

THYROID CANCER INCIDENCE IN THE POPULATION OF UKRAINE AFTER THE CHORNOBYL ACCIDENT

Fuzik M.M., Prisyazhnyuk A.Ye., Bazyka D.A., Romanenko A.Yu., Fedorenko Z.P.,
Gudzenko N.A., Gulak L.O.

ЗАХВОРЮВАНІСТЬ НА РАК ЩИТОПОДІБНОЇ ЗАЛОЗИ НАСЕЛЕННЯ УКРАЇНИ ПІСЛЯ АВАРІЇ НА ЧАЕС



**ФУЗИК М.М.¹,
ПРИСЯЖНЮК А.Є.¹,
БАЗИКА Д.А.¹,
РОМАНЕНКО А.Ю.¹,
ФЕДОРЕНКО З.П.²,
ГУДЗЕНКО Н.А.¹,
ГУЛАК Л.О.²**

¹ДУ "Національний науковий центр радіаційної медицини НАМН України", м. Київ,
²ДУ "Національний Інститут раку МОЗ України", м. Київ

одним з негативних наслідків Чорнобильської аварії є опромінення щитоподібної залози великих груп населення України, Росії та Білорусі за рахунок інкорпорованого йоду-131 [1]. Зростання захворюваності на рак щитоподібної залози [РЩЗ] внаслідок її опромінення є одним з найбільш значних медичних наслідків аварії на територіях, прилеглих до Чорнобильської АЕС. Перші радіаційно зумовлені випадки РЩЗ були зареєстровані вже за чотири роки після аварії [2, 3]. Аварія на Чорнобильській АЕС спонукала до проведення досліджень можливих наслідків опромінення населення у до-сить віддалених країнах.

Нині значну кількість робіт присвячено оцінці ризику розвитку раку щитоподібної залози у людей, які у дитячому та підлітковому віці зазнали впливу радіоактивного йоду внаслідок аварії. У всіх цих дослідженнях виявлено підвищений радіаційний ризик цієї патології, та природа

цього ексцесу РЩЗ у зазначених групах населення не викликає сумнівів.

Щодо дорослих груп потерпілого населення, то значну увагу привертають ліквідатори, евакуйовані та мешканці найбільш забруднених радіонуклідами територій. У всіх цих групах було зареєстровано перевищення захворюваності на РЩЗ порівняно з національним рівнем, але його радіаційне походження вважається спірним у зв'язку з можливим впливом скринінгу на повноту реєстрації випадків РЩЗ. Значна роль при цьому відводиться використанню у процедурі обстеження сучасного ультразвукового діагностичного обладнання [4]. У Росії достовірний радіаційний ексцес раку щитоподібної залози було виявлено тільки у вікових групах потерпілого населення, експонованого у дитинстві [4]. Збільшення частоти цієї патології у старших вікових групах автори пояснюють впливом нерадіаційних факторів, на-

**ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ РАКОМ ЩИТОВИДНОЙ
ЖЕЛЕЗЫ НАСЕЛЕНИЯ УКРАИНЫ
ПОСЛЕ АВАРИИ НА ЧАЭС**

**Фузик Н.Н., Присяжнюк А.Е., Базыка Д.А.,
Романенко А.Е., Федоренко З.П.,
Н.А. Гудзенко, Л.О. Гулак**

*ГУ "Национальный научный центр радиационной
медицины НАМН Украины", г. Киев,
ГУ "Национальный институт рака МЗ Украины",
г. Киев*

Целью данного исследования было изучение уровня и динамики заболеваемости раком щитовидной железы (РЩЖ) в различных поло-возрастных группах 45-миллионного населения Украины, а также ее территориальные особенности в зависимости от среднеобластных доз облучения щитовидной железы вследствие выпадений радиоактивного йода черновильского происхождения.

Материалы и методы. Проведено экологическое исследование, базирующееся на действующей в Украине системе регистрации злокачественных новообразований на основе региональных и Национального канцер-регистров Украины. Получены данные о 43 752 первичных случаях РЩЖ, зарегистрированных за 1989-2010 гг., с распределением по полу и 5-летним возрастным группам. Для расчета поло-возрастных и стандартизованных по возрасту показателей заболеваемости РЩЖ использованы данные о численности населения, полученные в органах государственной статистики, с аналогичным распределением по полу и возрасту. Значения среднеобластных доз облучения щитовидной железы заимствованы из Национального доклада (2011). На основании этих данных области Украины были сгруппированы в агломерации с "высокими" (более 35 мГр) и "низкими"

© **Фузик М.М., Присяжнюк А.Є., Базика Д.А., Романенко А.Ю.,
Федоренко З.П., Гудзенко Н.А., Гулак Л.О. СТАТТЯ, 2014.**

самперед скринінгу. Висловлюється думка, що скринінг взагалі є єдиною причиною зростання захворюваності на цю патологію у дорослих [5].

З іншого боку, у роботі [6] відзначено, що у 1997-2000 роках у Білорусі радіаційно-індуковані випадки раку щитоподібної залози було зареєстровано у 692 дітей та у 3709 дорослих. У дослідженні [7], яке охоплює всю територію Республіки Білорусь, показано більш різке зростання захворюваності на РЩЗ у найбільш забруднених радіонуклідами Гомельській і Могилевській областях порівняно з рештою території країни. У цих регіонах було зареєстровано статистично значуще перевищення захворюваності на РЩЗ не лише у віковій групі 15-34 років (на момент аварії вони були дітьми), але також і у старших. Разом з тим автори утримуються від висновку щодо причини цього ексцесу.

Наведені дані свідчать про актуальність дослідження причин підвищеної захворюваності на рак щитоподібної залози і в Україні, і у прилеглих країнах. Слід зазначити, що більшість попередніх досліджень захворюваності на РЩЗ охоплювала лише окремі групи постраждалого населення. Однак у зв'язку з відносною рідкісністю захворювання на цю патологію дослідження її частоти у по-

пуляції України, яка охоплює усі групи потерпілого внаслідок аварії населення, дозволяє найбільш повно та надійно виявити закономірності та часові тенденції захворюваності на РЩЗ.

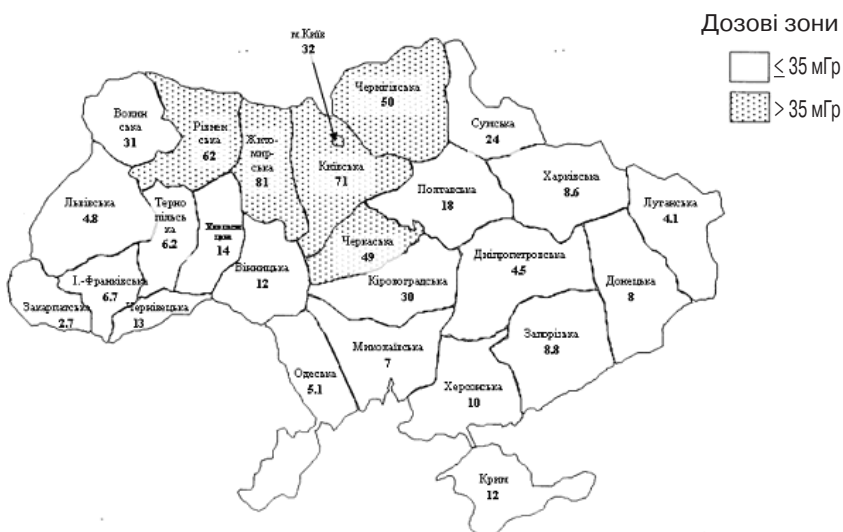
Метою дослідження є вивчення захворюваності на РЩЗ різних статевих вікових груп населення усієї України за довгостроковий період у розрізі областей з урахуванням середніх територіальних доз опромінення щитоподібної залози від радіоактивного йоду чорнобильського походження.

Матеріали та методи. Це екологічне популяційне дослідження базується на іс-

нуючій системі реєстрації злویкісних новоутворень обласними та Національним канцер-реєстрами України. З цієї установи отримано дані про 43752 нових випадки раку щитоподібної залози, зареєстрованих канцер-реєстрами протягом 1989-2010 років з розподілом їх за статтю та 5-річними віковими групами. Для обчислення вікових та стандартизованих показників захворюваності на РЩЗ зібрано інформацію про щорічну чисельність населення областей України, яке також було розподілено за статтю та 5-річними віковими інтервалами. Джерелом демографічних даних були

Рисунок 1

Середні поглинуті щитоподібною залозою дози опромінення населення областей України відповідно до [8]



дозами (35 мГр и ниже). Были рассчитаны поло-возрастные и стандартизованные (по Мировому стандарту) показатели заболеваемости РЩЖ. Для определения статистической значимости различий между двумя показателями рассчитывались "отношения показателей" RR (rate ratio) с 95% доверительным интервалом на основе распределения Пуассона.

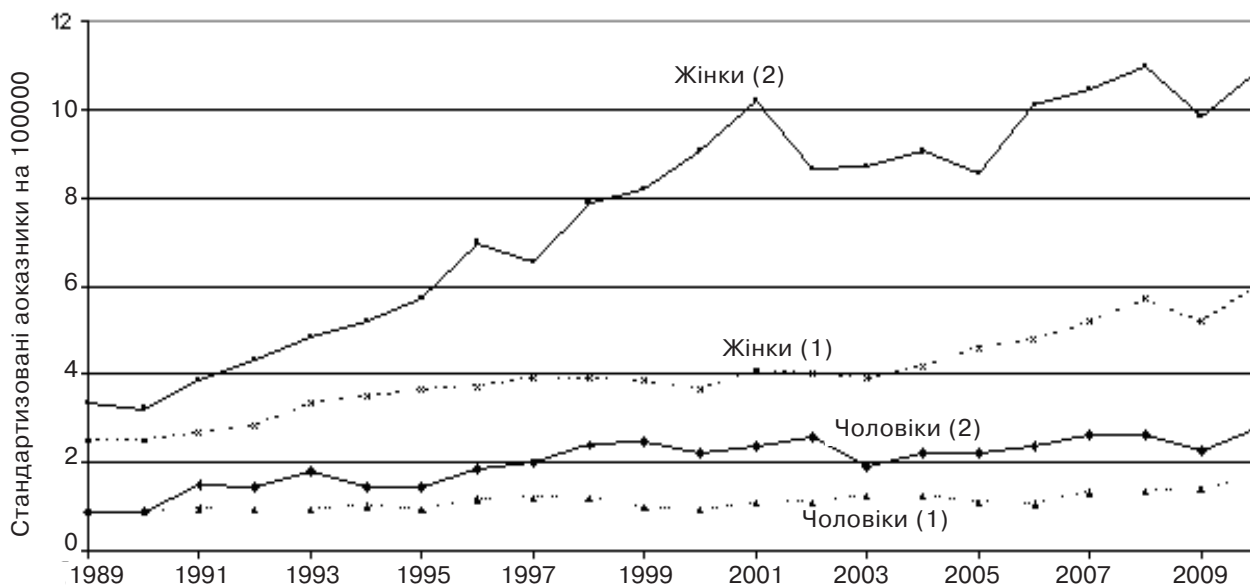
Результаты. Изучены уровень и динамика заболеваемости РЩЖ в различных поло-возрастных группах (с учетом возраста на момент заболевания и на момент аварии на ЧАЭС). Результаты исследования подтвердили радиационный эксцесс РЩЖ в течение всего периода наблюдения (1989-2010) у лиц, бывших в детском и подростковом возрасте на момент аварии в 1986 г., на территориях с "высокими" дозами по отношению к остальной территории Украины. Кроме того, отмечен достоверный эксцесс в возрастных группах 20-29 и 30-39 лет (возраст на момент аварии). Отдельно следует отметить особенности ситуации у женщин в возрасте 40-49 лет (на момент аварии):

достоверный эксцесс на территориях с "высокими" дозами отмечался во все годы периода наблюдения. В старшей возрастной группе 50-59 лет достоверное различие выявлено только в некоторые последующие годы.

Выводы. Радиационный эксцесс РЩЖ был подтвержден не только у детей и подростков, но и у взрослых. В старших возрастных группах этот эксцесс менее выражен и проявляется после более длительного периода наблюдения. Для выяснения природы эксцесса, имевшего место в женской возрастной группе 40-49 лет, необходимы дополнительные аналитические эпидемиологические исследования (когортные, случай-контроль). В частности, следует проверить гипотезу о комбинированном воздействии радиационного фактора и естественного изменения гормонального статуса в этом возрасте. Результаты данного исследования также показали отсутствие существенного влияния скрининга на качество выявления и регистрации РЩЖ.

Рисунок 2

Захворюваність на рак щитоподібної залози населення територій України з "високими" (1) та "низькими" (2) дозами (стандартизовані за віком показники на 100 тисяч населення відповідної статі) у 1989-2010 роки

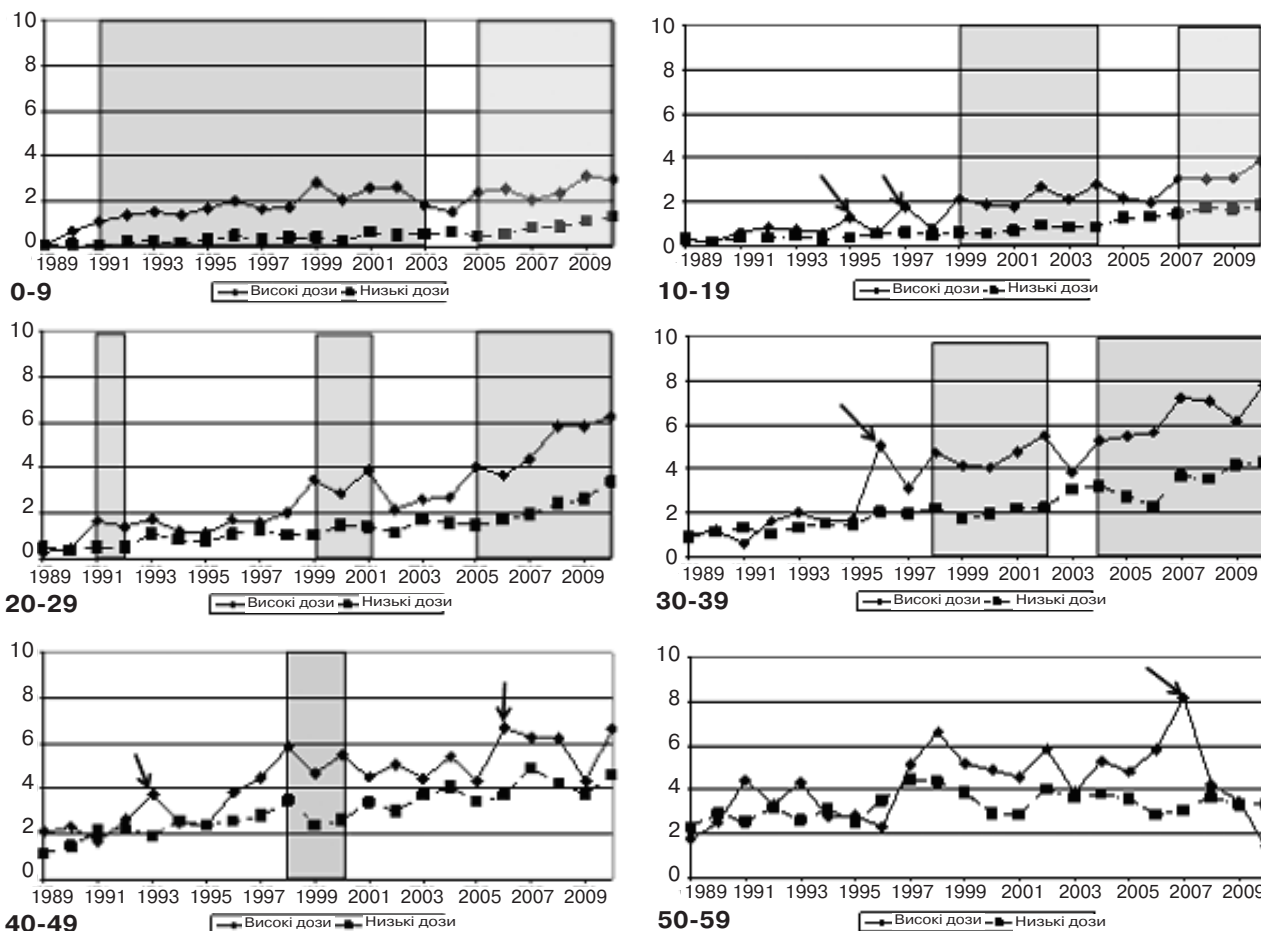


Коефіцієнти регресії $b \pm SE(b)$:

чоловіки: (1) $0,073 \pm 0,009$; (2) $0,024 \pm 0,004$; жінки: (1) $0,373 \pm 0,027$; (2) $0,140 \pm 0,010$.

Рисунок 3

Динаміка вікових (вік на момент аварії на ЧАЕС) показників захворюваності на рак щитоподібної залози чоловічого населення територій з "високими" (верхня безперервна лінія) та "низькими" дозами (нижня пунктирна лінія)



Примітка до рисунків 3 і 4: Достовірну різницю показників порівнюваних територій позначено інтенсивно заштрихованими ділянками та стрілками донизу.

**THYROID CANCER INCIDENCE
IN THE POPULATION OF UKRAINE
AFTER THE CHORNOBYL ACCIDENT**
**Fuzik M. M., Prysyazhnyuk A. Ye.,
Bazyka D. A., Romanenko A. Yu.,
Fedorenko Z. P., Gudzenko N. A., Gulak L. O.**
*State Institution "National Research Center for
Radiation Medicine of National Academy
of Medical Sciences of Ukraine", Kyiv,
National Cancer Institute, Kyiv*

The goal of study was to follow up long term thyroid cancer incidence trends in different sex and age groups of the 45 mln. Ukrainian population and investigate territorial peculiarities due to average regional (oblasts) thyroid doses from radioactive iodine Chornobyl origin.

Materials and methods. This was an ecological population study based on existing system of cancer registration by regional and the National cancer registries of Ukraine. From the last institution the data on 43752 primary thyroid cancer cases were obtained with distribution by sex and 5-years age groups those were registered in 1989-2010. To calculate age-specific and age-adjusted thyroid cancer incidence rates demographic data with similar distribution were obtained from official state statistics bodies. Values of average regional thyroid doses were accepted from the National report (2011). On this basis geographical regions of Ukraine with "high" (>35 mGy) and "low" (≤35 mGy) average thyroid doses were distributed for comparative analysis performance. The methods of descriptive epidemiology were used. Annual age-specific and age-standardized incidence rates (adjusted using the World standard population) were

calculated. To examine statistical significance of difference between two rates, "rate ratio" (RR) indexes were calculated with 95% confidence interval (95% CI) on the basis of presupposition that Poisson distribution is correct in this case.

Results. The level and dynamics of thyroid cancer incidence were analyzed in different sex and age groups (both for attained age and age at the moment of the Chornobyl accident). Results of this study confirmed the radiation excess of thyroid cancer in persons, who were children and adolescents in 1986 during all period of observation (1989-2010) in "high doses" regions comparing with "low doses" ones. Besides significant excess was observed in young adults age (20-29, 30-39 at the moment of accident) groups. Special situation was observed in female age group 40-49 (at the moment of the accident): excess was noted in all years of the observation period. In older age group (50-59) significant difference was revealed only in few consequent years.

Conclusions. A radiation excess of thyroid cancer was evidenced not only in children and adolescents but also probable in adult age groups. In elder age groups, this excess was less expressed and manifested after longer period of time of observation. The origin of the phenomenon in female age group 40-49 has to be clarified. Hypothesis of combined effect of radiation and natural changing of hormonal status in this age should be investigated in further analytical studies (cohort or case-control). Results of this study suggest that screening had not significant influence on quality of diagnostic and registration of thyroid cancer.

□ дані Всесоюзного перепису населення 1989 року та всеукраїнського перепису населення 2001 року;

□ офіційні публікації Державного комітету статистики України у 1989-2010 роках;

□ щорічна державна статистична звітність регіональних органів статистики.

Для аналізу відмінностей радіаційного опромінення населення різних областей було проаналізовано дані Національної доповіді України 2011 року [8], в якій міститься інформація про середні для мешканців кожної області дози опромінення щитоподібної залози. На основі цих даних усі регіони України було розподілено на дві групи — території з "високими" (>35 мГр) та "низькими" (≤35 мГр) дозами (рис. 1).

Черкаська, Чернігівська, Київська, Рівненська, Житомирська області віднесені до територій з "високими" дозами. Вони формують територіальну агломерацію, яка прилягає до Чорнобильської АЕС. Як видно з рисунка 1, значення середньої дози опромінення щитоподібної залози для цих регіонів були значно вищими, ніж для решти. Умовну межу між цими групами було визначено як 35 мГр. Місто Київ також входить до першої групи, хоча середня доза опромінення щитоподібної залози його мешканців становить лише 32 мГр. Це зумовлене тим, що значна частина населення (24,8%), евакуйованого з 30-км зони, нині мешкає саме у Києві. Крім того, серед загальної кількості українсь-

ких учасників ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС значну частку склали мешканці м. Києва (15,6%). Дані решти областей (з "низькими" дозами) було використано для порівняння.

Для епідеміологічного аналізу отриманих даних використовувалися описові методи. Розраховано щорічні вікові та стандартизовані за віком показники захворюваності (з використанням світового стандарту). Для вивчення статистичної значущості відмінностей між показниками розраховувалося "співвідношення показників" (rate ratio — RR) з 95% довірчим інтервалом (95% ДІ) на основі припущення про нормальний розподіл Пуассона показників.

Зважаючи на роль віку, в якому відбулось опромінення

2006 для оцінки кількості захворювань застосовано статистичний прийом інтерполяції у зв'язку з тим, що первинні дані за числом випадків раку щитоподібної залози і кількістю населення були доступні лише у п'ятирічних вікових групах (0-4, 5-9 і т.д.).

Інтерполяцію проводили за формулою:

$$\sum a_{k+i+n} = \sum \left(\frac{n}{5} \cdot a_k + \frac{5-n}{5} \cdot a_{k+1} \right),$$

де a — кількість випадків раку щитоподібної залози або чисельність населення у віковій групі k у $(i+n)$ році. Значення i — це рік між 1986, 1991, 1996, 2001 і 2006, тобто різниця між якими та 1986 роком є кратною 5 для року розрахунку, n означає різницю між останнім "кратним" роком та тим, для якого розраховується даний показник.

Для зручності аналізу та наочності представлення даних проведено об'єднання 5-річ-

них вікових показників у 10-річні для віку на момент захворювання і на момент аварії.

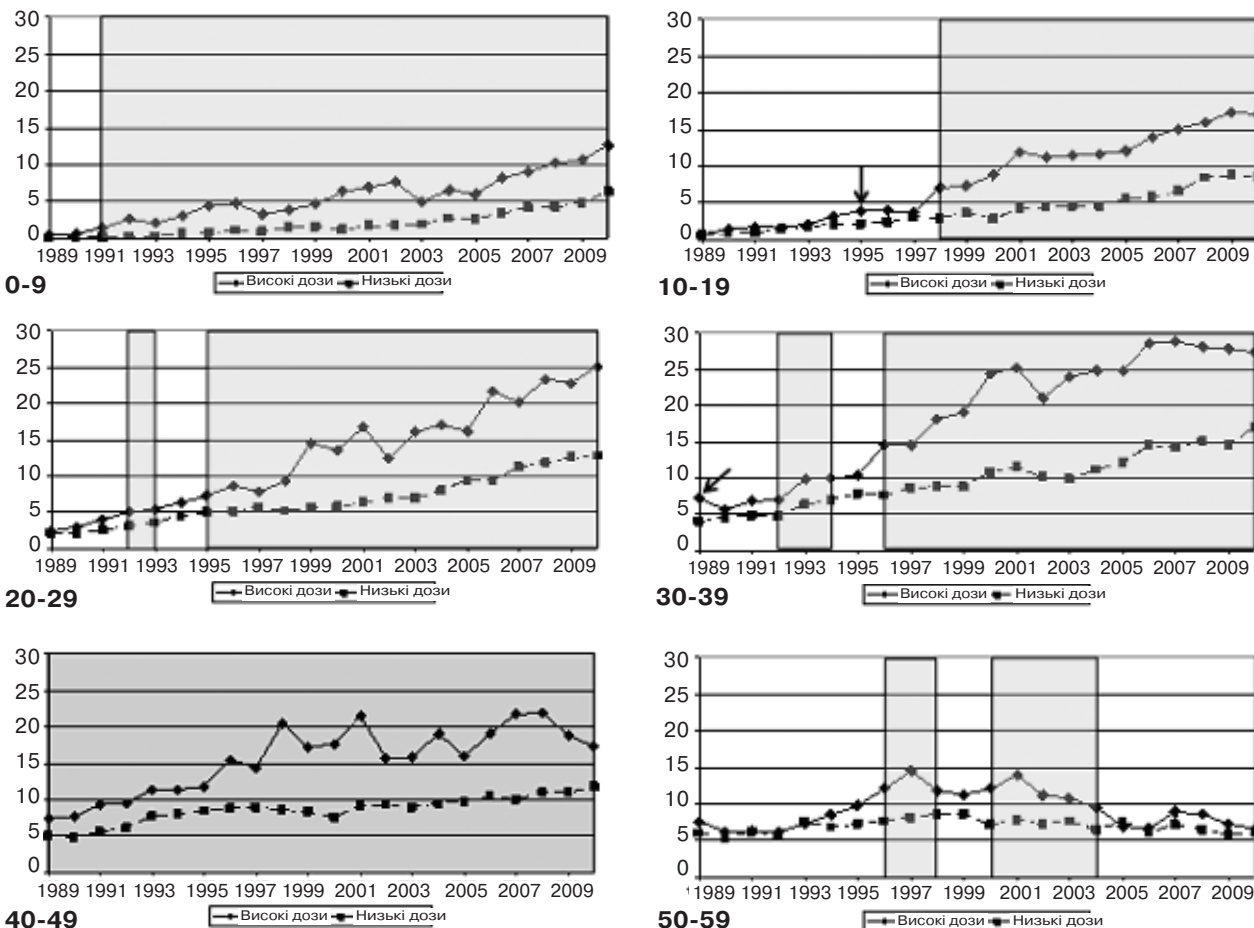
Результати. Рівень захворюваності на РЩЗ та її динаміка суттєво відрізнялись у населення двох порівнюваних груп регіонів. Рівень і середній щорічний приріст захворюваності були значно вищими в областях з "високими" дозами і у чоловіків, і у жінок (рис. 2).

Протягом періоду спостереження (1989-2010) стандартизовані за віком показники захворюваності на РЩЗ у жіночого населення територій з "високими" дозами зросли з 3,34 до 9,81 на 100 тис., тобто у 2,9 рази. Водночас у жінок, що мешкають на решті території України, вони змінилися від 2,51 до 5,19, тобто мало місце 2,1-кратне збільшення.

У чоловіків на початку спостереження (1989) захворюваність на РЩЗ була однако-

Рисунок 4

Динаміка вікових (вік на момент аварії на ЧАЕС) показників захворюваності на рак щитоподібної залози жіночого населення територій з "високими" (верхня безперервна лінія) та "низькими" дозами (нижня пунктирна лінія)



вою на обох територіях — 0,87 на 100 тисяч. У 2010 році вона збільшилася до 2,30 у населення областей з "високими" дозами та до 1,42 на решті території України, тобто у 2,6 і 1,6 рази відповідно. Порівняння трендів свідчить про статистично значущу різницю ($P < 0,01$) між коефіцієнтами регресії. На територіях з "високими" дозами захворюваність на РЩЗ зростала більш швидкими темпами і серед чоловіків, і серед жінок.

Оскільки щитоподібна залоза у різних вікових групах має різну чутливість до дії іонізуючого опромінення, а вплив ра-

діоактивного йоду тривав відносно короткий час, доцільним є порівняння вікових показників захворюваності, спираючись на дані про вік на момент аварії. Таке порівняння динаміки показників захворюваності на РЩЗ населення територій з "високими" та "низькими" дозами представлено на рисунках 3 і 4.

У віковій групі 0-9 на момент аварії на ЧАЕС статистично значуще перевищення показників на територіях з "високими" дозами порівняно з рештою територій спостерігається з 1991 року та в усі подальші роки і у чоловіків, і у жінок

(за винятком лише 2004 р. у чоловіків). Показники у вікових групах 10-19, 20-29, 30-39 років на момент аварії мають схожі тенденції, але статистично значуще переви-

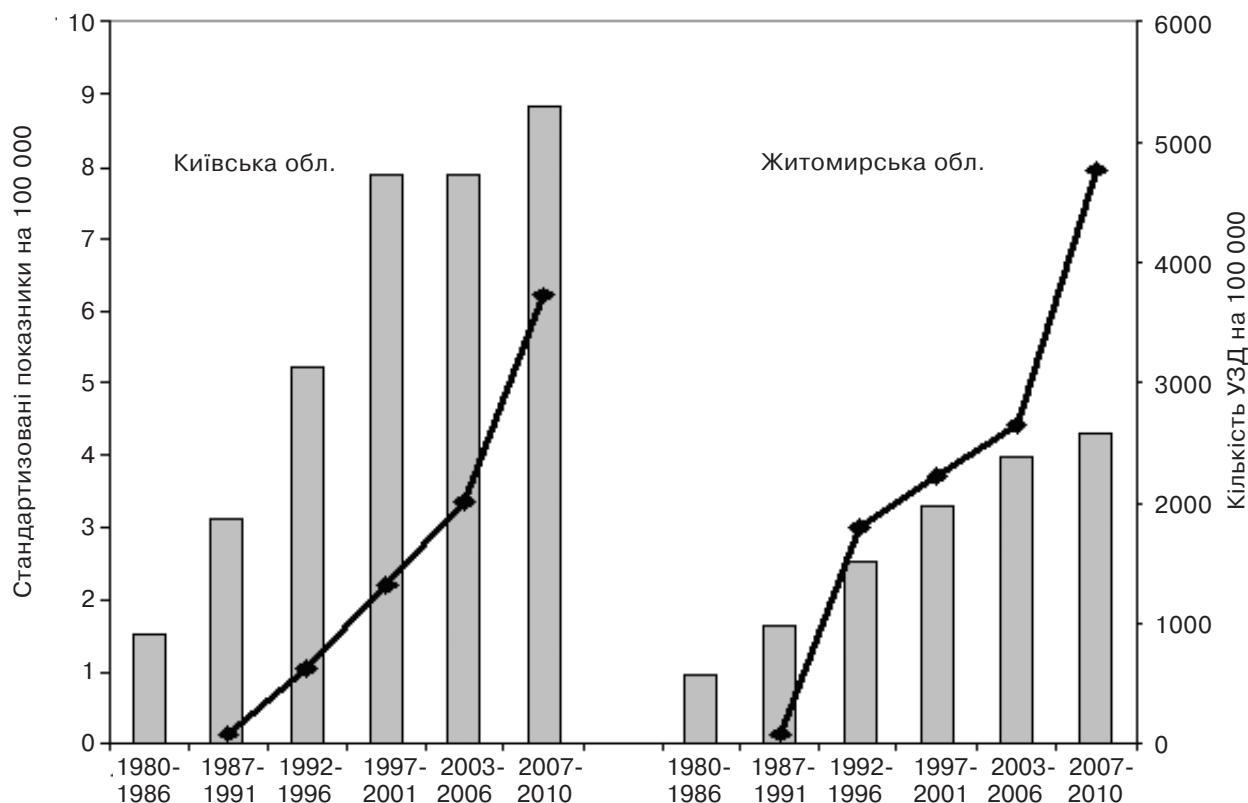
Таблиця

Частота використання ультразвукових обстежень на територіях України з різними середніми обласними дозами опромінення щитоподібної залози (на 100 тис. населення)

Території	Показники за роками							
	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Області з "високими" дозами	1137,3	2114,1	3377,8	3641,2	3872,0	4022,0	4023,8	4267,9
Решта областей	524,5	1190,0	1579,0	1746,3	1808,4	1936,5	1987,9	2156,5
Співвідношення показників використання УЗД (області з "високими" дозами / області з "низькими" дозами).	2,17	1,78	2,14	2,09	2,14	2,08	2,02	1,98

Рисунок 5

Стандартизовані середньорічні показники захворюваності на РЩЗ населення Київської та Житомирської областей (чоловіки та жінки) та частота ультразвукових досліджень щитоподібної залози



щення показників стає очевидним у більш віддалений період часу порівняно з захворюваністю наймолодшої вікової групи.

Відмінні закономірності спостерігаються у віковій групі 40-49 для чоловіків та жінок. Особливості захворюваності чоловічої субпопуляції у цій віковій групі та у більш молодих групах були подібними, але менш вираженими, а статистично значущу різницю показників на територіях з "високими" та "низькими" дозами зареєстровано лише в окремі п'ять років — тобто менше, ніж у будь-якій молодшій віковій групі.

Інша ситуація спостерігалась у жінок цієї вікової групи. Як видно з рисунка 4, різниця між віковими показниками захворюваності на РЩЗ на територіях з різними дозами опромінення щитоподібної залози була статистично значущою протягом усього періоду спостереження (1989-2010). Ця ситуація спостерігається лише у даній статевовіковій групі.

У віковій групі 50-59 років на момент аварії достовірний ексцес захворюваності на РЩЗ у чоловіків відзначено лише за один календарний рік, а у жінок — за вісім.

Обговорення результатів. Результати проведеного аналізу свідчать про значно більше зростання захворюваності на РЩЗ населення групи територій з "високими" дозами порівняно з мешканцями решти території України (рис. 2). Оскільки внесок показників різних вікових груп у ці тенденції різний, необхідний подальший ретельний аналіз для окремого віку. На нашу думку, аналізу

захворюваності на РЩЗ у групах старшого віку дослідниками приділялося недостатньо уваги. Це підтверджують результати порівняння динаміки захворюваності на РЩЗ на територіях з "високими" та "низькими" дозами (рис. 3 і 4).

Результати, отримані для вікової групи 0-9 років (на момент аварії) обох статей, підтвердили високу чутливість щитоподібної залози до радіаційного впливу у наймолодшому віці. З 1991 року і протягом усього періоду спостереження вікові показники захворюваності на РЩЗ цієї когорти у процесі дорослішання постійно були значно вищими на територіях з "високими" дозами. Ця картина є відображенням часових моделей радіаційного канцерогенезу у щитоподібній залозі в аналізованій віковій групі. Слід відзначити, що у жінок вона проявляється ще виразніше.

Щодо особливостей захворюваності на рак щитоподібної залози у жіночій віковій групі 40-49, для будь-яких аргументованих висновків про його природу необхідні додаткові дослідження. Не виключено, що це може бути пов'язаним з деякою систематичною похибкою, але також можливо, що специфіка цього віку відіграє певну роль, оскільки він належить до менопаузального та менопаузального періоду, в якому відбуваються суттєві гормональні зміни організму жінки.

Гормональний фактор як етіологічний чинник РЩЗ є предметом інтересу дослідників. Вищий рівень захворюваності на РЩЗ у жінок (порівняно з чоловіками) пов'язується саме з впливом естрогенів.

Нині немає достатньої інформації щодо можливого комбінованого ефекту особливостей гормонального статусу та радіаційного впливу на тиреоїдний канцерогенез. У будь-якому разі ця проблема потребує подальших досліджень.

Серед чинників, що впливають на зареєстровані по-

казники захворюваності на РЩЗ, розглядається можливий скринінговий ефект, який зумовлений впровадженням новітніх методик, таких як ультразвукове дослідження (УЗД). Разом з простотою виконання, можливістю охоплення дослідженням великих груп населення ця методика є високоінформативною. Деякі уявлення про можливе існування або відсутність ефекту скринінгу дає інформація про частоту ультразвукових досліджень щитоподібної залози на територіях з "високими" та "низькими" дозами опромінення (табл.).

Ця таблиця свідчить, що на територіях з "високими" дозами опромінення населення ультразвукові діагностичні обстеження проводилися вдвічі частіше порівняно з рештою території України і, начебто, побічно свідчить про можливий вплив скринінгу на показники виявлення хворих, а звідси — і на зареєстрований рівень захворюваності на РЩЗ. Для можливої оцінки впливу скринінгу на показники захворюваності нами зроблено співставлення показників охоплення ультразвуковими дослідженнями та рівня захворюваності населення двох найбільш постраждалих від радіоактивного йоду областей — Київської та Житомирської (рис. 5).

Гістограми на рисунку 5 демонструють динаміку рівня захворюваності на РЩЗ за агрегованими часовими відрізками з 1980-1986 років, а лінії — динаміку частоти застосування ультразвукових досліджень. Обидва показники розраховані на 100 тисяч населення. Привертає увагу те, що протягом усього періоду спостереження більш висока частота застосування УЗД була у Житомирській області, а показники захворюваності на РЩЗ були істотно вищими у Київській. Наведені дані свідчать про некоректність спроб пов'язати відмінність показників захворюваності на дану патологію лише з частотою за-

стосування скринінгових процедур.

Свідченням про досить слабкий вплив більш частого використання ультразвукових діагностичних процедур на об'єм реєстрації захворювань на РЩЗ є відсутність різниці у показниках раннього виявлення цієї патології на досліджуваних територіях. 2010 року [9] на територіях з "високими" дозами I-II стадії захворювання встановлено у $75,6 \pm 3,1\%$ первинних хворих на цю патологію, а на решті території України показник становив $72,1 \pm 2,0\%$, тобто статистично значима різниця показників відсутня ($P > 0.05$). Це порівняння дає підставу стверджувати, що процедура скринінгу істотно не впливає на кількість виявлених випадків раку щитоподібної залози.

Таким чином, результати дослідження, проведеного у рамках усієї багатомільйонної популяції України, підтверджують ексцес РЩЗ в осіб, які були дітьми та підлітками на час аварії на ЧАЕС, як наслідок впливу радіоактивного йоду. Окрім того, існує свідчення про ексцес цієї патології у дорослих вікових групах. У старших вікових групах це перевищення є менш вираженим і проявляється пізніше, що пов'язане з більшою тривалістю латентного періоду розвитку цієї патології.

Виразений ексцес РЩЗ у жінок у віці 40-49 років на момент аварії заслуговує особливої уваги та проведення додаткових епідеміологічних досліджень. При цьому слід дослідити гіпотезу про комбінований ефект радіаційного впливу та природних змін гормонального статусу у цьому віці.

ЛІТЕРАТУРА

1. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation UNSCEAR 2000 Report to the General Assembly, with scientific annexes. Vol. II. Sources and effects of ionizing radiation. — New York (NY) : United Nations, 2000. — 563 p.

2. Cancer in the Ukraine, post-Chornobyl / A. Prisy-

azhniuk, O. Pjatak, V. Buzunov et al. // *Lancet*. — 1991. — Vol. 338. — P. 1334-1335.

3. The time trends of cancer incidence in the most contaminated regions of the Ukraine before and after the Chornobyl accident / A. Prisyazhnyuk, V. Gristchenko, V. Zakordonets et al. // *Radiat. Environ. Biophys.* — 1995. — Vol. 34. — P. 3-6.

4. Medical radiological consequences of the Chornobyl catastrophe in Russia: Estimation of radiation risks / V. Ivanov, A. Tsyb, S. Ivanov, V. Pokrovsky. — St.-Petersburg: Nauka, 2004. — 167 p

5. Likhtarev I. Post-Chornobyl thyroid cancer in Ukraine: background and radiation-induced cases / I. Likhtarev, L. Kovgan, S. Vavilov // *Radiation and Risk*. — 2005. — Special issue 3. — P. 112-139 (in Russian).

6. Malko M. Chernobyl radiation-induced thyroid cancers in Belarus / M. Malko // *Recent Research Activities about the Chornobyl NPP Accident in Belarus, Ukraine and Russia* / ed. T. Imanaka. — Kyoto, 2002. — P. 240-255.

7. Thyroid cancer incidence trends in Belarus: examining the impact of Chornobyl / M.C. Mahoney, S. Lawvere, K.L. Falkner et al. // *Int. J. Epidemiol.* — 2004. — Vol. 33. — P. 1-9.

8. National Report of Ukraine: Twenty-Five Years After Chornobyl Accident: Safety for the Future. — Kyiv: KiM, 2011. — 328 p.

9. Рак в Україні, 2010-2011 : захворюваність, смертність, показники діяльності онкологічної служби / Федоренко З.П., Гайсенко А.В., Гулак Л.О. та ін. // *Бюлетень Національного канцер-реєстру України*. — 2012. — № 13. — 123 с.

REFERENCES

1. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation UNSCEAR 2000 Report to the General Assembly, with scientific annexes. Vol. II. Sources and effects of ionizing radiation. New York (NY) : United Nations ; 2000 : 563 p.

2. Prisyazhniuk A., Piatak O., Buzunov V., Reeves Gillian K.,

Beral V. *Lancet*. 1991 ; 338 : 1334-1335.

3. Prisyazhniuk A., Gristchenko V., Zakordonets V., Fouzik N., Slipeniuk Y., Ryzhak I. *Radiat. Environ. Biophys.* 1995 ; 34 : 3-6.

4. Ivanov V., Tsyb A., Ivanov S., Pokrovsky V. Medical radiological consequences of the Chornobyl catastrophe in Russia: Estimation of radiation risks. St.-Petersburg: Nauka ; 2004 : 167 p.

5. Likhtarev I.A., Kovgan L.N., Vavilov S.E., Tronko N.D., Bogdanova T.I., Oleinik V.A. et al. *Radiaciia i risk*. 2005 ; 3 : 112-139. (in Russian)

6. Malko M. In : *Recent Research Activities about the Chornobyl NPP Accident in Belarus, Ukraine and Russia* (T. Imanaka, ed.). Kyoto ; 2002 : 240-255.

7. Mahonei M.C., Lawvere S., Falkner K.L., Averkin <http://ije.oxfordjournals.org/content/33/5/1025.long> — aff-2 Y.I., Ostapenko <http://ije.oxfordjournals.org/content/33/5/1025.long> — aff-1 V.A., Michalek <http://ije.oxfordjournals.org/content/33/5/1025.long> — aff-3 A.M. et al. *Int. J. Epidemiol.* 2004 ; 33 : 1-9.

8. *Natsionalna dopovid Ukrainy: 25 rokiv Chornobylskoi katastrofy. Bezpeka maibutnoho* [National Report of Ukraine: 25 Years of the Chornobyl Catastrophe. Safety of the Future]. Kyiv ; 2011 : 355 p. (in Ukrainian)

9. Fedorenko Z.P., Haisenko A.V., Hulak L.O., Horokh Ye.L., Ryzhov A.Yu., Sumkina O.V., Kutsenko L.B. *Bulletin on the National cancer register of Ukraine*. 2012 ; 13 : 124 p. — Available at: <http://www.ucr.gsu.com.ua/dovidb0/index.htm> (in Ukrainian)

Надійшла до редакції 12.12.2013.