



УКРАЇНА

(19) UA (11) 47695 (13) A

(51) 6 G01T1/161

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВИНАХІДВИДАЄТЬСЯ ПІД  
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ  
ВЛАСНИКА  
ПАТЕНТУ

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ РАДІОІЗОТОПІВ ЦЕЗІЮ В ЛЕГЕНЯХ ЛЮДИНИ

1

2

(21) 2001075312

(22) 25 07 2001

(24) 15 07 2002

(46) 15 07 2002, Бюл. № 7, 2002 р.

(72) Перевозников Олег Миколайович, Литвинець  
Леонід Олександрович(73) НАУКОВИЙ ЦЕНТР РАДІАЦІЙНОЇ МЕДИ-  
ЦИНИ АМН УКРАЇНИ(57) Спосіб визначення вмісту радіоізоотопів цезію  
в легенях людини, який полягає у тому, що  
вимірюють інтенсивність фотонного випромінюван-  
ня, ідентифікують за енергетичними діапазонами  
типи ізоотопів, визначають інтенсивність фотонного  
випромінювання в імпульс/одиночку часу в окре-  
мих ділянках тіла для радіоізоотопів, який  
відрізняється тим, що вимірюють інтенсивністьфотонного випромінювання цезію і калію в  
імпульс/одиночку часу в окремих ділянках тіла і  
одночасно з визначенням інтенсивності фотонного  
випромінювання радіоізоотопів цезію визначають  
інтенсивність фотонного випромінювання природ-  
ного радіоізоотопу калію, порівнюють відношення  
інтенсивностей радіоізоотопів цезію і калію для  
кожної окремої ділянки тіла і при значеннях відно-  
шення фотонної інтенсивності цезію до калію,  
рівних одиниці на кожній ділянці тіла, судять про  
наявність розчинної форми радіоізоотопів цезію -  
харчового надходження, а при значеннях відно-  
шення цезію до калію, рівних одиниці на ділянці  
легень і менше одиниці на інших ділянках тіла,  
судять про наявність нерозчинної форми  
радіоізоотопів цезію - інгаляційного надходження

Винахід відноситься до ядерної фізики, зокре-  
ма до засобів виміру іонізуючих випромінювань,  
і може бути використаний для якісного і кількісного  
визначення нерівномірно розподіленого (локаль-  
ного) вмісту радіоізоотопів цезію ( $^{137}\text{Cs}$ ) в окре-  
мих органах людини, наприклад легенях, на фоні  
рівномірно розподілених по всьому організмі ра-  
діоізоотопів цезію

Таке змішане накопичення радіоізоотопів у ор-  
ганізмі має місце у випадку радіаційних аварій і  
експлуатації ядерних об'єктів при різних шляхах  
надходження радіоізоотопів цезію "харчовому" - із  
продуктами харчування й інгаляційному - із повіт-  
рем при подиху, а так само при поверхневому за-  
брудненні шкірних покривів. Визначення окремо  
вмісту радіоізоотопів цезію в легенях має принци-  
пово важливе значення при оцінці доз внутріш-  
нього опромінення, так як допустимі рівні вмісту  
розчинного радіоізоотопів цезію для всього тіла і  
нерозчинного радіоізоотопів цезію інгаляційного  
надходження тільки для легень розрізняються в  
десятки разів (Норми радіаційної безпеки України -  
97)

Відомий спосіб визначення вмісту (кількості)  
різних радіоізоотопів за їхнім фотонним випроміню-  
ванням тіла людини з використанням лічильників

випромінювання людини (GENNA ANALYTICAL  
METHODS IN WHOLE-BODY COUNTING CLINI-  
KAL USES OF WHOLE-BODY COUNTING Intern-  
tional Atomic Energy Agency, VIENNA, 186 s, 1966)  
Спосіб полягає у вимірюванні радіоактивного фо-  
тонного випромінювання з тіла людини детекто-  
рами різних типів і при різних геометріях (наяв-  
ності або відсутності захисту від фону, взаємному  
розташуванні детекторів і людини). Проводять  
гамма-спектрометричний вимір людини (тіла), що  
містить радіоізоотопи. Випромінювання вимірюють  
кількісно в одиницях інтенсивності (ім-  
пульс/одиночку часу) за допомогою детектора в  
кожному окремому енергетичному діапазоні (об-  
ласть фотопіку), характерному для конкретного  
радіоізоотопу (тобто якісне визначення наявності  
радіоізоотопів, наприклад фотопік 661 keV для  $^{137}\text{Cs}$ )  
та за інтенсивністю через калібрувальний коефіці-  
єнт визначають кількість інкорпорованого радіоізо-  
топу в одиницях активності (Бк, Ки) на весь орга-  
нізм, а за енергетичним діапазоном ідентифікують  
цей радіоізоотоп

Основним недоліком способу є неможливість  
його використання для визначення кількості ра-  
діоізоотопів, зокрема радіоізоотопів цезію, в окремих  
органах при нерівномірному розподілі по організмі

(19) UA (11) 47695 (13) A

Відомо спосіб непрямого визначення кількості радіоізоотопів цезію інгаляційного й харчового надходження, який полягає у тому, що роздільно вимірюють кількість радіоізоотопів цезію в пробах повітря, що видихається та у сечі, а не в тілі людини. Однак у пробі повітря вимірюється тільки інгаляційна складова радіоізоотопів цезію, а в пробі сечі - "харчова".

Недоліком непрямого методу визначення кількості радіоізоотопів цезію в організмі за пробами сечі та повітря є його низька чутливість, що приводить до помилки 200 - 300% при його низькій оперативності й неможливості вимірів в окремих органах людини.

(Д.П. Осанов, И.А. Лихтарев, Г.Б. Радзиевский. Дозиметрия излучений инкорпорированных радиоактивных веществ. Атомиздат, Москва, 1970.)

Найбільш близькими по сутності до заявленого є спосіб визначення радіоізоотопів, який полягає в тому, що вимірюють інтенсивність фотонного випромінювання, ідентифікують за енергетичними діапазонами наявні типи радіоізоотопів, визначають інтенсивність фотонного випромінювання в імпульс/одиницю часу в окремих ділянках тіла для конкретних інкорпорованих ізоотопів і визначають за його інтенсивністю через калібрувальний коефіцієнт кількість радіоізоотопів в одиницях активності (Бк, Ки) у кожній ділянці тіла. (Д.П. Осанов, И.А. Лихтарев, Г.Б. Радзиевский. Дозиметрия излучений инкорпорированных радиоактивных веществ. Атомиздат, Москва, 1970.)

Недоліком відомого способу є те, що він не дозволяє окремо визначати кількість радіоізоотопів цезію у випадку надходження його в організм у різних хімічних формах - нерозчинної і розчинної, наприклад, визначати кількість радіоізоотопів цезію в легенях інгаляційного надходження - нерозчинної форми - на фоні радіоізоотопів цезію, що містяться в організмі "харчового" надходження - розчинної форми. Це відбувається через ідентичність радіаційних характеристик (інтенсивності, енергетичного діапазону) випромінювання радіоізоотопів цезію як "харчового", так і інгаляційного надходження.

Технічною задачею є створення способу визначення вмісту радіоізоотопів цезію в легенях людини при інгаляційному надходженні - нерозчинної форми на фоні радіоізоотопів цезію "харчового" надходження - розчинної форми.

Поставлена технічна задача вирішується за рахунок того, що вимірюють інтенсивність фотонного випромінювання, ідентифікують за енергетичними діапазонами типи ізоотопів, визначають інтенсивність фотонного випромінювання в імпульс/одиницю часу в окремих ділянках тіла для радіоізоотопів, причому вимірюють інтенсивність фотонного випромінювання цезію і калію в імпульс/одиницю часу в окремих ділянках тіла і одночасно з визначенням інтенсивності фотонного випромінювання радіоізоотопів цезію визначають інтенсивність фотонного випромінювання природного радіоізоотопу калію, порівнюють відношення інтенсивностей радіоізоотопів цезію і калію для кожної окремої ділянки тіла і при значеннях відношення фотонної інтенсивності цезію до калію рів-

ному одиниці на кожній ділянці тіла судять про наявність розчинної форми радіоізоотопів цезію - харчового надходження, а при значеннях відношення цезію до калію рівному одиниці на ділянці легень і менше одиниці на інших ділянках тіла, судять про наявність нерозчинної форми радіоізоотопів цезію - інгаляційного надходження.

Відомо, що після інгаляції і надходження з харчовими продуктами розчинні радіоізоотопи протягом декількох діб внаслідок потрапляння в кров відповідно до властивості ім органотропності (розподіл в організмі), розподіляються по органах і тканинах, де можуть залишатися протягом тривалого часу.

Однак, нерозчинні радіоізоотопи, які надходять інгаляційно, можуть залишатися, наприклад, у легенях протягом багатьох років і утворювати ділянки з дуже високою локальною дозою. Це приводить до збільшення вмісту радіоізоотопів в зоні грудної клітини, тим самим, викликаючи аномалію розподілу радіоізоотопів в організмі, чим шкодять здоров'ю більш значно, ніж розчинні радіоізоотопи.

У зв'язку з цим, визначення радіоізоотопів цезію в легенях людини зводиться до проблем - необхідності вірогідно ідентифікувати наявність нерозчинної форми радіоізоотопів цезію в легенях на фоні розчинних радіоізоотопів цезію у всьому тілі та дозволяє оперативно оцінити ступінь радіаційного впливу на людину і при необхідності вчасно надати медичну допомогу.

Для реалізації способу був використаний ЛВЛ скануючого типу здатний на одночасний вимір випромінювання радіоізоотопів цезію і калію в 5 - 7 ділянках тіла, починаючи від голови (див. фіг. 1, 2). Чисельні значення відношення інтенсивності випромінювання радіоізоотопів цезію до інтенсивності випромінювання радіоізоотопу калію, вимірювані для кожної ділянки тіла визначали графічно. Результати вимірів у графічному виді подані на фіг. 1, 2.

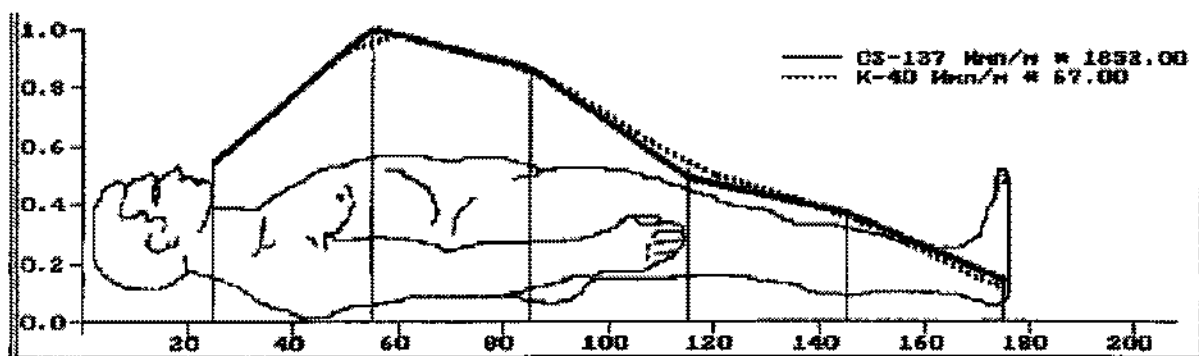
Пацієнт К, 45 років (фіг. 1) при проведенні вимірів інтенсивності за енергетичними діапазонами ідентифіковані радіоізоотопи цезію (861keV) і калію (1460keV). Вимірювана інтенсивність фотонного випромінювання для цезію в залежності від ділянки склала від 276 до 1852 імпульс/хв в окремих ділянках тіла. Вимірювана інтенсивність фотонного випромінювання для калію в залежності від ділянки склала від 10 до 67 імпульс/хв в окремих ділянках тіла. Таким чином, відношення інтенсивностей радіоізоотопів цезію до калію для кожної окремої ділянки тіла, у тому числі, зони легень, дорівнює 27,6 для конкретного випадку і кожної ділянки тіла, тобто дорівнює одиниці (фіг. 1). На підставі чого можна стверджувати про відсутність радіоізоотопів цезію інгаляційного походження (нерозчинної форми) у легенях.

Пацієнт Г, 52 років (фіг. 2), при проведенні вимірів інтенсивності за енергетичними діапазонами також ідентифіковані радіоізоотопи цезію (861keV) і калію (1460keV). Вимірювана інтенсивність фотонного випромінювання для цезію в залежності від ділянки склала від 76 до 3323 імпульс/хв в окремих ділянках тіла. Вимірювана інтенсивність фотонного випромінювання для калію в залежності від

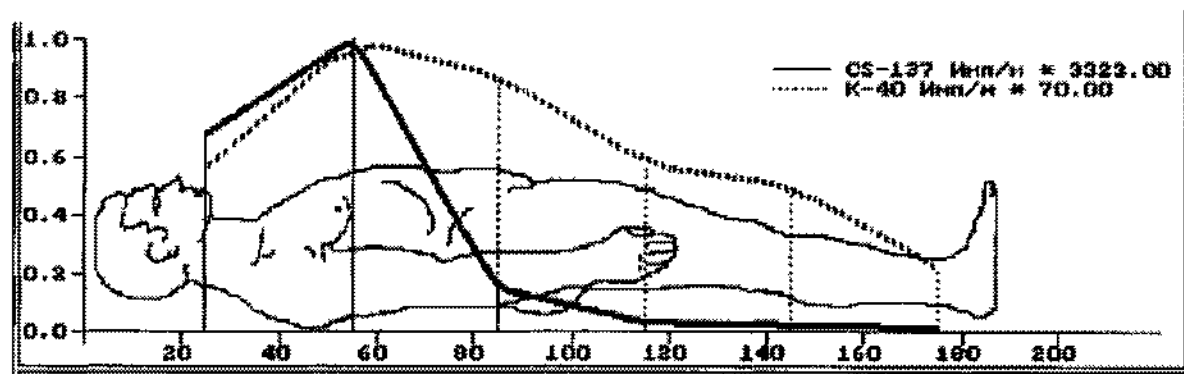
ділянки склапає від 10 до 67 імпульс/хв в окремих ділянках тіла. У цьому випадку відношення інтенсивностей радіоізоотопів цезію до калію для кожної окремої ділянки тіла знаходилась в діапазоні 5,4 до 47,5 і конкретно в області легень - 47,5. Це відношення дорівнює одиниці на ділянці легень і 0,11 - 0,22 на інших ділянках (фіг 2), тому можна стверджувати про наявність радіоізоотопів цезію не тільки

ки "харчового" надходження - розчинної форми, розподілених по всьому організмі, але й інгаляційного надходження нерозчинної форми, у легенях.

Спосіб може бути реалізований у службах радіаційної безпеки і медичних установах, які мають ЛВЛ скануючого типу.



Фіг. 1



Фіг. 2

ДП «Український інститут промислової власності» (Укрпатент)

вул. Сим'ї Хохлових, 15, м. Київ, 04119, Україна

(044) 456 – 20 – 90

ТОВ "Міжнародний науковий компет"

вул. Артема, 77, м. Київ, 04050, Україна

(044) 216 – 32 – 71