

**ВИЗНАЧЕННЯ АКТИВНОСТІ РАДІОНУКЛІДІВ ^{137}Cs , ^{60}Co
ІНГАЛЯЦІЙНОГО ПОХОДЖЕННЯ В ОРГАНІЗМІ ЛЮДИНИ
З УРАХУВАННЯМ АНТРОПОМЕТРИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК
ЗА ДОПОМОГОЮ ЕКСПЕРТНОГО ЛІЧИЛЬНИКА
ВИПРОМІНЮВАННЯ ЛЮДИНИ**

В. О. Пікта, О. М. Перевозніков*, В. В. Василенко, Г. М. Задорожна

Науковий центр радіаційної медицини (НЦРМ) АМН, Київ

** Інститут проблем безпеки АЕС НАН України, Чорнобиль*

За допомогою експертного лічильника випромінювання людини (ЛВЛ) досліджено зв'язок між інтенсивністю лічби детекторів та вмістом інкорпорованого ^{60}Co „інгаляційного” походження у вигляді „гарячих” частинок у пацієнтів з легeneвими накопиченнями ^{60}Co залежно від їх антропометричних характеристик. Оцінка активності інкорпорованого ^{60}Co проведена в інтервалі від мінімально детектованої активності до 800 Бк, однак нові майбутні вимірювання мають як покращити оцінку активності, так і розширити діапазон оцінки.

Вступ

За останні 11 років на експертному ЛВЛ НЦРМ було обстежено біля тисячі осіб з досить широким діапазоном вмісту радіонуклідів в організмі. Умовно їх можна поділити на три групи за шляхами надходження в організм: 1) через органи травлення; 2) через органи дихання; 3) двома вищезгаданими шляхами. Переважна більшість обстежених пацієнтів, які мали певний вміст радіонуклідів (в основному ^{137}Cs), складає першу групу. І лише близько 2 % обстежених мали „інгаляційну” компоненту у вигляді нерозчинної фракції радіоактивних елементів, що локалізувалася, наприклад, у легенях або (та) трахеобронхіальних вузлах. Нестандартний розподіл (у порівнянні з розподілом, обумовленим надходженням через органи травлення) радіонуклідів в організмі вимагає індивідуального підходу до визначення активності, створення особливих умов щодо геометрії вимірювання, джерел випромінювання із заданим розподілом та активністю або відповідних фантомів. Ураховуючи невелику кількість обстежених та вищезгадані особливості вимірювань, створення узагальнюючої моделі розрахунку активності для випадку інгаляційного надходження радіонуклідів з урахуванням антропометричних характеристик – досить непросте завдання. І все ж кроки в напрямку узагальнення результатів таких вимірювань та намагання виявити певні залежності між швидкістю лічби детектора та активністю з урахуванням антропометричних характеристик було зроблено.

У випадках, коли вміст радіонуклідів в організмі людини нижче допустимого рівня [1], достатньо знати приблизну оцінку активності, не вдаючись до складної процедури такого розрахунку, що часто вимагає коштовних фантомів. Приблизна оцінка не потребує тривалого часу й може бути достатньою для прийняття рішення щодо медичних заходів стосовно до пацієнта, який може потребувати термінового лікування.

Мета дослідження. Установлення залежності між інтенсивністю лічби детектора у вікні реєстрації ^{60}Co та активністю інкорпорованого в легенях ^{60}Co для створення узагальнюючої моделі розрахунку вмісту для випадків інгаляційного надходження радіонуклідів з урахуванням антропометричних характеристик.

Матеріали та методи. Для вивчення такої залежності було відібрано 30 пацієнтів з вмістом радіоактивного ^{60}Co інгаляційного походження. Серед пацієнтів, які досліджувались за останні 11 років, зустрічались також випадки вмісту радіоактивного ^{137}Cs та інших елементів (^{54}Mn , ^{106}Ru) інгаляційного походження, але для аналізу, узагальненя і висновків бракувало достатньої кількості осіб. Тому висновки було зроблено лише для ^{60}Co .

До категорії досліджуваних пацієнтів належали виключно чоловіки віком від 31 до 66 років. Їх біографічні дані свідчать про великий досвід роботи на об'єктах, де існує велика ймовірність контакту з джерелами іонізуючого випромінювання. Це ліквідатори аварії на ЧАЕС, персонал АЕС, будівельники (часто зварювальники), робітники, які були задіяні на профілактичних роботах пароводяних контурів, у реакторних цехах, на роботах при укладанні та ремонті трубопроводів на АЕС тощо.

Усі вимірювання були виконані за допомогою експертного ЛВЛ [2, 3, 4] НЦРМ АМН України.

Швидкість лічби від ^{60}Co на сцинтиляційному NaI(Tl) детекторі записувалась в енергетичному інтервалі реєстрації ^{60}Co для лінії 1117 кеВ (рис. 1).

Для кожного пацієнта заповнювалась анкета, де з поміж іншої інформації заносились дані про вік, зріст, вагу. Для кожного з цих пацієнтів окремо було обчислено активність ^{60}Co .

Для аналізу було відібрано випадки вмісту радіоактивного ^{60}Co , коли джерело випромінювання можна вважати точковим, при цьому воно знаходиться в нерозчинній формі й має фіксоване положення в тілі людини.

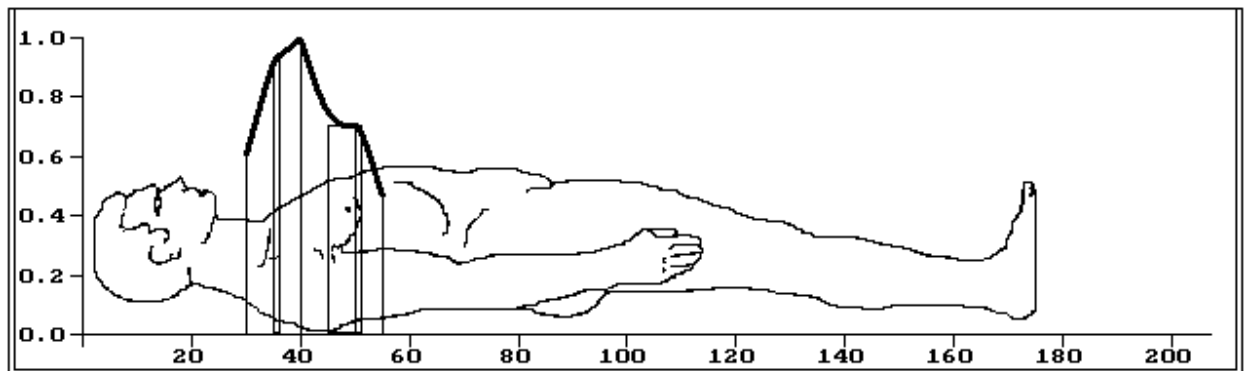


Рис. 1. Розподіл ^{60}Co в організмі людини, що надійшов інгаляційним шляхом, інтенсивність лічби (відн. од.).

Результати досліджень

Оскільки всі обрані пацієнти мають джерело випромінювання в дихальному тракті, що відповідає верхній частині тулуба, то для аналізу достатньо розглянути інтенсивність відліку лише від 1, 2, та 3-го сцинтиляційного NaI(Tl) детектора (А, В, С) спектрометричної „лінійки” [3]. Залежно від положення джерела випромінювання відносно дихального тракту співвідношення швидкостей лічби між детекторами буде різним: для одного й того ж пацієнта з однією й тією ж „гарячою” частинкою швидкості лічби будуть істотно відрізнятися, наприклад при розташуванні „частинки” в нижній частині легень та у випадку фіксованого положення в трахеобронхіальних вузлах. Тому, окрім знання абсолютного значення швидкості лічби для одного детектора, потрібно знати наскільки вона відрізняється від швидкості лічби на інших детекторах. У переважній більшості випадків найбільша швидкість лічби від ^{60}Co припадає на другий детектор В. Тому зручно прийняти її за одиницю, співвідношення швидкості лічби В/А позначити x , а В/С відповідно y . Для визначення залежності між швидкістю лічби на детекторі В та активністю зручно згрупувати всі виміри за ознакою, що описує геометричне положення джерела в тілі людини. У першу групу пацієнтів віднесемо тих, для яких $0,7 < x < 1,25$, $y > 2,6$ (рис. 2) (геометрично це відповідає випадку, коли джерело знаходиться приблизно на рівній відстані до детекторів А та В), у другу - $1,44 < x < 2,1$, $1,3 < y < 3$ (рис. 3), у третю - $1,4 < x < 2,4$, $y > 5,4$ (рис. 4). Методом найменших квадратів було визначено коефіцієнти лінійної функції, що описує зв'язок швидкості лічби з активністю. Отримані залежності побудовані для пацієнтів, зріст h (см) і вага m (кг) яких задовольняє співвідношенню

$$|h - m - 100| < 10. \quad (1)$$

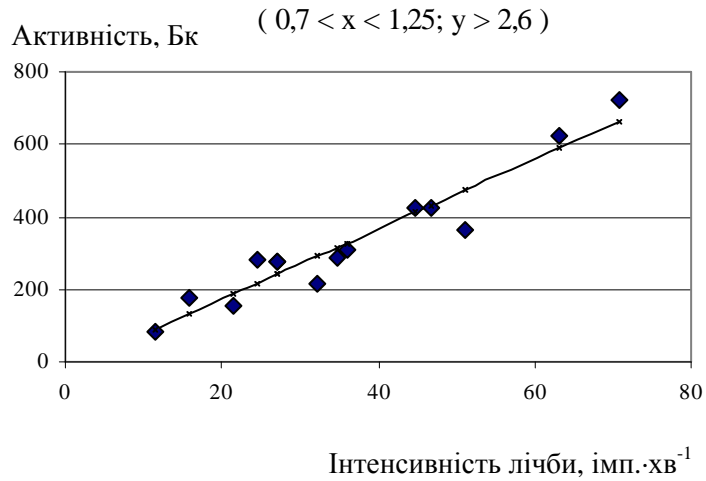


Рис. 2. Залежність інтенсивності лічби детектора В для першої групи пацієнтів.

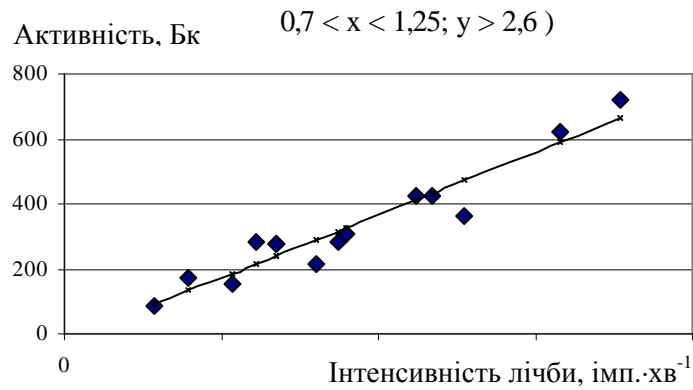


Рис. 3. Залежність інтенсивності лічби детектора В для 2-ї групи пацієнтів.

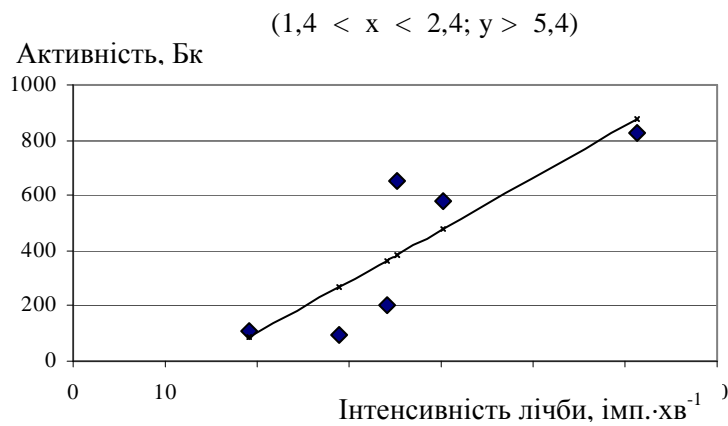


Рис. 4. Залежність інтенсивності лічби детектора В для третьої групи пацієнтів.

Для інших пацієнтів ця залежність суттєво відрізняється, для її побудови потрібна більш велика кількість вимірювань невисоких пацієнтів із великою вагою та високих із малою вагою.

Висновки

1. На основі обмеженої кількості результатів обстеження пацієнтів з вмістом інкорпорованого ^{60}Co “інгаляційного” походження розпочато створення узагальнюючої моделі розрахунку активності для випадку інгаляційного надходження радіонуклідів з урахуванням антропометричних характеристик пацієнта.

2. За встановленими залежностями зроблено попередні оцінки активності інкорпорованого в легенях ^{60}Co , спираючись на інтенсивність лічби та враховуючи обмеження на антропометричні характеристики пацієнта.

3. З наведених даних можна зробити оцінку в інтервалі від МДА (мінімально детектована активність) до 800 Бк, при цьому оцінка в області більш високих значень інтенсивностей очікується менш точною через невелику кількість даних про пацієнтів з високим вмістом радіоактивного кобальту. Однак нові майбутні вимірювання мають як покращити оцінку активності, так і розширити діапазон оцінки.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97); Державні гігієнічні нормативи.* – К.: Відділ поліграфії Українського центру держсанепіднагляду МОЗ України, 1997. - 121 с.
2. *Пикта В.О., Василенко В. В. Expert whole Body Counter-assisted in vivo methods of radionuclides distribution assessment in human body // Проблеми радіаційної медицини та радіобіології: Зб. наук. праць. –2005. – Вип. 11. – С. 279 - 285*
3. *Перевозников О.Н., Ключников А.А., Канченко В.А. Индивидуальная дозиметрия при радиационных авариях: монография / Под ред. О. Н. Перевозникова. – Чернобыль: Ин-т проблем безопасности АЭС НАН Украины, 2007. – 200 с.*
4. *Опыт использования экспертного СИЧ по оценке уровней ингаляционно поступивших радионуклидов цезия / О. Н. Перевозников, Л. А. Литвинец, В. В. Василенко, В. А. Пикта // Проблеми Чорнобиля. – 2002. – Вип. 10. – С. 87 - 93.*

Надійшла до редакції 10.12.08