

МАТЕРІАЛИ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ*

Науково-практична конференція
«Сучасні підходи до диспансеризації працюючих
із джерелами іонізуючого випромінювання»
(18–19 жовтня 2012 р., Харків)

Research and Practice Conference
Contemporary Approaches to Medical Check-up
of the Persons Working with Sources of Ionizing Radiation
(October 18–19, 2012, Kharkiv)

Г.В. Грушка

ДУ Інститут медичної радіології
ім. С.П. Григор'єва НАМН України, Харків

**Клініко-діагностичні аспекти
патології щитоподібної залози
у диспансерних пацієнтів****Clinical diagnostic aspects of thyroid
pathology in patients under medical
observation**

Summary. Check-ups of the patients exposed to ionizing radiation at their place of work often reveal autoimmune thyroiditis. It is frequently revealed 2–3 years from the disease beginning in patients with the mean age 48.5 years. The necessity of obligatory examination protocol both at the stage of diagnosis and annual monitoring was indicated.

Key words: thyroid pathology, diagnostic algorithm of the examination.

Резюме. При диспансеризації працюючих в сфері діяльності іонізуючої радіації часто зустрічається така патологія щитовидної залози, як аутоімунний тиреоїдит. Її часто виявляють через 2–3 роки з моменту початку роботи у хворих, середній вік яких становить 48,5 років. Обов'язковості обов'язкового протоколу обстеження як на етапі постановки діагнозу, так і при щорічному моніторингу.

Ключові слова: патологія щитовидної залози, діагностичний алгоритм обстеження.

Ключові слова: патологія щитоподібної залози, діагностичний алгоритм обстеження.

Попередні (перед вступом на роботу) і періодичні медичні огляди є найважливішою умовою раннього виявлення порушення здоров'я, що трапляється під можливим впливом шкідливих виробничих чинників. Отримані дані про стан здоров'я кожного обстежуваного мають неопіміне значення для динамічних спостережень за робітниками в подальші роки. Метою попередніх і періодичних оглядів осіб, що працюють у шкідливих і (або) небезпечних умовах, є збереження їх здоров'я, працездатності та трудового довголіття за допомогою динамічного спостереження за

станом здоров'я, виявлення ранніх ознак професійно зумовлених і загальних захворювань, а також своєчасна ефективна реабілітація.

За поширеністю хвороби щитоподібної залози (ЩЗ) серед ендокринопатій займають абсолютно домінуюче місце, серед них захворювання аутоімунного генезу, вузлові форми, злоякісні пухлини, йододефіцитні стани з різним клінічним результатом. Згідно з даними досліджень популяцій, аутоімунний тиреоїдит (АІТ) зустрічається найчастіше у структурі ендокринних захворювань. Його явні прояви реєструються в 1% населення земної кулі, а субклінічні форми — в 10–15% практично здорових людей [1].

Не менш важлива проблема — особливості виникнення і перебігу АІТ у зв'язку зі значним зростанням кількості його випадків у населення України і зокрема, ліквідаторів наслідків катастрофи на ЧАЕС, хоча аналогічну тенденцію було відмічено ще в 1971–1975 рр. і причини такого зростання ще остаточно не з'ясовані [2].

Деякі науковці повідомляють про поєднання хронічного АІТ із раком щитоподібної залози (РЩЗ). Фоновим захворюванням в 15,9% хворих на диференційовані форми РЩЗ визнано АІТ. Часте поєднання раку з вузловими утворами в ЩЗ потребує активного підходу до обстеження і лікування всього контингенту хворих на тиреоїдну патологію в неендемичних регіонах, оскільки існує небезпека не помітити злоякісну пухлину на ранньому етапі її розвитку. Тактика «активного» виявлення тиреоїдної патології під час профоглядів дозволяє збільшити діагностику ранніх форм тиреоїдного раку до 90,5% [3] за рахунок широкого застосування тонко- і товстоголкової біопсії [4].

Основний приріст кількості хворих на РЩЗ, що фіксується в багатьох країнах, зокрема, протягом останніх 10–15 років, по-перше, відбувається переважно за рахунок папілярного раку, а по-друге, дуже часто, — за рахунок новоутворів розмірами менше 10 мм [5, 6].

* — Початок див. УРЖ, т. XX, вип. 3, с. 343–361

Такого роду висновки можуть свідчити як про те, що захворюваність на РЩЗ є в певному сенсі функцією від дії чинників зовнішнього середовища, так і про вдосконалення діагностичних технологій, що все частіше дозволяють виявити захворювання на більш ранній стадії. Проте зростання якості діагностичних процедур не ліквідує повною мірою розрив між кількістю діагнозів РЩЗ і кількістю пухлин, виявлених на аутопсії, що, можливо, свідчить на користь уявлення про нерідко «спокійний/прихований» розвиток цього пухлинного процесу [7].

Після аутопсії частота виявлення малих раків щитоподібної залози варіює від 1,0 до 35,5% [8] залежно від повноти дослідження (кількості секційних рівнів) і діагностичних критеріїв.

Клінічна діагностика захворювань ЩЗ ґрунтується на вивченні окремих симптомів і їх сукупності та передбачає збір анамнезу, огляд і пальпацію. Через відсутність чітких патогномонічних ознак клінічна діагностика може становити значні труднощі при розпізнаванні окремих утворів.

Остаточною метою обстеження хворого з вузловим утвором у ЩЗ є розв'язання питання: чи має потребу пацієнт у хірургічній операції на щитоподібній залозі або йому можна рекомендувати медикаментозне лікування і динамічне спостереження. З огляду на це на етапі клінічного обстеження необхідно підтвердити або виключити наявність злоякісної чи доброякісної пухлини ЩЗ; визначити розміри і локалізацію вузла/вузлів. Тактика лікування і моніторингу таких пацієнтів залежить від результатів розв'язання цих завдань. Необхідно враховувати, що наявність будь-якого вузлового новоутвору в щитоподібній залозі слід розцінювати з погляду онкологічної настороженості. І, якщо багато лабораторних і інструментальних методів обстеження можуть бути високоінформативними за наявності «пальпованих вузлів», то в разі вузлів невеликих розмірів (до 1,0 см в діаметрі), проведення диференціальної діагностики буває вельми складним.

Нині УЗД зайняло провідне місце як самостійний метод первинної діагностики захворювань ЩЗ, це дозволяє верифікувати досить суб'єктивні дані пальпації. Величина пальпованого вузла у щитоподібній залозі, як правило, перевищує 1,0 см. Оптимальними для дослідження ЩЗ є датчики з частотою 7,5 і 10 МГц. Тонкогольова аспіраційна біопсія (ТАПБ) ЩЗ — єдиний доопераційний метод прямої оцінки структурних змін і визначення цитологічних параметрів новоутворів у ЩЗ. Такий метод дозволяє уточнити необхідний у кожному конкретному випадку тип хірургічного втручання, відібрати тих пацієнтів, кому дійсно показана операція, і уникнути необв'яз-

кового оперативного втручання в інших хворих. Адекватність цитологічної оцінки матеріалу при ТАПБ істотно підвищується, якщо ця діагностична процедура проводиться під контролем УЗД, що дозволяє виявити найбільш змінені ділянки ЩЗ, а також вибрати оптимальний напрям і глибину пункції [9].

Слід мати на увазі, що в деяких випадках одних морфологічних критеріїв, отриманих упродовж цитологічного дослідження, виявляється недостатньо для встановлення діагнозу на матеріалі пункційних біопсій. Розширення можливостей візуалізації ЩЗ поліпшило наше розуміння характеру захворювань. Для дослідження ЩЗ використовують радіонуклідну діагностику (РНД), магнітнорезонансну томографію (МРТ), комп'ютерну томографію (КТ). Останню, як і МРТ, виконують за показаннями і, насамперед, з метою оптимального планування хірургічного лікування. Як метод виявлення метастатичного ураження лімфатичних вузлів УЗД за розрізнявальною спроможністю, чутливістю і точністю істотно перевершує пальпацію, КТ і МРТ [10].

Одним із найбільш значущих діагностичних методів дослідження вузлових утворів щитоподібної залози є радіонуклідне дослідження — сцинтиграфія [11], яка дозволяє судити про розташування, форму, розміри ЩЗ. Розподіл та інтенсивність накопичення радіофармпрепарату вказують на дифузне або осередкове ураження, функціональну активність вузлових утворів. Мінімальний розмір вузлового утвору, що виявляється цим радіонуклідним методом, — 1 см. Будь-які вузлові утвори ЩЗ, доброякісні і злоякісні, частіше візуалізуються як «холодні» вогнища, що не поглинають радіонуклідів. Картина «холодного» вузла зустрічається і при аутоімунному тиреоїдиті. Часто «холодному» вузлу відповідають вузловий колоїдний кістозний зоб, більшість аденом щитоподібної залози, «гарячому» — вузловий проліферуючий колоїдний зоб з ознаками підвищення функціональної активності, токсична аденома, аденоми з А-клітин фетальної або папілярної будови. Злоякісні пухлини ЩЗ частіше не накопичують радіонукліди, але диференційованому раку, папілярному чи фолікулярному (на відміну від недиференційованих форм) може відповідати нормальне накопичення радіонукліду або «гаряче» вогнище. Зважаючи на це варто пам'ятати, що даний метод дозволяє виключити з високою мірою імовірності РЩЗ лише в 10% всіх вузлів, які у функціональному відношенні є активними («гарячими»). Що стосується 90% решти вузлів («тепліх» і «холодних»), то за допомогою тиреосцинтиграфії неможливо зробити певний висновок про їх морфологічні властивості.

Лабораторні методи діагностики є додатковими при дослідженні диспансерного контингенту. Оскільки при доброякісній патології ЩЗ — аутоімунному тиреоїдиті, вузловому і колоїдному зобі, аденомах відбуваються порушення тиреоїдного гормонального стану і секреції ТТГ, важливим є вивчення цих показників для визначення терапевтичних методів лікування за наявності доброякісної патології ЩЗ, спрямованих на коректну стабілізацію гормонального тиреоїдного стану з метою запобігання розвитку злоякісної патології. Доцільнішим вважають проведення дослідження вільних фракцій тиреоїдних гормонів у комплексі з визначенням рівня ТТГ. Для уточнення діагнозу вельми важливим є визначення в периферичній крові антитіл до тиреоглобуліну і тиреопероксидази. У хворих на АІТ, як правило, має місце підвищений рівень антитіл до таких антигенів і зрідка — антитіла до рецептора ТТГ. При цьому для діагностики АІТ необхідно визначати одночасно антитіла до тиреоглобуліну і тиреопероксидази. Визначення рівня тиреоглобуліну в крові не є диференціальним маркером доброякісних або злоякісних пухлин. Діагностичне значення даного показника дуже важливе після операції з приводу диференційованого РЩЗ: у разі прогресування захворювання після нерадикальної операції, рецидиву і метастазування вміст тиреоглобуліну в крові підвищується [12].

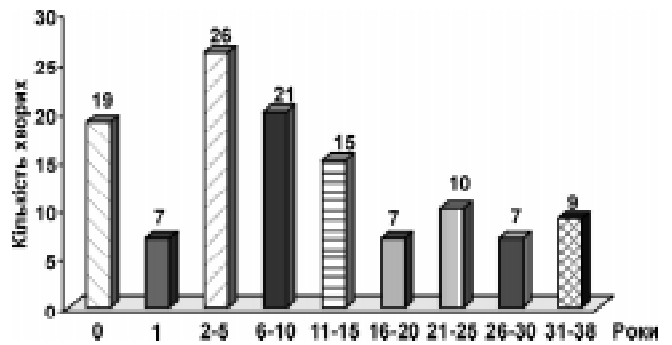


Рисунок 1. Тривалість роботи у сфері дії іонізуючого випромінювання до виявлення патології щитоподібної залози

У хворих з обтяженим родинним анамнезом щодо медулярного РЩЗ (синдром множинної ендокринної неоплазії 2-го і 3-го типів), слід обов'язково визначати рівень кальцитоніну в крові. В усіх інших випадках таке визначення не показано. Нормальний вміст кальцитоніну в крові не перевищує 10 пг/мл. Рівень даного маркера понад 200 пг/мл є найважливішим діагностичним критерієм медулярного РЩЗ [13].

Таким чином, при проведенні попередніх і періодичних медичних оглядів тих, хто працює у шкідливих і (або) небезпечних умовах, необхідно пам'ятати, що клінічний діагноз лікар встановлює на підставі сукупності ознак, а не за результатами одного, навіть дуже інформативного дослідження.



Рисунок 2. Діагностичний алгоритм обстеження і моніторингу пацієнтів з патологією щитоподібної залози

Метою роботи було визначити частоту зустрічальності і протокол дослідження патології ЩЗ при проведенні попередніх і періодичних медичних оглядів у осіб, що працюють у сфері дії іонізуючого випромінювання (ІВ).

У період з вересня 2011 р. по вересень 2012 р. було обстежено 749 працівників сфери дії ІВ. За даними УЗД, у 121 (16,3%) пацієнта виявлено патологію ЩЗ. Їм проведено дослідження гормонального статусу цього органа з визначенням титру антитіл до ТПО, ТГ і МА. Для уточнення діагнозу і визначення тактики подальшого ведення тиреоїдних захворювань з ^{99m}Tc-пертехетатом проведено 25 хворим. Тонкоголкову аспіраційну біопсію вузлових утворів ЩЗ під контролем УЗД виконано 18 обстеженим віком 23–74 роки (середній вік — 48,5 р.).

У 121 (16,33%) обстеженого хворого виявлено патологію ЩЗ: АІТ, дифузну форму, — у 87 (71,9%); АІТ, змішану форму, — у 5 (4,1%); змішаний зоб — у 3 (2,6%); дифузний зоб — у 9 (7,4%); колоїдну кісту малих розмірів — у 9 (7,4%); кістозний зоб — у 2 (1,7%); вузловий зоб — у 5 (4,1%); багатовузловий зоб — у 1 (0,8%). Серед хворих з патологією ЩЗ найбільшу групу склали рентгенолаборанти — 39 (32,2%). Друге рангове місце зайняли інженери — 33 (27,3%), третє — молодший і середній медичний персонал — 20 (16,5%). Серед інших професій патологічні зміни в ЩЗ виявлено у лікарів-рентгенологів, робітників, техніків-дозиметристів і дефектоскопістів, у 16 (13,2%), 7 (5,8%), 3 (2,5%) і 3 (2,5%) випадках відповідно.

Тривалість роботи у сфері дії ІВ (рисунок 1) до виявлення патології ЩЗ складала від 0 до 38 років. При попередньому (перед вступом на роботу) огляді патологію ЩЗ було виявлено в 19 (15,7%) обстежених. Більшість пацієнтів — 26 (21,5%) працювали від 2 до 5 років у сфері дії ІВ до виявлення у них тиреоїдної патології.

За 1 рік на підставі обстеження усунені від роботи 3 (2,5%) працівники, хірургічне лікування проведено 2, у 32 (26,4%) діагноз знято або пацієнти перебували у стані ремісії. Без ознак рецидиву захворювання спостерігалися 8 (6,6%) хворих, які перенесли операцію на ЩЗ. У більшості випадків — 57 (47,1%) проводили гормонотерапію левотироксином натрію.

Патологію ЩЗ частіше діагностують (у 21,5%) через 2–5 років роботи у сфері дії ІВ. Серед патології ЩЗ найчастіше зустрічається АІТ, дифузна форма (71,9%), середній вік хворих — 48,5 року. Обов'язковий протокол обстеження включає огляд, УЗД, визначення гормонального статусу. При показаннях необхідно проводити тиреоїдну аспіраційну біопсію (ТАПБ), програму обстеження, пред-

ставлену на рисунку 2, треба проводити як на етапі встановлення діагнозу, так і при щорічному моніторингу.

Література

1. Малышев В. А // Мед. газета «Здоров'я України». — 2002. — № 2.
2. Спіженко Ю. П. Наслідки Чорнобильської катастрофи для здоров'я людини та діяльності установ охорони здоров'я // Тез. докл. науч.-практ. конф. «Чернобыль и здоровье людей» (Киев, 20–22 апр., 1993 г.). — К., 1993. — Ч. I — С. 1–2.
3. Клипка А. И., Цыбырна Г. А., Черный А. П., Гаврилов И. П. Способы улучшения ранней диагностики рака щитовидной железы // Тез. докл. II съезда онкол. стран СНГ: «Онкология», (Киев, 23–26 мая 2000 г.). — К., 2000. — С. 477.
4. Афанасьева З. А., Петров С. В., Хайрутдинова Г. Н. Возможности иммуноцитохимического метода исследования в определении цитогенеза злокачественных опухолей щитовидной железы // Там же. — 2000. — С. 468.
5. Лушников Е. Ф., Втюрин Б. М., Цыб А. Ф. Микрокарцинома щитовидной железы. — М.: Медицина, 2003. — 264 с.
6. Davies L., Welch H. G. // JAMA. — 2006. — Vol. 295, № 18. — P. 2164–2167
7. de Matos P. S., Ferreira A. P., Ward L. S. // Endocr. Pathol. — 2006. — Vol. 17, № 2. — P. 165–173.
8. Кондратьева Т. Т., Павловская А. И., Врублевская Е. А. // Практик. онкол. — 2007. — Т. 8, № 1. — С. 9–16.
9. Шойхет Я. Н., Баженова Е. А., Баженов А. А. // Пробл. клин. мед. — 2005. — № 2. — С. 126–132.
10. Sbetty S. K., Maber M. M., Habn P. F. et al. // AJR Am. J. Roentgenol. — 2006. — Vol. 187, № 5. — P. 1349–1356.
11. Давыдов Г. А., Олейник Н. А., Горобец В. Ф. Радионуклидные методы в комплексной диагностике рака щитовидной железы и его рецидивов и метастазов // Матер. VII Всерос. науч. форума (25–28 окт., Москва, 2006 г.) — М., 2006. — С. 66–67.
12. Giovanella L., Ceriany L., Maffioli M. // Head Neck. — 2010. — Vol. 32, № 5. — P. 568 — 571.
13. Назаренко Г. И., Кишунов А. А. Клиническая оценка результатов лабораторных исследований. — М.: Медицина, 2002. — 541 с.

О. В. Зінвалюк, Л. Л. Стадник

ДУ Інститут медичної радіології
ім. С. П. Григор'єва НАМН України, Харків

Оцінка професійного радіаційного ризику виникнення онкологічної патології в осіб, що працюють у сфері дії іонізуючого випромінювання

Assessment of professional radiation risk of cancer development in patients exposed to ionizing radiation at the place of work

Summary. Determining a distinct and informative criterion of the association between the potential occupational disease and the conditions of work is necessary for quick and effective work of check-up commissions in Ukraine. Main capabilities of these assessments of radiation risks of stochastic effects as such criterion are featured. The authors characterize the up-to-date models of determining such risks and discuss the problems of introduction of the suggested method for extensive use.

Key words: radiation risk, model of risk assessment, check-up commission, dose matrix, attributive risk, probability of causation.

Резюме. Определение четкого и информативного критерия установления связи потенциального профзаболевания с условиями труда — залог быстрой и эффективной работы диспансерных комиссий по всей Украине. Рассмотрены основные возможности применения оценок радиационных рисков стохастических эффектов в качестве подобного критерия. Дана сжатая характеристика современных моделей определения этих рисков и освещены проблемы, мешающие внедрению предлагаемого метода в широкую практику.

Ключевые слова: радиационный риск, модель оценки риска, диспансерная комиссия, дозовая матрица, атрибутивный риск, вероятность причинной обусловленности.

Ключові слова: радіаційний ризик, модель оцінки ризику, диспансерна комісія, дозова матриця, атрибутивний ризик, імовірність причинної обумовленості.

Останнім часом усе більше працівників атомної, а особливо урановидобувної, промисловості звертаються до спеціалізованих диспансерних комісій із проханням установлення факту професійного онкологічного захворювання. У зв'язку з цим виникає потреба в певному наборі критеріїв, які дозволять досить аргументовано й при найменших витратах коштів і часу зробити аналіз кожного клінічного випадку. Оцінка ризику індукції віддалених радіаційно-зумовлених стохастичних ефектів, до числа яких входять онкологічні захворювання, — один із найбільш коректних способів уведення конкретних кількісних критеріїв при встановленні зв'язку захворювань із професійною діяльністю [1].

Оцінка онкологічних ризиків, обумовлених впливом іонізуючих випромінень (ІВ), є предметом розгляду кількох доповідей міжнародних організацій, таких як Міжнародна Комісія з радіаційного захисту (ICRP, 1991) і Науковий Комітет ООН з питань ефектів атомної радіації (UNSCEAR, 1977, 1988, 1994) протягом кількох останніх десятиліть [2].

Сучасні моделі радіаційних ризиків онкологічних захворювань і смертності від них ґрунтуються передусім на епідеміологічних даних японської когорти. В 1950 році для вивчення наслідків впливу радіації на людину в Японії відкрили спеціальний фонд. Нині він має назву Radiation Effects Research Foundation (RERF). Мета фонду — довічне спостереження за когортою осіб, опромінених при бомбардуванні японських міст Хіросіма й Нагасакі в 1945 р. Ця когорта, первинно сформована в 1950 р., отримала назву Life Span Study (LSS), тобто довічне дослідження. На даний момент когорта має найбільшу статистичну потужність, однак завдяки обмеженому терміну життя покоління має обмежений «статистичний ресурс». Слід зауважити, що існують також істотні відмінності й у режимі опромінення, адже ризик, зумовлений гострим разовим опроміненням, який є характерним для мешканців Хіросіми та Нагасакі (когорта LSS), не є еквівалентним ризику від пролонгованого професійного опромінення при однакової

накопиченій дозі. Окрім цього, статистичні розподіли когорти LSS, не можуть бути безпосередньо перенесені на інші популяції через відмінності в умовах оточуючого середовища, харчування, звичках тощо. Вони потребують екстраполяції з урахуванням фонові захворюваності у цільовій популяції [2].

Залежно від цілей формування тих або інших моделей, дані японської когорти доповнюються результатами медичних епідеміологічних досліджень (пацієнти, опромінені з терапевтичною або діагностичною метою) і відомостями професійних реєстрів (працівники підприємств гірничо-видобувної промисловості й атомної енергетики).

Як відомо, у Публікації 60 МКРЗ [3] основне завдання оптимізації захисту окреслювалося в термінах колективної дози. Однак, згідно до Публікації 103 МКРЗ, — «велика доза на невелику кількість людей не еквівалентна малій дозі на велику кількість людей, навіть якщо обидва випадки дорівнюють однакової колективній дозі» [4]. Це стає очевидним, якщо відмітити той факт, що колективна доза певної популяції зумовлена значним опроміненням окремих невеликих груп людей. Саме представники цих груп ризику матимуть найбільшу вірогідність виникнення онкологічних захворювань. Сьогодні ця концепція набуває все більшого поширення. Так, у Російській Федерації працює програма, у рамках якої на основі індивідуальних дозових матриць працівників атомної енергетики формуються групи ризику для надання адресної допомоги [1].

До 1980-х років для опису й обчислення онкологічних ризиків, спричинених опроміненням, використовували дві досить прості моделі. Основними розробниками виступили національні й міжнародні комітети, зокрема Комітет з Біологічних ефектів іонізуючої радіації (BEIR), Науковий комітет з ефектів атомної радіації при Організації Об'єднаних Націй (UNSCEAR) і Міжнародна комісія з радіологічного захисту (ICRP). Перша — постійна в часі модель проєкції абсолютного (або надлишкового) ризику, припускає, що після деякого латентного періоду надлишковий ризик раку постійний. Другою є постійна в часі відносна (або мультиплікативна) проєкційна модель ризику, яка припускає, що, після одержання дози випромінення й деякого латентного періоду ризик раку підвищується пропорційно фоновому ризику. Значною мірою завдяки додатковим рокам спостереження за когортою LSS, стало відомо, що відносна модель ризику відповідає даним щодо солідних раків набагато краще, ніж абсолютна модель. Із цієї причини МКРЗ і більшість інших наукових комітетів схильні використовувати відносну модель ризику, а не абсолютну для розрахунку ризику смерті від солідних раків протягом

життя. Далі коротко охарактеризовані основні існуючі моделі.

BEIR V — лінійно-квадратична модель ризику смертності від радіаційно-індукованих онкологічних захворювань (1990 р.).

UNSCEAR-94 — базова модель НКДАР ООН для оцінки радіаційних ризиків (1994 р.).

Обидві зазначені вище моделі засновані на результатах епідеміологічних досліджень когорти LSS до 1989 р.

BEIR IV, BEIR VI (Vismut, Радон-2011) — моделі ризику смерті від раку легенів, зумовленої впливом радону й дочірніх продуктів його розпаду (2004 р.). Перша її версія — модель BEIR IV — була опублікована ще в 1988 р. Після накопичення й аналізу нових даних епідеміологічних досліджень була розроблена друга, більш досконала версія — модель BEIR VI. Опублікована в 1999 р., вона використовувалася в цілому ряді робіт з оцінки ризику впливу радону на здоров'я населення. Розробка моделі ґрунтувалася на епідеміологічних дослідженнях з 11 різних когорт із 60 тис. гірників Європи, Північної Америки, Азії й Австралії. В цьому дослідженні було зафіксовано 2,6 тис. випадків смерті від раку легенів [5].

BEIR VII (RadRAT) — модель, заснована на уточнених даних когорти LSS, що враховує як смертність, так і захворюваність. Стали доступними дані про захворюваність на рак з канцер-реєстрів після атомного бомбардування Хіросіми й Нагасаки (13 000 випадків солідних раків) і кількість смертельних випадків від солідних форм раку, доступних для аналізу, майже подвоїлася (10 000 смертельних випадків).

BEIR VII дозволяє одержати оцінки як захворюваності на рак (включаючи не смертельні випадки), так і смертності, тоді як попередні були зосереджені виключно на смертності. Крім цього, така модель дозволяє оцінити також довірчі інтервали для отриманих оцінок.

Наявні дані дозволили розробити оцінки для одинадцяти різних локалізацій раку (ще 7 додані в модифікації RadRAT 2012 р.) і лейкозу.

Ризики раку — надзвичайно залежні від віку й, у загальному випадку, різко зростають до старості. Однак, у деяких ситуаціях, як за раку грудної залози, зміна фонового ризику раку з віком ускладнена. Складні обставини також із ризиком раку легенів. Паління й пролонговане опромінення випромінювачами альфа-частинок, що потрапили у легені з димом, призводить до мультиплікативного зростання ризику захворюваності на рак.

Для визначення довічного ризику захворюваності й/або смертності від професійного радіаційно-зумовленого онкологічного захворювання необхідні такі основні дані:

Таблиця 1

Дозова матриця пацієнта

Рік опромінення	Вік при опроміненні	Доза на легені, мЗв
1982	18	38,03
1983	19	140,71
1984	20	54,12
1985	21	25,76
1986	22	35,03
1987	23	52,08
1988	24	52,08
1989	25	50,17
1990	26	47,17
1991	27	54,67
1992	28	60,94
1993	29	38,03
1994	30	28,76
1995	31	34,08
1996	32	42,26
1997	33	45,67
1998	34	40,35
1999	35	17,85
2000	36	16,08
2001	37	12,40
2002	38	14,58
2003	39	25,49
2004	40	23,99
2005	41	19,90
2006	42	29,03
2007	43	26,44
2008	44	14,72
2009	45	10,22
2010	46	10,22

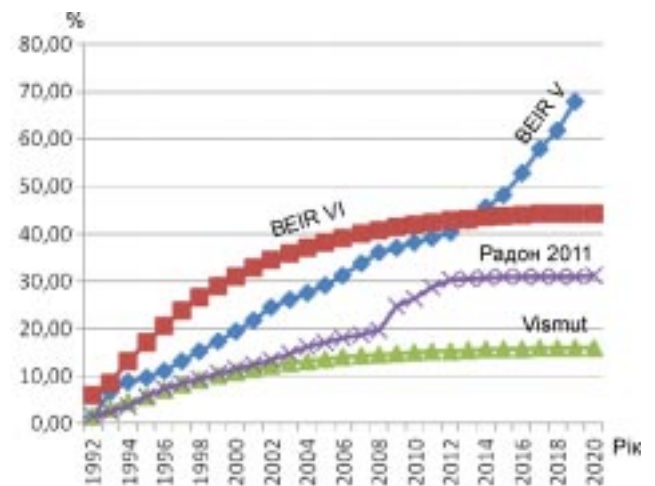


Рисунок 1. Прогноз атрибутивного ризику, згідно з різними моделями

вік в момент опромінення;
отримана доза;
час, що спливає після опромінення (поточний вік);

локалізація онкологічного захворювання.

На основі перелічених вище даних обчислюються надлишкові ризики:

EAR — надлишковий абсолютний ризик — перевищення кількості спостережуваних випадків захворювання над очікуваними, викликане опроміненням.

ERR — надлишковий відносний ризик — відношення EAR до очікуваної захворюваності.

Саме в способах математичного опису надлишкових ризиків і відрізняються зазначені моделі.

Усі існуючі моделі можуть бути застосовані як для прогностичних цілей, так і для встановлення факту наявності зв'язку вже діагностованого захворювання з попереднім опроміненням. Моделі дозволяють визначити атрибутивний ризик онкологічного захворювання або ж установити ймовірність того факту, що причиною вже діагностованого захворювання є попереднє опромінення. У зв'язку з цим необхідно уточнити семантичні відмінності таких понять:

атрибутивний ризик (Attributive risk, AR) — прогноз ймовірності виявлення онкологічного захворювання, по закінченні заданого часу після опромінювання;

ймовірність причинної обумовленості (Probability of causation, PC) — ймовірність того факту, що наявне онкологічне захворювання обумовлене попереднім опроміненням.

Дані величини пов'язані з надлишковим ризиком таким співвідношенням:

$$AR = ERR / (ERR + 1) \cdot 100 = PC, \%$$

Як приклад, в таблиці 1 представлена дозова матриця пацієнта М. з онкологічним захворюванням легенів. Значення органної дози легенів були ретроспективно реконструйовані на основі санітарно-гігієнічних характеристик змісту роботи пацієнта.

На рисунку 1 представлені криві прогнозу атрибутивного ризику для розглянутого випадку, розраховані за різними моделями.

Оцінка ймовірності радіаційної обумовленості онкологічних захворювань професіоналів — відносно простий експрес-метод установлення зв'язку захворювання з умовами праці. Однак для впровадження оцінок ризиків як критерію для диспансерних комісій необхідно на нормативному рівні розв'язати серію проблем, пов'язаних із установленням єдиного протоколу процедури оцінювання ризиків:

- формування критеріїв установлення зв'язку профзахворювання з умовами праці (згідно з ре-

комендаціями НКДАР ООН, критерієм для встановлення зв'язку є значення вірогідності причинної обумовленості на рівні 10% для солідних пухлин та 50% для лейкозів [3]);

- вибір оптимальної моделі (тому що оцінки, отримані на основі різних моделей, можуть значно відрізнятися);

- удосконалення методики ретроспективної оцінки доз пацієнтів;

- проблема екстраполяції ризиків (необхідність корекції існуючих моделей на національний тренд фонові захворюваності, тому що діючі моделі були сформовані на основі переважно японської LSS-когорти).

Слід також урахувати, що виконання останнього завдання вимагає ґрунтовного аналізу даних національних канцер-регістрів для накопичення достатньої потужності статистичної вибірки.

Література

1. Иванов В.К., Цыб А.Ф., Панфилов А.П., Агапов А.М. Оптимизация радиационной защиты: «Дозовая матрица». — М.: ОАО «Изд-во «Медицина», 2006. — 304 с.
2. Methods for estimating the probability of cancer from occupational radiation exposure — Vienna: IAEA, 1996. — 55 p.
3. Рекомендации МКРЗ 1990 г. Публикация 60 МКРЗ. 4.1 / Пер. с англ. — М.: Энергоатомиздат, 1994. — 134 с.
4. ICRP. Recommendations of the International Commission on Radiologic Protection // Ann. ICRP. — 2008. — Vol. 37, № 2–4. — ICRP Publication 103. — 344 p.
5. Демин В.Ф., Жуковский М.В., Иванов С.И., Ярмошенко И.В. // Мед. радиол. и рад. безоп. — 2011. — № 5. — С. 21–30.

Л.Л. Стадник, О.В. Зінвалюк

ДУ Інститут медичної радіології
ім. С.П. Григор'єва НАМН України, Харків

Методичні підходи до оцінки доз внутрішнього опромінення підземних працівників уранових рудників

Methodological approaches to assessment of internal irradiation dose in underground workers of uranium mines

Summary. A short review of main principles of retrospective assessment of the doses of internal irradiation was made in the workers of uranium industry used in the practice of central check-up commission of S.P. Grigoriev Institute for Medical Radiology (Academy of medical Sciences of Ukraine). The algorithm of calculation of effective and equivalent doses based on sanitary-hygienic characteristics of the conditions of work according to the effective norms of radiation safety was described.

Key words: dose retrospective assessment, workers of uranium mines, uranium long-living radionuclides, radon decay daughter products, sanitary-hygienic characteristics.

Резюме. Приведен краткий обзор основных принципов проведения ретроспективной оценки доз внутреннего облу-

чення работников уранодобывающей промышленности, использующихся в практике центральной диспансерной комиссии ГУ «Институт медицинской радиологии им. С.П. Григорьева НАМН Украины». Описан алгоритм вычисления эффективных и эквивалентных доз на основе санитарно-гигиенических характеристик условий труда, согласно действующим Нормам радиационной безопасности.

Ключевые слова: ретроспективная оценка доз, работники урановых рудников, долгоживущие радионуклиды уранового ряда, дочерние продукты распада радона, санитарно-гигиеническая характеристика.

Ключові слова: ретроспективна оцінка доз, робітники уранових рудників, довгоживучі радіонукліди уранового ряду, дочірні продукти розпаду радону, санітарно-гігієнічна характеристика.

Серед усіх випадків медичної експертизи професійних захворювань найбільш важкими є ті, що пов'язані з необхідністю експертизи онкологічних захворювань в осіб, які працюють із джерелами іонізуючих випромінень (ІВ). Це пояснюється тим, що для кожного випадку виявлення онкологічного захворювання необхідно проводити реконструктивну оцінку доз професійного опромінення за період роботи у сфері дії ІВ, а саме: розрахунок ефективних і еквівалентних доз опромінення.

Основною метою таких оцінок є зіставлення розрахункових доз опромінення працівника з межами доз персоналу категорії А, встановленими Нормами радіаційної безпеки України, в період роботи конкретної людини із джерелами іонізуючих випромінень.

У роботі центральної диспансерної комісії ДУ «Інститут медичної радіології ім. С.П. Григор'єва НАМН України» найчастіше трапляються випадки, що вимагають проведення медичної експертизи професійних захворювань і проведення реконструкції доз опромінення, особливо при виникненні раку легень і верхніх дихальних шляхів, а також нирок і сечового міхура у підземних працівників уранових рудників ДПСхідГОК (уранові шахти Кіровоградської і Дніпропетровської областей). Зазначені органи належать до ряду критичних при роботі в умовах уранових шахт [1].

Зважаючи на відсутність на уранових шахтах індивідуального дозиметричного контролю зовнішнього і внутрішнього опромінення підземних працівників, визначення ефективних доз опромінення проводиться за результатами моніторингу рівнів випромінювання на різних робочих місцях гірників.

Оцінка дози зовнішнього опромінення проводиться за даними вимірювань потужності експозиційної дози, густини потоків заряджених частинок та інших параметрів радіаційного контролю з урахуванням тривалості виконання робіт у сфері дії джерел радіації.

Оцінка дози внутрішнього опромінення є найбільш складним завданням унаслідок відсутності прямих методів дозиметрії такого опромінення. Розрахунок доз внутрішнього опромінення персоналу проводиться на підставі результатів радіаційного моніторингу концентрації різних радіонуклідів у повітрі робочої зони, рівнів радіоактивного забруднення різних поверхонь і подальшої оцінки рівнів радіоактивних речовин, що потрапили до організму конкретного працівника.

Дані про значення радіаційних параметрів на різних ділянках уранових шахт наводяться в санітарно-гігієнічних характеристиках конкретного працівника уранової шахти. За кожний рік роботи в характеристиці представлені дані про усереднені значення вимірюваних радіаційних параметрів.

При проведенні реконструктивної оцінки доз професійного опромінення працівників уранових шахт необхідно виходити із сукупної дії шкідливих виробничих чинників, якої зазнає персонал при виконанні як підземних, так і наземних робіт, а саме: рудного пилу, що містить довгоживучі радіонукліди уранового ряду (ДЖАУ); радону і дочірніх продуктів розпаду (ДПР); зовнішнього гамма-випромінення.

Опромінення внутрішніх органів працівників уранових шахт відбувається за рахунок інкорпорації через дихальні шляхи уранового пилу і дочірніх продуктів розпаду радону. Для розрахунку доз внутрішнього опромінення використовують результати вимірювань таких параметрів: вміст шахтного пилу в повітрі робочої зони; концентрація аерозолів альфа-радіонуклідів уранового ряду (для визначення надходження ДЖАУ з вдихуванням повітрям); вміст радону і ДПР у повітрі (рівні надходження радіоактивних речовин); коефіцієнт розчинності радіонуклідів; рівні забруднення робочих поверхонь; коефіцієнти ефективності використовуваних засобів індивідуального захисту (респіраторів).

З огляду на конкретні умови роботи на різних ділянках, при реконструкції дози професійного опромінення працівників оцінюють ефективну дозу зовнішнього опромінення від гамма-випромінення і внутрішнього опромінення внаслідок дії радону і ДПР, шахтного пилу, а також еквівалентні дози внутрішнього опромінення для найрадіочутливіших органів (легені, кістки і т.ін.).

Для урану і продуктів розпаду радону критичними органами є легені і верхні дихальні шляхи (бронхи), а також червоний кістковий мозок.

Сумарна ефективна доза працівника оцінюється як сума ефективних доз зовнішнього і внутрішнього опромінення. Ефективна доза зовнішнього

гамма-випромінення за n років визначається за формулою [2]

$$E_{\text{зовн}} = \sum_{i=1}^n E_{i \text{ зовн}}$$

Ефективна доза внутрішнього опромінення відповідно:

$$E_{\text{вн}} = \sum E_{i(\text{вн})} = \sum \sum (H_i \cdot w_i),$$

де H_i — еквівалентні дози внутрішнього опромінення для окремих органів, у нашому випадку — лише на легені і кістки (доза на інші органи прирівнювали до нуля);

w_i — зважувальний тканинний чинник: для кісток — 0,01, для легенів — 0,12.

Доза внутрішнього опромінення легенів і кісток за рахунок ДЖАУ при інгаляційному надходженні довгоживучих радіонуклідів уранового ряду оцінюється з урахуванням припущень, які дозволяють говорити лише про верхню межу дози, що відповідає вимогам реконструкції дози:

- за відсутності даних про розчинність сполук альфа-активних речовин у розрахунках виходять з найбільш несприятливого випадку, коли коефіцієнт розчинності для легенів $K_{\text{розч}} = 0$, а для кісток $K_{\text{розч}} = 1$;

- для невідомого складу аерозольної суміші припускають, що граничне допустиме надходження (ГДН) радіонуклідів за рік по певному критичному органу призводить до здобуття даним органом гранично допустимої дози за рік.

$$D_{\text{внутрДЖАУ}} = ПД_A \cdot (РН_{\text{ДЖАУ}} / ПН_{\text{ДЖАУ}}),$$

де $ПД_A$ — межа дози для легенів (150 мЗв/рік), кісток (300 мЗв/рік) згідно з Нормами радіаційної безпеки НРБ 76/87. У Нормам радіаційної безпеки України (НРБУ-97) межа дози для легенів не встановлена, проте, може бути обчислена з $ПД_A$ — ефективної дози для персоналу категорії А;

$РН_{\text{ДЖАУ}}$ — реальне надходження ДЖАУ, розраховане за даними про концентрацію шахтного пилу в повітрі робочих приміщень;

$ДН_{\text{ДЖАУ}}$ — допустиме надходження ДЖАУ — для легенів дорівнює 0,065 мкКі/рік, для кісток — 0,023 мкКі/рік); мкКі/рік

$$РН_{\text{ДЖАУ}} = 2,7 \cdot 10^{-14} \cdot C_u \cdot C_n \cdot K_1 \cdot V_A \cdot 10^6,$$

де C_u — концентрація шахтного пилу в повітрі робочих приміщень, мг/м³;

$C_n, \%$ — вміст U-238 у пилу; (за даними СГХ — 0,07%),

K_1 — коефіцієнт ефективності респіратора, (вважається таким, що дорівнює 1);

V_A — стандартний об'єм вдихуваного повітря для персоналу категорії А за рік, що дорівнює — $2,5 \cdot 10^6$ л/рік (згідно з Нормами радіаційної безпеки України (НРБУ-97) $V_A = 2,04 \cdot 10^6$ л/рік) [2].

Таким чином, розроблені алгоритми розрахунку доз внутрішнього опромінення працівників уранових рудників дозволяють проводити як оцінки ефективних доз внутрішнього опромінення, так і еквівалентних доз на окремі критичні органи і тканини.

Водночас необхідно зазначити, що достовірність реконструктивних оцінок доз професійного опромінення багато в чому залежить від повноти і достовірності відомостей про умови професійної шкідливості на певних ділянках уранових шахт (радіаційні параметри опромінення), представлені у санітарно-гігієнічних характеристиках. При проведенні реконструкції індивідуальних доз внутрішнього опромінення неможливо врахувати всі особливості умов праці конкретної людини, тому реконструктивні оцінки дозволяють говорити лише про порядок очікуваної дози за розглянутих умов опромінення персоналу. При отриманні будь-яких додаткових відомостей про умови опромінення, необхідно провести повторну реконструкцію дози працівника.

Література

1. Салтыков Л.О., Шалаев И.Л., Лебедев Ю.А., Горбушина Л.В. Радиационная безопасность при разведке и добыче урановых руд. — М.: Атомиздат, 1977. — 208 с.
2. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97). Державні гігієнічні нормативи. — К.: Відділ поліграфії УкрЦентру держсанепідзору МОЗ України, 1997. — 121 с.