

Лабораторна робота № 6

Тема: Методи оцінок і розрахунку доз внутрішнього опромінення. Оцінка доз внутрішнього опромінення на основі вимірювань вмісту радіонуклідів у тілі людини.

Мета заняття: навчитися оцінювати дози внутрішнього опромінення на основі вимірювань вмісту радіонуклідів у тілі людини.

Теоретичні питання

1. Засоби вимірювання опромінення.
2. Внутрішнє опромінення від інгаляційного надходження радіонуклідів.
3. Внутрішнє опромінення від перорального надходження радіонуклідів з їжею, водою та заковтування радіонуклідів.
4. Внутрішнє опромінення від природних радіонуклідів.

Теоретичні відомості

Внутрішнє опромінення – опромінення тіла людини (її окремих органів та тканин) від джерел іонізуючих випромінювань, що знаходяться в самому тілі, за рахунок проникнення (надходження) радіоактивних речовин до організму людини через дихальну систему, систему травлення або шкіру: надходження інгаляційне – проникнення радіоактивних речовин в організм людини через органи дихання. надходження пероральне – проникнення радіоактивних речовин в організм людини через ротову порожнину.

Дози внутрішнього опромінення людини оцінюються (розраховуються) на основі прямих вимірів вмісту радіонуклідів у організмі за допомогою спеціальних лічильників випромінювань людини (ЛВЛ) або непрямих вимірювань вмісту радіонуклідів у повітрі та продуктах харчування, їх надходження з повітрям, що вдихається, їжею та питною водою, а також на основі даних щодо їх виведення з організму з сечею і фекаліями. Також для розрахунку ефективної дози за величиною надходження використовують біокінетичні моделі з урахуванням відповідних дозових коефіцієнтів (що виражають дозу на одиницю надходження активності i -го радіонукліда, Зв/Бк). Усереднені значення цих дозових коефіцієнтів для консервативних оцінок ефективних доз внутрішнього опромінення за рахунок надходження техногенних радіонуклідів до організму людини через дихальну систему (B_{inh}^i) і систему травлення (B_{ing}^i), приведені в табл. 3.12. Вони свідчать, що для більшості радіонуклідів дозові коефіцієнти в разі вдихання є більшими, ніж при пероральному надходженні. Особливо велика різниця (у 100 разів) для трансуранових елементів (ТУЕ), хоча після аварії на Чорнобильській АЕС дози опромінення населення формувалися в основному за рахунок перорального, а не інгаляційного надходження радіонуклідів.

Таблиця 1. Дозові коефіцієнти, які визначають консервативну оцінку очікуваної ефективної дози при пероральному або інгаляційному надходженні 1 Бк і-го радіонукліда в організм дорослої людини

Радіонуклід	Дозові коефіцієнти, Зв/Бк		Радіонуклід	Дозові коефіцієнти	
	у разі проковтування, B_{ing}^i	у разі вдихання, B_{inh}^i		у разі проковтування, B_{ing}^i	у разі вдихання, B_{inh}^i
^{90}Sr	$2.8 \cdot 10^{-8}$	$1.5 \cdot 10^{-7}$	^{144}Ce	$8.8 \cdot 10^{-9}$	$5.3 \cdot 10^{-9}$
^{95}Zr	$1.3 \cdot 10^{-9}$	$5.5 \cdot 10^{-9}$	^{238}Pu	$5.1 \cdot 10^{-7}$	$4.3 \cdot 10^{-5}$
^{131}I	$2.2 \cdot 10^{-8}$	$2.0 \cdot 10^{-8}$	^{239}Pu	$5.6 \cdot 10^{-7}$	$4.7 \cdot 10^{-5}$
^{134}Cs	$1.9 \cdot 10^{-8}$	$9.6 \cdot 10^{-9}$	^{240}Pu	$5.6 \cdot 10^{-7}$	$4.7 \cdot 10^{-5}$
^{137}Cs	$1.3 \cdot 10^{-8}$	$6.7 \cdot 10^{-9}$	^{241}Pu	$1.1 \cdot 10^{-8}$	$8.5 \cdot 10^{-7}$
^{141}Ce	$1.2 \cdot 10^{-9}$	$3.8 \cdot 10^{-9}$	^{241}Am	$5.7 \cdot 10^{-7}$	$3.9 \cdot 10^{-5}$

Доза внутрішнього опромінення за певний час може бути розрахована, виходячи з вмісту радіонуклідів у організмі та їх розподілу по органах і тканинах. Вміст радіонуклідів у тілі та окремих органах визначається за допомогою методів прямої і опосередкованої дозиметрії інкорпорованих радіонуклідів. Перший метод оснований на реєстрації випромінювання з тіла інкорпорованих радіонуклідів за допомогою лічильників випромінювання людини (ЛВЛ). Метод опосередкованої дозиметрії базується на визначенні вмісту радіонуклідів у організмі за активністю, що виводиться з організму з сечею, екскрементами, повітрям, що видихається і т.д.

Середня річна ефективна доза внутрішнього опромінення (E_{int}^i , мЗв/рік), яка визначається на основі ЛВЛ-вимірювань середнього вмісту і-го радіонукліду (^{40}K , ^{134}Cs , ^{137}Cs і т.д.) в тілі людини, складає:

$$E_{int}^i = k_d^i \cdot (Q_i / M)$$

де: k_d^i – дозовий коефіцієнт для і-го радіонукліду (для ^{137}Cs $k_d^{Cs} = 2,3$ мЗв·кг/кБк·рік для дорослої людини);

Q_i – вміст і-го радіонукліду в організмі людини за даними ЛВЛ-вимірювання, кБк;

M – маса тіла людини, кг.