

Виведення радіоактивного стронцію з організму під впливом деяких комплексоутворюючих сполук

О. А. Хомутовський

Дані вітчизняних і зарубіжних авторів свідчать про те, що небезпека ураження живих організмів радіоактивним стронцієм, який утворюється в результаті ядерних вибухів, дуже велика. Останнім часом у літературі були описані випадки утворення кісткових сарком у тварин, що знаходились у недалекій відстані від атомних центрів Сполучених Штатів Америки. Причиною розвитку у цих тварин новоутворень треба вважати високу концентрацію у кістках Sr^{90} [1]. Твердо встановлено, що коли проведення ядерних вибухів не буде припинене, то вміст радіоактивного стронцію в організмі людей значно збільшиться і це не тільки зумовить променеві ураження, а й шкідливо вплине на спадковість.

Незважаючи на те, що дослідження в цьому напрямі провадяться ось уже протягом 10 років, досі ще не знайдено ефективних засобів прискорення виведення $\text{Sr}^{89,90}$ з організму. До деякої міри це пояснюється тим, що й досі недосить глибоко вивчені особливості нагромадження $\text{Sr}^{89,90}$ в тканинах і виведення його з організму.

Завдання нашого дослідження полягало в тому, щоб вивчити процес нагромадження Sr^{89} у тканинах і виведення його з організму при пероральному надходженні. Зіставлення одержаних даних про нагромадження Sr^{89} у тканинах при внутріочеревинному і пероральному введенні цього ізотопу дало нам можливість відзначити деякі особливості нагромадження і виведення Sr^{89} з організму. В цій статті наведені також результати досліджень, які мали на меті вишукати засоби прискорення виведення Sr^{39} з організму за допомогою деяких комплексоутворюючих сполук.

Досліди були проведені на білих щурах-самцях, вагою 150 ± 10 г і 180 ± 15 г. Протягом усього періоду проведення досліду тварин утримували на постійній дієті, до складу якої входили зерно (пшениця) і солодка вода. При вивченні процесу виведення Sr^{89} з організму щурів поміщали в клітки для дослідження обміну.

Радіоактивний стронцій вводили у черевну порожнину і шлунок в 1 мл фізіологічного розчину в дозі 8 мкК на кожну тварину. Введення Sr^{89} і препаратів у шлунок здійснювали за допомогою металевго зонда. Методика визначення Sr^{89} в сечі, калі і різних тканинах описана в раніше опублікованій роботі [3].

Результати досліджень

Процес виведення Sr^{89} при пероральному його введенні був досліджений на 24 щурах, а розподіл його по органах і тканинах—на 44 тваринах. Спостереження за виведенням ізотопу провадили протягом п'яти діб. Розподіл ізотопу по органах і тканинах вивчали в такі строки: через 15, 30 хв., 1, 2, 4, 8 год., 1, 2, 3, 4, 5 діб після введення Sr^{89} . У зазначені строки вбивали по чотири щури. В таблицях наведені серед-

ньоарифметичні значення вбитих щурів.

В статті наведено результати дослідження виведення ізотопу стронцію з організму тварин, введеного внутріочеревинно, згідно з даним [1].

Нижче (таблиця 1) наведено результати дослідження виведення стронцію з організму тварин, введеного перорально.

Виведення Sr^{89} із

№ щура	Шлях виведення
1	Сеча Кал
2	Сеча Кал
3	Сеча Кал
4	Сеча Кал
5	Сеча Кал
6	Сеча Кал
7	Сеча Кал
8	Сеча Кал
9	Сеча Кал
10	Сеча Кал
11	Сеча Кал
12	Сеча Кал

ньоарифметичні показники нагромадження Sr^{89} в органах і тканинах вбитих щурів.

В статті наведені також дані про нагромадження в тканинах (дослід був проведений на 40 щурах) і виведення з організму Sr^{89} із сечею і калом (дослід був проведений на 6 щурах) при внутріочеревинному введенні ізотопу. Результати дослідів по виведенню Sr^{89} з організму при внутріочеревинному його введенні цілком відповідають раніше одержаним даним [3].

Нижче (табл. 1, 1-а) як приклад наведені результати дослідів, під час якого Sr^{89} вводили щурам у черевну порожнину і в шлунок. Дослід був проведений на 12 білих щурах-самцях вагою 150 ± 10 г. Радіоактивний стронцій вводили у вигляді хлористої солі в дозі 8 мкК на кожну тварину.

Таблиця 1

Виведення Sr^{89} із сечею і калом при введенні ізотопу в черевну порожнину і шлунок (в % від введенної дози). Щури—вагою 150 ± 10 г

№ щура	Шлях виведення	1 доба	2 доба	3 доба	4 доба	5 доба	За 5 діб
Sr^{89} введено в черевну порожнину							
1	Сеча Кал	8,9 3,5	2,2 4,2	1,7 1,6	0,3 0,8	0,5 1,1	13,6 11,2
2	Сеча Кал	11,5 1,3	0,8 2,4	1,5 1,0	0,1 0,6	0,7 0,5	14,6 5,8
3	Сеча Кал	14,3 1,3	1,2 2,3	1,6 1,0	0,3 0,5	0,6 0,8	18,0 5,9
4	Сеча Кал	14,2 3,0	1,6 2,3	1,0 0,9	0,5 0,5	0,3 0,4	17,6 7,1
5	Сеча Кал	10,3 3,5	1,7 3,3	1,2 1,1	0,8 0,6	0,6 0,4	14,6 8,9
6	Сеча Кал	13,3 3,3	3,1 2,3	1,7 1,2	0,8 0,6	0,6 0,8	19,5 8,2
Sr^{89} введено в шлунок							
7	Сеча Кал	5,1 40,2	0,9 5,2	0,4 2,0	0,2 0,4	0,8 0,3	7,4 48,1
8	Сеча Кал	4,0 60,9	0,7 0,9	0,4 0,3	0,2 0,5	0,3 1,4	5,6 64,0
9	Сеча Кал	6,1 38,2	0,6 0,6	0,4 0,6	0,4 0,4	0,3 1,2	7,8 41,0
10	Сеча Кал	5,0 62,1	0,5 1,3	0,4 0,8	0,2 0,2	0,3 1,6	6,4 66,0
11	Сеча Кал	5,4 60,0	0,7 2,7	1,0 1,2	0,7 0,4	0,4 0,2	8,2 64,5
12	Сеча Кал	8,4 33,0	1,1 0,7	1,0 0,7	0,8 0,4	0,6 0,3	11,9 35,1

Таблиця 1-а
Середні результати дослідів, наведеного в табл. 1 в % від введеної дози

Строки дослідження	Sr ⁸⁹ введено в черевну порожнину			Sr ⁸⁹ введено в шлунок		
	Виведено (середні показники по 6 щурах):			Виведено (середні показники по 6 щурах):		
	з сечею	з калом	разом	з сечею	з калом	разом
Перша доба . .	12,1	2,7	14,8	5,6	49,0	54,6
Друга » . .	1,8	2,8	4,6	0,8	1,9	2,7
Третя » . .	1,5	1,1	2,6	0,5	0,9	1,4
Четверта » . .	0,4	0,6	1,0	0,3	0,4	0,7
П'ята » . .	0,5	0,7	1,2	0,5	0,8	1,3
За 5 діб . .	16,3	7,9	24,2	7,7	53,0	60,7

Як видно з даних, наведених в табл. 1 і 1-а, при пероральному введенні Sr⁸⁹ виведення ізотопу в основному відбувається з калом, причому найбільша кількість Sr⁸⁹ виводиться у першу-другу добу, а в наступні дні за добу виводиться від 0,5 до 2,0% введеної дози. Виведення Sr⁸⁹ із сечею було майже в 10 разів меншим, ніж з калом. Загальна кількість виведеного Sr⁸⁹ була в межах від 47 до 72%, тобто майже вдвоє більша, ніж при введенні Sr⁸⁹ у черевну порожнину.

Слід відзначити, що за описаною методикою ми визначали тільки загальну кількість Sr⁸⁹, виводжуваного з калом. Так, за п'ять діб при пероральному введенні ізотопу з калом в середньому виводилось 53,0%. Сюди треба додати Sr⁸⁹, який з кишечника взагалі не всмоктався, і ту частину ізотопу, яка після надходження в тканини частково знову виділилась у шлунково-кишковий тракт.

На підставі проведених нами раніше дослідів з внутріочеревинним введенням Sr⁸⁹ можна вважати, що виведення ізотопу з тканин у кишечник за п'ять діб становить від 7 до 11%. Можна гадати, що виведення Sr⁸⁹ з тканин при пероральному його введенні відбувається в тій самій кількості. Якщо це так, то кількість Sr⁸⁹, що не всмоктався з кишечника, дорівнює 42—46%, а Sr⁸⁹, що всмоктався,—54—58% введеної дози.

Аналогічні дані про всмоктування радіоактивного стронцію з кишечника одержала також Курляндська [6]. Проте, за даними Грінберга [4], в кишечнику всмоктується 15%, а за даними Гамільтона [5], всмоктування з кишечника становить від 5 до 60%. Наші власні дані, а також дані Курляндської дозволяють вважати результати дослідів Грінберга і Гамільтона малоімовірними.

Результати проведених дослідів дозволяють нам також не погодитись з думкою Балабухи і Фрадкіна [2], які вважають, що при внутріочеревинному введенні Sr⁸⁹ основна кількість ізотопу виводиться з калом. Наші дані [10], а також дані Комара і Вассермана [11] свідчать про те, що при такому шляху введення основна кількість хлористої солі радіоактивного стронцію виводиться із сечею.

Вивчення розподілу Sr⁸⁹ по органах і тканинах щурів при пероральному його введенні показало, що найвища концентрація Sr⁸⁹ в кістці відзначається через 8 год. і дорівнює близько 1,9% на 1 г стегнової кістки (табл. 2).

У пізніші строки (через 2, 3, 4 доби) спостерігалось зменшення вмісту Sr⁸⁹ в кістці. На п'яту добу в 1 г стегнової кістки містилося близько 0,95% Sr⁸⁹. Максимальне нагромадження радіоактивного стронцію в

решті тканин
ки процент
м'яких ткан
Це свідчить
ка на протя
скорочуєтьс
нинах, част

Розподіл S

Тканини

Кістка . . .
Печінка . . .
Нирки . . .
Кров . . .
Легені . . .
Селезінка . . .
Мозок . . .

Порівн
очеревинно
громаджен

При пе
цію в кістці
тріочеревин
ходить у кі
мальний вмі
а при внутр

При по
нах було н
ні—через 1
стився у м'
в 5—10 раз

Розподіл
(в % від

Тканини

Кістка . . .
Печінка . . .
Нирки . . .
Кров . . .
Легені . . .
Селезінка . . .
Мозок . . .

Таблиця 1-а
введеної дози

в шлунок

середні показники
(в шлунок):

в шлунок	разом
49,0	54,6
1,9	2,7
0,9	1,4
0,4	0,7
0,8	1,3
53,0	60,7

пероральному вве-
дженню, причому
в наступні
введення Sr^{89} із
більшій кількістю
вдвоє більша,

почали тільки
п'ять діб при
введенні 53,0%.
вводиться, і ту
знову виді-

внутрішнім
введенням у кишеч-
ковий виведення
в тій самій
з кишеч-
введеної дози.
введення з ки-
шки Грінберга
[5], всмок-
тання, а також
Грінберга

не пого-
при внутрі-
вводиться з
[1] свідчать
вистій солі

перораль-
 Sr^{89} в кістці
стегнової

зменшення вмі-
сту близь-
до стронцію в

решті тканин було відзначено через 2 год. і становило десяті і соті част-
ки процента введеної дози. Потім відзначалося зменшення вмісту Sr^{89} у
м'яких тканинах до тисячних часток процента (на третю—п'яту добу).
Це свідчить про те, що основна кількість Sr^{89} всмоктується з кишечни-
ка на протязі перших двох годин. Потім надходження Sr^{89} з кишечника
скорочується, а радіоактивний стронцій, що знаходився у м'яких тка-
нинах, частково мігрує у кістки, частково виводиться.

Таблиця 2

Розподіл Sr^{89} по органах і тканинах щурів у різні строки після введення його
в шлунок (в % від введеної дози на 1 г тканини).
Досліджено 44 щури вагою 180 ± 10 г

Тканини	Через										
	15 хв.	30 хв.	1 год.	2 год.	4 год.	8 год.	1 добу	2 добу	3 добу	4 добу	5 дів
Кістка . . .	0,09	0,30	0,60	0,90	1,80	1,90	1,80	1,05	1,05	0,95	0,95
Печінка . .	0,03	0,04	0,04	0,04	0,02	0,01	0,01	0,009	0,009	0,008	0,007
Нирки . . .	0,08	0,09	0,10	0,10	0,09	0,06	0,04	0,02	0,01	0,009	0,009
Кров	0,07	0,09	0,09	0,09	0,04	0,03	0,01	0,01	0,005	0,004	0,005
Легені . . .	0,09	0,09	0,01	0,01	0,04	0,03	0,02	0,01	0,007	0,007	0,005
Селезінка .	0,03	0,04	0,04	0,04	0,01	0,01	0,009	0,009	0,005	0,004	0,005
Мозок . . .	0,009	0,007	0,008	0,01	0,006	0,01	0,01	0,009	0,008	0,007	0,005

Порівнюючи розподіл Sr^{89} у тканинах при пероральному і внутрі-
шочеревинному його введенні, можна відзначити деякі особливості на-
громадження ізоотопу (табл. 2, 3).

При пероральному введенні нагромадження радіоактивного строн-
цію в кістці досягає свого максимуму на 6—7 год. пізніше, ніж при вну-
трішочеревинному введенні, причому загальна кількість ізоотопу, що над-
ходить у кістку, вдвоє менша. Так, при пероральному введенні макси-
мальний вміст Sr^{89} в 1 г стегнової кістки становив на п'яту добу 0,95%,
а при внутрішочеревинному введенні — 2,1%.

При пероральному введенні нагромадження Sr^{89} в м'яких ткани-
нах було найбільшим через 2 год., а при внутрішочеревинному введен-
ні—через 1 год. Загальна кількість радіоактивного стронцію, який мі-
стився у м'яких тканинах при пероральному введенні, була в ці строки
в 5—10 разів менша, ніж при внутрішочеревинному введенні.

Таблиця 3

Розподіл Sr^{89} у тканинах в різні строки після внутрішочеревинного його введення
(в % від введеної дози на 1 г тканини). Досліджено 40 щурів вагою 180 ± 10 г

Тканини	Через									
	15 хв.	30 хв.	1 год.	4 год.	8 год.	1 добу	2 добу	3 добу	4 добу	5 дів
Кістка	1,1	2,2	4,1	3,9	2,6	3,0	2,6	3,0	1,7	2,1
Печінка	0,5	0,5	1,5	1,4	0,09	0,1	0,03	0,85	0,02	0,6
Нирки	0,8	0,7	1,0	1,1	0,5	0,2	0,02	0,1	0,06	0,09
Кров	1,3	0,7	0,4	0,3	0,1	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01
Легені	0,8	1,2	0,4	0,3	0,1	0,09	0,03	0,01	0,02	0,05
Селезінка	0,7	0,4	0,4	0,3	0,1	0,09	0,03	0,02	0,01	0,09
Мозок	0,5	0,1	0,009	0,6	0,6	0,07	0,01	0,009	0,01	0,06

Отже, результати проведених дослідів свідчать про те, що при введенні радіоактивного стронцію у шлунок виведення ізоотопу в основному здійснюється з калом. Сумарна кількість Sr^{89} , виведеного за п'ять діб із сечею і калом, становить від 60 до 76% введеної дози. Виведення Sr^{89} при пероральному надходженні ізоотопу відбувається у вдвоє більшій кількості, ніж при внутріочеревинному надходженні; відповідно в тканини Sr^{89} надходить у вдвоє меншій кількості.

Період нагромадження радіоактивного стронцію у кістці при пероральному введенні триває 8 год., у м'яких тканинах — 2 год., а при внутріочеревинному введенні — 1 год. Це треба мати на увазі при застосуванні засобів, які прискорюють виведення ізоотопу. Так, можна вважати, що при пероральному введенні ізоотопу на протязі двох годин триває всмоктування Sr^{89} з шлунково-кишкового тракту, отже, на протязі перших годин можна застосовувати засоби, які осаджують радіоактивний стронцій у кишечнику.

Виведення радіоактивного стронцію з організму щурів під впливом щавлевої кислоти та її натрійової солі

Як відомо, щавлева кислота утворює із стронцієм важко розчинні сполуки. Тому можна припустити, що введення щавлевої кислоти в шлунково-кишковий тракт перешкоджатиме всмоктуванню радіоактивного стронцію з кишечника, якщо ізоотоп був введений через рот, а парентеральне введення, наприклад у черевну порожнину, сприятиме його затриманню у тканинах. З цього питання в літературі є повідомлення Кінга [7], який спостерігав збільшення виведення з організму тварин радію і стронцію, коли в їжу додавали велику кількість шпинату. Він вважає, що цьому сприяє щавлева кислота, яка міститься у шпинаті.

Томас, Литовіц і Гешіктер [8] спостерігали підвищене виведення кальцію у кроликів при попередньому (на протязі 18 днів) їх утримуванні на дієті, до складу якої входив шпинат.

В наших дослідах, проведених на 129 білих щурах, ми випробовували вплив щавлевої кислоти на виведення Sr^{89} із сечею і калом при внутріочеревинному і пероральному введенні ізоотопу.

Основні результати дослідів по виведенню Sr^{89} під впливом щавлевої кислоти при внутріочеревинному введенні ізоотопу відображені в табл. 4.

Як видно з табл. 4 (досліди № 1, 2), виведення Sr^{89} під впливом щавлевої кислоти сповільнюється. Особливо різко зменшується виведення радіоактивного стронцію із сечею. Не підвищується виведення ізоотопу і при введенні щавлевої кислоти або її натрійової солі через рот. Проте при цьому ми спостерігали деяке підвищення виведення ізоотопу з калом і зменшення його виведення із сечею.

Вивчаючи розподіл радіоактивного стронцію у тканинах при введенні щавлевої кислоти, ми встановили, що щавлева кислота затримує Sr^{89} у м'яких тканинах. Наприклад, вміст ізоотопу в печінці піддослідних щурів був на другу добу в 20—40 разів більший, ніж у контрольних тварин, а нагромадження Sr^{89} у кістках піддослідних щурів було майже вдвоє меншим, ніж у контрольних. Те, що виведення Sr^{89} під впливом щавлевої кислоти не збільшується, дає підставу вважати, що осаджений у м'яких тканинах стронцій згодом переходить у кісткову тканину.

В наступних дослідах ми вивчали вплив щавлевої кислоти на виведення Sr^{89} при пероральному введенні ізоотопу. Щоб з'ясувати, чи може

Виведення Sr^{89}
солі (в %)

№ дослід- ду	
1	4 мг щавлевої кислоти
2	Контроль а) 4 мг щавлевої кислоти одночасно з ізоотопом б) 3 мг щавлевої кислоти через 2 години після введення ізоотопу в) 3 мг щавлевої кислоти через 4 години після введення ізоотопу
3	40 мг щавлевої кислоти через 2 дні після введення ізоотопу
4	15 мг щавлевої кислоти через 4 дні після введення ізоотопу

взагалі щавлева кислота, ми провели дослід на щурах, вводячи ізоотоп у шлунок за допомогою зонда. Результати дослідів наведені в табл. 5. Як видно з табл. 5, виведення Sr^{89} після введення ізоотопу в шлунок було в 1,5 рази меншим, ніж після введення ізоотопу в черевну порожнину. Це свідчить про те, що щавлева кислота затримує ізоотоп у шлунку.

Результати дослідів наведені в табл. 5. Як видно з табл. 5, виведення Sr^{89} після введення ізоотопу в шлунок було в 1,5 рази меншим, ніж після введення ізоотопу в черевну порожнину. Це свідчить про те, що щавлева кислота затримує ізоотоп у шлунку.

Результати дослідів наведені в табл. 6. Як видно з табл. 6, виведення Sr^{89} після введення ізоотопу в шлунок було в 1,5 рази меншим, ніж після введення ізоотопу в черевну порожнину. Це свідчить про те, що щавлева кислота затримує ізоотоп у шлунку.

Таблиця 4
Виведення Sr^{89} з організму щурів під впливом щавлевої кислоти та її натрієвої солі (в % від введеної дози). Радіоактивний стронцій вводили в черевну порожнину

№ дослід-ду	Препарат і строки введення	Середня вага щурів в г	Кількість щурів	Процент виведення за 5 діб з калом і сечею	
			контроль: дослід	Контроль	Дослід
1	4 мг щавлевої кислоти в очере-вину одночасно із Sr^{89} . . .	150 ± 10	3 : 3	24,2 ± 1,1	11,87 ± 4,34
2	Контроль	170 ± 10	5 :	36,6 ± 0,82	
	а) 4 мг щавлевої кислоти одночасно із Sr^{89}		: 5		23,3 ± 2,2
	б) 30 мг щавлевої кислоти через рот одночасно із Sr^{89} .		: 4		35,64 ± 0,94
	в) 30 мг щавлевої кислоти через рот через 1 год. після введення Sr^{89}		: 3		29,53 ± 1,96
3	40 мг щавлевокислого натрію через рот одночасно з введенням Sr^{89} ; в наступні дні по 15 мг щавлевокислого натрію з їжею . . .	170 ± 10	9 : 6	34,98 ± 1,37	28,71 ± 1,96
4	15 мг щавлевокислого натрію через рот через 1 год. після введення Sr^{89} ; в наступні 4 дні по 15 мг щавлевокислого натрію з їжею . .	190 ± 10	9 : 10	34,2 ± 1,87	31,2 ± 2,0

взагалі щавлева кислота перешкоджати всмоктуванню Sr^{89} з кишечника, ми провели дослід, під час яких щавлеву кислоту вводили тваринам у шлунок слідом за пероральним введенням Sr^{89} , а також в різні строки після введення ізотопу.

Як приклад наводимо дані одного дослід, в якому ми вивчали виведення Sr^{89} із сечею і калом під впливом щавлевої кислоти.

В дослід були взяті 8 білих щурів-самців вагою 180 ± 10 г. 4 щурам вводили через рот тільки радіоактивний стронцій в дозі 8 мкК, а 4 щурам слідом за введенням Sr^{89} через рот ввели 30 мг щавлевої кислоти, яку у тій самій дозі вводили і в наступні чотири доби по одному разу на добу.

Результати дослідів наведені в табл. 5 і 5-а.

Як видно з табл. 5 і 5-а, виведення Sr^{89} піддослідними щурами за 5 діб збільшилось на 11,8%: піддослідні щури в середньому виводили 79,2%, а контрольні 67,4%. Слід відзначити, що виведення радіоактивного стронцію із сечею різко сповільнювалось; це може свідчити про те, що надходження ізотопу з шлунково-кишкового тракту в тканини у піддослідних щурів відбувається менш інтенсивно. Визначення вмісту Sr^{89} у кістках показало, що на 1 г стегнової кістки у контрольних щурів на п'яту добу в середньому містилося 1,1% введеної дози ізотопу, а у піддослідних — 0,36%, тобто втричі менше, ніж у контрольних тварин.

Результати дослід, під час якого щавлева кислота була введена перорально через 1, 5, 8, 9 год. після перорального введення Sr^{89} , наведені в табл. 6.

Таблиця 5
Виведення Sr^{89} з сечею і калом під впливом щавлевої кислоти (в % від введеної дози). Щури вагою 180 ± 10 г

№ щура	Шлях виведення	1 доба	2 доба	3 доба	4 доба	5 доба	За 5 діб
Введено Sr^{89} в шлунок							
1	Сеча Кал	4,0 59,9	3,7 1,4	0,7 1,3	0,4 0,8	0,4 0,6	9,2 64,0
2	Сеча Кал	3,7 33,7	0,9 28,8	0,8 1,5	0,5 1,4	0,8 0,4	6,7 65,8
3	Сеча Кал	6,2 39,4	3,4 3,5	1,9 1,0	0,9 0,8	0,9 0,6	13,3 45,3
4	Сеча Кал	3,6 53,0	1,2 2,0	0,9 1,4	0,7 2,6	0,7 0,3	7,1 59,3
Sr^{89} і 30 мг щавлевої кислоти одночасно введені в шлунок							
5	Сеча Кал	1,0 59,6	0,3 11,6	0,1 0,8	0,8 1,6	0,08 0,1	2,28 73,7
6	Сеча Кал	0,9 67,2	0,6 20,9	0,5 0,9	— —	— —	2,0 89,0
7	Сеча Кал	0,7 53,9	0,07 11,2	0,7 4,4	0,6 0,7	0,2 0,1	2,27 70,3
8	Сеча Кал	0,5 46,0	0,7 18,7	0,7 4,9	1,4 0,8	0,1 0,3	3,4 70,7

Таблиця 5-а
Середні результати дослідження, наведеного в табл. 5 (в % від введеної дози)

Строки дослідження	Введено Sr^{89} в шлунок			Введено Sr^{89} і одночасно 30 мг щавлевої кислоти		
	Виведено			Виведено		
	з сечею	з калом	разом	з сечею	з калом	разом
Перша доба . .	4,4	46,5	50,9	0,7	56,7	57,4
Друга » . .	2,3	8,9	11,2	0,6	15,6	16,2
Третя » . .	1,1	1,0	2,1	0,7	3,0	3,7
Четверта » . .	0,6	1,4	2,0	0,8	0,8	1,6
П'ята » . .	0,7	0,5	1,2	0,2	0,1	0,3
За 5 діб . .	9,1	58,3	67,4	3,0	76,2	79,2

Як видно з табл. 6, вміст Sr^{89} в 1 г стегнової кістки піддослідних щурів був майже вдвоє менший, ніж в 1 г стегнової кістки контрольних щурів тільки тоді, коли щавлеву кислоту вводили через 1 год. після введення ізоотопу. Застосування щавлевої кислоти у пізніші строки не впливало на нагромадження радіоактивного ізоотопу в кістці. На підставі одержаних даних можна зробити висновок, що препарати, які пере-

Нагромадження
рот. Середні р
п'ят

Контроль. Введено
30 мг щавлевої к
дення Sr^{89}
30 мг щавлевої к
дення Sr^{89}
30 мг щавлевої к
дення Sr^{89}
30 мг щавлевої к
дення Sr^{89} , а п
на день в такі
30 мг щавлевої к
дення Sr^{89}
30 мг щавлевої к
дення Sr^{89} , а п
день у тій самі

шкоджають вс
лева кислота),
двох годин.

Крім щавл
ганізму ми заст
надій.

17 квітня 1
ціско, вміщена с
вариства Лінден
«розумно-ефект
явилась натрію

Ми випроб
 Sr^{89} з організму
мально допусти
 Sr^{89} з організму
рот.

Проведені н
завжди відверта
ні сірчанокислог
же повне спорох
ни піддослідних

1. Всмоктув
ково-кишечного
ний вміст ізоотопу
ках — через 8 го
денні ізоотопу в п
шою, ніж при ви

Таблиця 5
в % від введеної

За 5 діб

9,2
64,06,7
65,813,3
45,37,1
59,3

в шлунок

2,28
73,72,0
89,02,27
70,33,4
70,7Таблиця 5-а
введеної дози)одночасно
кислоти

введено

р а з о м

57,4
16,2
3,7
1,6
0,3

79,2

піддослідних
контрольних
год. після
строки не
На підста-
які пере-

Таблиця 6

Нагромадження Sr^{89} в кістках щурів під впливом щавлевої кислоти, введеної через рот. Середні результати визначення Sr^{89} у стегнових кістках щурів, вбитих на п'яту добу після введення ізоотопу (в % від введеної дози)

Умови досліджу	Кількість щурів	Вміст Sr^{89} в 1 г стегнової кістки
Контроль. Введено Sr^{89} у шлунок	5	1,1
30 мг щавлевої кислоти введено через 1 год. після введення Sr^{89}	5	0,61
30 мг щавлевої кислоти введено через 5 год. після введення Sr^{89}	5	1,3
30 мг щавлевої кислоти введено через 8 год. після введення Sr^{89}	5	1,0
30 мг щавлевої кислоти введено через 8 год. після введення Sr^{89} , а потім на протязі 5 діб по одному разу на день в тій самій дозі	5	1,3
30 мг щавлевої кислоти введено через 9 год. після введення Sr^{89}	5	1,2
30 мг щавлевої кислоти введено через 9 год. після введення Sr^{89} , а потім на протязі 5 діб по одному разу на день у тій самій дозі	5	0,85

шкоджають всмоктуванню Sr^{89} з кишечника (в даному випадку щавлева кислота), найбільш раціонально застосовувати на протязі перших двох годин.

Крім щавлевої кислоти, з метою прискорення виведення Sr^{89} з організму ми застосовували родизоновокислий натрій і сірчанокислий ванадій.

17 квітня 1958 р. в газеті «Chronicle» [9], яка видається в Сан-Франциско, вміщена стаття про те, що на з'їзді Американського хімічного товариства Лінденбаум, Шуберт і Фрід повідомили про відкриття першої «розумно-ефективної» протитрути проти Sr^{89} . Такою протитрутою виявилась натрійова або калійова сіль родизонової кислоти.

Ми випробували вплив родизоновокислого натрію на виведення Sr^{89} з організму щурів. За попередніми даними, цей препарат у максимальній дозі (0,23 мг на 1 г ваги) не впливав на виведення Sr^{89} з організму при введенні його як у черевну порожнину, так і через рот.

Проведені нами дослідження показали, що застосування проносного не завжди відвертає надходження Sr^{89} з кишечника. Так, при застосуванні сірчанокислого ванадію в дозі 0,15 мг на 1 г ваги ми відзначали майже повне спорожнення кишечника, причому надходження Sr^{89} у тканини піддослідних щурів було таким самим, як і у контрольних щурів.

Висновки

1. Всмоктування хлористої солі радіоактивного стронцію з шлунково-кишечного тракту становить 54—58% введеної дози. Максимальний вміст ізоотопу в м'яких тканинах був виявлений через 2 год., а в кістках — через 8 год. Загальна кількість Sr^{89} у кістковій тканині при введенні ізоотопу в шлунок була вдвоє, а в м'яких тканинах в 10 разів меншою, ніж при внутріочеревинному введенні. При пероральному введен-

ні щурам Sr^{89} за п'ять діб із сечею і калом виводиться від 60 до 76%, тобто вдвоє більше, ніж при введенні його в черевну порожнину.

2. Відвернути надходження Sr^{89} з шлунково-кишкового тракту на протязі перших двох годин можна за допомогою речовин, які утворюють із Sr^{89} нерозчинні сполуки. При введенні щавлевої кислоти в шлунок у дозі 0,15 — 0,18 мг на 1 г ваги через 1 год. після перорального введення Sr^{89} вміст ізотопу в стегнових кістках піддослідних щурів вдвоє менший, ніж у контрольних.

ЛИТЕРАТУРА

1. Эмфри Дж. Х., Бархоп И., Лэс Г. Х., Бернал Дж. Д., Стюарт А., Пайри Н. В., Гордон А. Х., Ле Гро Кларк Ф., Реактивная опасность, Атомиздат, 1958.
2. Балабуха В. С., Фрадкин Г. Е., Накопление радиоактивных элементов в организме и их выведение, Медгиз, М., 1958.
3. Хомутовський О. А., Виведення Sr^{89} з організму щурів у нормальних умовах і під впливом паратиреокрину, камполону і лимоннокислого натрію, Фізіол. журн. АН УРСР, т. IV, № 2, 1958.
4. Greenberg D. M., Studies in mineral metabolism with the aid of artificial radioactive isotopes. J. Biol. Chem., V. 157, Nr. 1, 1945, p. 99.
5. Hamilton J. G., The metabolism of the fission products and the heaviest elements, Radiology, V. 49, Nr. 3, 1947, p. 325.
6. Курляндская Э. Б., Некоторые вопросы распределения, всасывания и выведения радиоактивных рутения, цезия и стронция в условиях хронического эксперимента. Тезисы докладов на Всесоюзной конфер. по мед. радиологии, секция eksper. радиологии, М., Медгиз, 1957, с. 106.
7. Кинг Ч., Свойство шпината и других овощей удалять радий и стронций из организма, Нью-Йорк Джорнэл Амэрикэн, 4.VIII 1955.
8. Thomas R. O., Litovits T. A., Geschickter C. F., Alterations in dynamics of calcium metabolism by intraintestinal calcium, Am. J. Physiol., V. 176, Nr. 3, 1954, p. 381.
9. Линденбаум А., Шуберт Дж., Фрид Дж., Бюлл. ТАСС, № 39/304, 15.V 1958.
10. Хомутовский О. А., Действие фармакологических веществ на выведение радиоактивного стронция-89 и кальция-45 из организма. Автореф. дисс., 1958.
11. Comar C. L. and Wasserman R. H., Strontium—Calcium Metabolism in Man and Animals as studied by Radioisotope Methods. International conference on radioisotopes in scientific research. Unesco (NS) Réc, 176, 1957.

Інститут фізіології
ім. О. О. Богомольця Академії наук УРСР,
лабораторія біофізики

Надійшла до редакції
29. XII 1958 р.

Выведение радиоактивного стронция из организма под влиянием некоторых комплексообразующих соединений

О. А. Хомутовский

Резюме

Целью настоящего исследования являлось изучение накопления в тканях и выведение Sr^{89} из организма при пероральном поступлении изотопа. В работе сопоставлены данные о накоплении в тканях при пероральном и внутрибрюшинном введении изотопа. Кроме того, приводятся данные о выведении Sr^{89} из организма под влиянием щавелевой кислоты, родизоновокислого натрия и сернокислого ванадия. Опыты проведены на 233 белых крысах-самцах весом 150 ± 10 г и 180 ± 15 г.

Результаты проведенных опытов свидетельствуют о существенном различии в накоплении и выведении $\text{Sr}^{89}\text{Cl}_2$ при пероральном и внутрибрюшинном введении.

При введе
кости отмечало
Через 5 суток в
ло 0,95%, а при
ные накопления
обнаружено чер
при внутрибрю
тканях при вну
введении Sr^{89} в
изотопа вывод
чей выводилос

При введе
количество выв
дозы), а с кал

Результате
щавелевой кис
только при пер
не более 2 ча
тракт. При од
док содержа
второе меньше,
через 1 час по
в кости подоп
менение щавел
тивным.

При введе
ведение изотоп

Из испыт
родизоновокис
слабительного

Elimination under the I

A study of
in cral and intra
male albino ra
tion from the o
sodium rhodis

It was four
testinal tract.
and the bone ti
on the fifth da
one-tenth as hi

On employ
 Sr^{89} , the isotope
as high as in

Preliminar
on the elimina
sulfate as a put

При введении Sr^{89} в желудок максимальное накопление изотопа в кости отмечалось через 8 часов, а при парентеральном — через 1 час. Через 5 суток в 1 г бедренной кости при пероральном введении Sr^{89} было 0,95%, а при внутрибрюшинном — 2,1% введенной дозы. Максимальные накопления Sr^{89} в мягких тканях при пероральном введении было обнаружено через 2 часа: при этом оно оказалось в 10 раз меньше, чем при внутрибрюшинном. Максимальное содержание изотопа в мягких тканях при внутрибрюшинном введении отмечалось через 1 час. При введении Sr^{89} в желудок крысам весом 150 ± 10 г основное количество изотопа выводилось с калом (за 5 суток 53% введенной дозы), с мочой выводилось около 7,7%.

При введении Sr^{89} в брюшину крысам весом 150 ± 10 г основное его количество выводилось с мочой (за 5 суток около 16,3% введенной дозы), а с калом около 7,9%.

Результаты опытов свидетельствуют также о том, что применение щавелевой кислоты способствует выведению радиоактивного стронция только при пероральном введении $\text{Sr}^{89}\text{Cl}_2$ и щавелевой кислоты в сроки не более 2 часов после поступления изотопа в желудочно-кишечный тракт. При одновременном введении Sr^{89} и щавелевой кислоты в желудок содержание изотопа в 1 г бедренной кости подопытных крыс было втрое меньше, чем у контрольных. При введении щавелевой кислоты через 1 час после перорального поступления Sr^{89} содержание изотопа в кости подопытных крыс было вдвое меньше, чем у контрольных. Применение щавелевой кислоты в более поздние сроки было неэффективным.

При введении Sr^{89} и щавелевой кислоты в брюшную полость выведение изотопа замедлялось.

Из испытанных средств не влияло на выведение Sr^{89} применение родизоновокислого натрия в дозе 0,23 мг на 1 г веса крысы, а также слабительного (сернокислого ванадия в дозе 0,15 мг на 1 г веса крысы).

Elimination of Radioactive Strontium from the Organism under the Influence of Certain Complex-forming Substances

O. A. Khomutovsky

Summary

A study of the accumulation of Sr^{89} in the tissues and its elimination in oral and intraperitoneal administration of the isotope was conducted on 233 male albino rats. The accumulation of Sr^{89} in the tissues and its elimination from the organism was also studied under the influence of oxalic acid, sodium rhodisonovate and vanadium sulfate.

It was found that 54—58 per cent of Sr^{89} is absorbed from the gastrointestinal tract. The basic quantity enters the soft tissues within two hours, and the bone tissue within eight hours. The Sr^{89} content in the thighbones on the fifth day after oral administration was half, and in the soft tissues one-tenth as high as it was after intravenous administration of Sr^{89} .

On employing oxalic acid within one hour after oral administration of Sr^{89} , the isotope content in the thighbones of the experimental rats was half as high as in the controls.

Preliminary data indicate that rhodisonovate of sodium has no effect on the elimination of Sr^{89} from the organism. The application of vanadium sulfate as a purgative failed to facilitate Sr^{89} elimination from the organism.