по всій Україні (рис. 2).

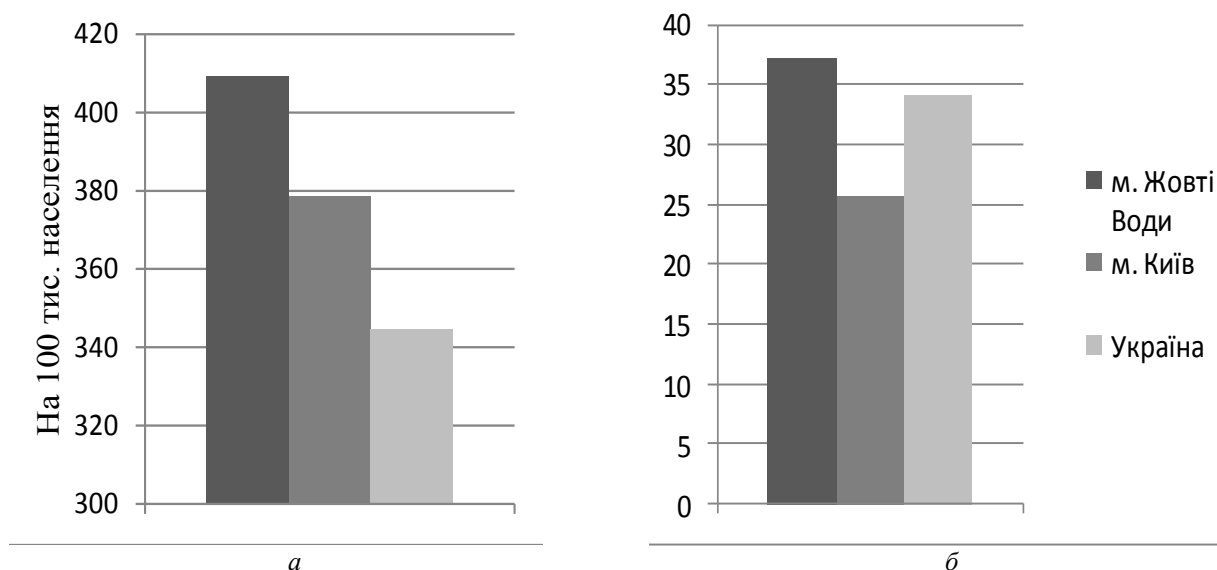


Рис. 2. Захворюваність дорослого населення злякисними новоутвореннями у 2014 р.:
а – усіх разом; б – бронхо-легеневої системи.

Таким чином, наявність у лімфоцитах периферійної крові жителів м. Жовті Води кластогенних ефектів за рахунок радіаційних маркерів підтверджує дію на них радіаційного чинника. Вважаємо за доцільне конкретизувати спосіб такої дії. Тому в подальшому наші дослідження будуть

націлені на вивчення зв'язку рівнів цитогенетичних ефектів у населення м. Жовті Води з рівнями гамма-фону і вмістом радону в повітрі житлових приміщень, а також на аналіз захворюваності осіб, які мешкають у цих приміщеннях.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Звіт* про стан навколишнього природного середовища в Дніпропетровській області за 1998 рік // Держуправління Мінекобезпеки в Дніпропетровській області. - 1999.
2. *Екологічний паспорт* Дніпропетровської області / Дніпропетровская областная гос. администрация. - Днепропетровск, 2000. - 266 с.
3. *Національна доповідь* про стан навколишнього природного середовища в Україні у 1998 році. Міністерство охорони навколишнього середовища та ядерної безпеки України, 1999. - 161 с.
4. *Отчет* о выполнении работ по договору № 24/2011 «Проведение радиационного обследования на содержание радона и разработка документации противорадиационной защиты жилых домов и сооружений». НТЦ КОРО, Арх. А-1267, 2011 г.
5. *Постанова* Кабінету Міністрів України від 8 червня 1995 р. № 400 «Про затвердження Державної програми заходів щодо радіаційного і соціального захисту населення м. Жовтих Вод Дніпропетровської області».
6. *Постанова* Кабінету Міністрів України від 5 травня 2003 р. № 656 «Про затвердження Програми радіаційного та соціального захисту населення м. Жовті Води на 2003 - 2012 роки».
7. *Biomarkers and Risk Assessment: Concepts and Principles* // IPCS Environmental Health Criteria 155. Geneva: World Health Organization, 1993. - 82 p.
8. *Cytogenetic dosimetry: applications in preparedness for and response to radiation emergencies*. - Vienna, IAEA, 2011. - 229 p.
9. *Биологическая индикация радиационного воздействия на организм человека с использованием цитогенетических методов*. Медицинская технология № ФС-2007/015-У. - Москва, 2007. - 29 с.
10. *Підсумки* діяльності ДЗ СМСЧ-9 МОЗ України м. Жовті Води за 2014 рік: аналітичний звіт. - 57 с.
11. *Заклади охорони здоров'я та захворюваність населення України: статистичний бюлетень*. - К., Державна служба статистики України, 2014. - 92 с.
12. *Бюлетень* Національного канцер-реєстру України № 15. - К., 2014. - 124 с.
13. *Stephan G., Pressl S.* Chromosomal aberrations in peripheral lymphocytes from healthy subjects as detected in first cell division // *Mutation Research*. - 1999. - Vol. 446. - P. 231 - 237.
14. *Бочков Н.П., Чеботарев А.Н., Катосова Л.Д., Платонова В.И.* База данных для анализа количественных характеристик частоты хромосомных aberrаций в культуре лимфоцитов перифериче-

- ской крови человека // Генетика. - 2001. - Т. 37, № 4. - С. 549 - 557.
15. Севаньяев А.В., Хвостунов И.К., Снигирева Г.П. и др. Сравнительный анализ результатов цитогенетических обследований контрольных групп лиц в разных отечественных лабораториях // Радиационная биология. Радиоэкология. - 2013. - Т. 53, № 1. - С. 5 - 24.
16. Мазник Н.А. Цитогенетические исследования лимфоцитов периферической крови при профессиональном облучении медицинских радиологов // Цитология и генетика. - 1987. - Т. 21, № 6. - С. 437 - 440.
17. Шеметун О.В. Частота хромосомных абераций в післячорнобильський період у осіб, які мешкають у м. Києві // Цитология и генетика. - 1998. - Т. 32, № 1. - С. 38 - 42.
18. Асеева Е. А., Снегирева Г. П., Неверова А. Л. и др. Клетки с множественными хромосомными нарушениями в группах лиц, подвергшихся облучению при различных ситуациях и их возможная биологическая роль // Радиационная биология. Радиоэкология. - 2009. - Т. 49, № 5. - С. 552 - 562.
19. Druzhinin V., Bakanova M., Fucic A. et al. Lymphocytes with multiple chromosomal damages in a large cohort of West Siberia residents: Results of long-term monitoring // Mutation Research. - 2016. - Vol. 784. - P. 1 - 7.
20. Неронова Е.Г., Слозина Н.М., Макарова Н.В. Цитогенетические нарушения и заболеваемость у ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС // Медицинская радиология и радиационная безопасность. - 2008. - № 2. - С. 5 - 10.
21. Снегирева Г.П., Новицкая Н.Н., Попова Г.М. Значение цитогенетического обследования для прогноза отдаленных последствий облучения // Радиационная биология. Радиоэкология. - 2011. - Т. 51, № 1. - С. 162 - 167.
22. Демина Э.А. Аберрации хромосом в лимфоцитах периферической крови онкологических больных // Клинич. онкология. - 1991. - Вып. 11. - С. 112 - 114.

Л. К. Бездубная¹, Л. В. Тарасенко¹, Т. В. Цыганок¹, Т. В. Мельник¹,
В. А. Курочкина¹, В. И. Федорченко¹, Н. М. Тарасьева², В. П. Главацкая², К. В. Кохичко²

¹ *Институт ядерных исследований НАН Украины, Киев*

² *ГУ «Специализированная медико-санитарная часть № 9 МОЗ Украины», Желтые Воды*

ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В Г. ЖЕЛТЫЕ ВОДЫ НА ЕГО НАСЕЛЕНИЕ

Представлены результаты исследования частоты и спектра аберраций хромосом в культуре лимфоцитов периферической крови жителей г. Желтые Воды (n = 42) и г. Киев (n = 42) в возрасте 19 - 60 лет, которые не имели профессиональных контактов с радиационным и другими мутагенными факторами, а также анализ заболеваемости у взрослого населения этих городов и Украины в целом. Показано, что у жителей г. Желтые Воды среднегрупповая частота метафаз с аберрациями хромосом, аберраций хромосомного типа, характерных для действия радиационного фактора, а именно нестабильных межхромосомных обменов с сопровождающим фрагментом и без фрагмента, свободных ацентриков, атипичных моноцентриков, а также аберраций хроматидного типа, которые отображают общую нестабильность генома, достоверно превышают соответствующие показатели у жителей г. Киев. Кроме того, у трех лиц из г. Желтые Воды обнаружены мультиабберрантные клетки. Заболеваемость злокачественными новообразованиями в г. Желтые Воды выше, чем в г. Киев и в Украине в целом.

Ключевые слова: цитогенетическое исследование, культура лимфоцитов периферической крови, аберрации хромосом, мультиабберрантные клетки, заболеваемость.

L. K. Bezdrobna¹, L. V. Tarasenko¹, T. V. Tsyganok¹, T. V. Melnyk¹,
V. A. Kurochkina¹, V. I. Fedorchenko¹, N. M. Tarasieva², V. P. Glavatska², K. V. Kokhichko²

¹ *Institute for Nuclear Research, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv*

² *SI "Specialized Health Units № 9 Ministry of Health of Ukraine", Zhovti Vody*

CYTOGENETIC ASSESSMENT OF THE EFFECT OF RADIOECOLOGICAL SITUATION TO THE RESIDENTS OF ZHOVTI VODY CITY

Results of chromosomal aberration frequency and the spectrum study in peripheral blood lymphocytes cultures to the residents at age of 19 - 60 in Zhovti Vody city (n = 42) and Kyiv (n = 42), who did not have professional contact with radiation and others mutagenic factors and also the incidence analysis of adult population of these cities and Ukraine in total are given. Average frequency of metaphases with chromosomal aberration and chromosome type aberrations specific to the action of the radiation factor, namely unstable interchromosomal exchanges with the accompanying fragment and without fragment, free acentrics, atypical monocentrics and chromatid type aberrations, that represent the total genome instability, is significantly higher in the group of Zhovti Vody's residents comparing to the group of Kyiv's residents. Furthermore, multiaberrant cells in three persons from Zhovti Vody were found. The morbidity of malignant tumors in Zhovti Vody is higher than in Kyiv and in Ukraine in total.

Keywords: cytogenetic study, the culture of peripheral blood lymphocytes, chromosomes aberrations, multiaberrant cells, morbidity.

REFERENCES

1. *Report on the state of the environment in the Dnipropetrovsk region during 1998* // State Department of Environmental Security Ministry in Dnipropetrovsk region. - 1999. (Ukr)
2. *Ecological passport of Dnepropetrovsk region* // Dnepropetrovsk region city administration. - Dnepropetrovsk, 2000. - 266 p. (Rus)
3. *National report on the state of the environment in Ukraine during 1998*. Ministry of Environmental Protection and Nuclear Safety of Ukraine. - 1999. - 161 p. (Ukr)
4. *Report on completion of work. Contract № 24/2011 "Survey on Radiation and Radon Contents Development of documentation anti radon protection of residential houses and structures"*. SEC bark, Arch. A-1267, 2011. (Ukr)
5. *CMU Decree "On approval of the State program of measures for radiation and social protection of population Zhovti Vody city Dnipropetrovsk region"*. No. 400 (June 8, 1995). (Ukr)
6. *CMU Decree "On approval of the radiational and social protection of the population of Zhovti Vody city for 2003 - 2012"*. No. 656 (May 5, 2003). (Ukr)
7. *Biomarkers and Risk Assessment: Concepts and Principles* // IPCS Environmental Health Criteria 155. - Geneva: World Health Organization, 1993. - 82 p.
8. *Cytogenetic dosimetry: applications in preparedness for and response to radiation emergencies*. - Vienna, IAEA, 2011. - 229 p.
9. *Biological indication of radiation influence on human body using cytogenetic methods*. Medical technology No. ФС-2007/015-У. - Moskva, 2007. - 29 p. (Rus)
10. *Results of SI SHU No. 9 Ministry of Health of Ukraine of Zhovti Vody city for 2014: analytical report*. - 57 p. (Ukr)
11. *Health care and morbidity in Ukraine: statistical bulletin*. - Kyiv, State Statistics Service of Ukraine, 2014. - 92 p. (Ukr)
12. *Bulletin of National Cancer Registry of Ukraine No. 15*. - Kyiv, 2014. - 124 p. (Ukr)
13. *Stephan G., Pressl S. Chromosomal aberrations in peripheral lymphocytes from healthy subjects as detected in first cell division* // Mutation Research. - 1999. - Vol. 446. - P. 231 - 237.
14. *Bochkov. N.P., Chebotarov A.N., Kotosova L.D., Platonova V.I. Data basis for analysis of quantitative characteristics of chromosome aberrations in human peripheral blood lymphocytes culture* // Genetika. - 2001. - Vol. 37, No. 4. - P. 549 - 57. (Rus)
15. *Sevan'kaev A. V., Khvostunov I.K., Snigiryova G. P. et al. Comparative analysis of the results of cytogenetic examination of control groups of persons in different national laboratories* // Radiatsionnaya biologiya. Radioekologiya. - 2013. - Vol. 53, No. 1. - P. 5 - 24. (Rus)
16. *Maznik N. A. Cytogenetic studies of peripheral blood lymphocytes in occupational exposure of medical radiologists* // Tsitologiya i genetika. - 1987. - Vol. 21, No. 6. - P. 437 - 440. (Rus)
17. *Shemetun O.V. The incidence of chromosome aberrations in the post-Chernobyl period in persons who reside in the city of Kyiv* // Tsitologiya i genetika. - 1998. - Vol. 32, No. 1. - P. 38 - 42. (Ukr)
18. *Aseeva E. A., Snigiryova G. P., Neverova A.L. et al. The multiabberant cells in groups of people exposed to radiation due to different situations and their possible biological part* // Radiatsionnaya biologiya. Radioekologiya. - 2009. - Vol. 49, No. 5. - P. 552 - 562. (Rus)
19. *Druzhinin V., Bakanova M., Fucic A. et al. Lymphocytes with multiple chromosomal damages in a large cohort of West Siberia residents: Results of long-term monitoring* // Mutation Research. - 2016. - Vol. 784. - P. 1 - 7.
20. *Neronova E.G., Slozina N.M., Makarova N.V. Cytogenetical Disturbances and Morbidity in Chernobyl Clean-up Workers* // Meditsinskaya radiologiya i radiatsionnaya bezopasnost'. - 2008. - No. 2. - P. 5 - 10. (Rus)
21. *Snigiryova G. P., Novitskaya N.N., Popova G.M. The role of cytogenetic examination for predicting delayed consequences of irradiation* // Radiatsionnaya biologiya. Radioekologiya. - 2011. - Vol. 51, No. 1. - P. 162 - 167. (Rus)
22. *Demina E.A. Chromosome aberrations in peripheral blood lymphocytes of cancer patients* // Klinicheskaya onkologiya. - 1991. - Iss. 11. - P. 112 - 114. (Rus)

Надійшла 11.02.2016
Received 11.02.2016