

Резюме. Зроблено спробу оцінити необхідність урахування просторово-часового розподілу поглинутої дози змішаних випромінювань основних радіаційних факторів для коректного визначення дієздатності у системі військової дозиметрії.

Ключові слова: поглинута доза, радіаційні втрати.

Summary. This article presents an attempt to assess the necessity of accounting the spatial and time distribution of absorbed dose of mixed radiations of main radiation factors for the correct estimation of the troops' capabilities in the system of military dosimetry.

Keywords: absorbed dose, radiation casualties.

Н. П. ДИКИЙ¹, А. В. ГРУШКА², Н. В. КРАСНОСЕЛЬСКИЙ²

Ю. В. ЛЯШКО¹, Е. П. МЕДВЕДЕВА¹, О. И. ПАСКЕВИЧ²

¹Національний научний центр «Харьковский физико-технический институт»

²ГУ «Институт медицинской радиологии им. С. П. Григорьева НАМН Украины», Харьков

СОДЕРЖАНИЕ ¹⁵³SM-ОКСАБИФОРА В КРОВИ ОНКОБОЛЬНЫХ ПРИ ТЕРАПИИ КОСТНЫХ МЕТАСТАЗОВ

THE CONTENT OF ¹⁵³SM-OXABIFOR IN CANCER PATIENTS BLOOD IN THE TREATMENT OF BONE METASTASIS

Для паллиативной терапии костных метастазов активно используются изотопы ³²P, ⁸⁹Sr, ⁹⁰Y, ^{186,188}Re, ¹⁵³Sm и ¹⁷⁷Lu [1]. Достаточно широко в последнее время применяется ¹⁵³Sm-оксабифор, который является терапевтическим агентом для эффективного паллиативного лечения костных метастазов [2, 3]. Этот радиофармпрепарат (РФП) обладает высоким эффектом обезболивания и минимальными побочными проявлениями.

У названных РФП период полураспада и энергия частиц играют важную роль для клинических характеристик, таких как начало и продолжительность анальгезирующего эффекта. Энергия частиц от ³²P и ⁸⁹Sr и соответствующие пробеги в костной и мягких тканях больше, чем при использовании ¹⁵³Sm. Большая энергия частиц предполагает более массивное поражение костного мозга, в результате облучения большего его объема. Малый период полураспада ¹⁵³Sm (1,9 дня) обуславливает необходимость более быстрой доставки его в опухоль по сравнению с ³²P (14,3 дня) и ⁸⁹Sr (50,5 дня).

Для транспорта 90 % от общей дозы изотопов требуется примерно 3,5 периода полураспада, и интервал составляет примерно 1 неделю для ¹⁵³Sm, 7 недель для ³²P и 25 недель для ⁸⁹Sr. Как правило, ¹⁵³Sm производится с помощью нейтронной бомбардировки обогащенного ¹⁵²Sm₂O₃ в ядерном реакторе.

Динамика ¹⁵³Sm в крови определяется уровнем и скоростью захвата его костной тканью, поэтому содержание ¹⁵³Sm в крови является важным параметром для учета индивидуальных особенностей больного и коррекции процесса лечения.

Цель работы — изучить динамику содержания ¹⁵³Sm-оксабифора у онкологических пациентов с костными метастазами в процессе радионуклидной терапии.

© Н. П. Дикий, А. В. Грушка, Н. В. Красносельский, Ю. В. Ляшко, Е. П. Медведева, О. И. Паскевич, 2015

Применяемый в исследовании ¹⁵³Sm-оксабифор был произведен на «Радиофармацевт» (ИЯФ АН РУз, Ташкент, Узбекистан), сертификат качества №85, серия №026251114, с радиохимической чистотой 99,2 %. Активность ¹⁵³Sm-оксабифора на день поставки РФП составляла 2000 МБк, активность ¹⁵³Sm-оксабифора на момент изготовления (по данным паспорта) соответствовала 8400 МБк. Содержание примесных радионуклидов было не больше 3×10^{-3} %. Содержание Sm в растворе равнялось 62,0 мкг/мл, натрия оксибифора — 16,2 мг/мл, NaCl — 5,1 мг/мл. Радиофармацевт ¹⁵³Sm-оксабифор был стерильный. pH раствора составляла 6,4. Данный РФП представляет собой комплекс Sm и тетраметилфосфононовой кислоты (рис. 1) и имеет биологические свойства, необходимые для его транспорта в костную ткань.

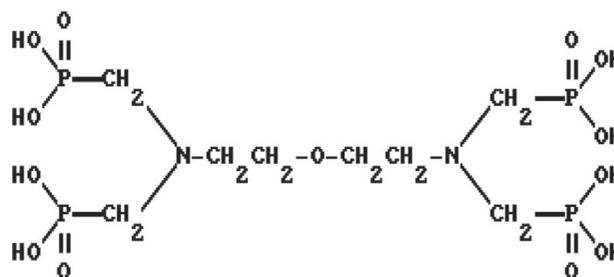


Рис. 1. Структура окса-бис (этилендитио) тетраметилфосфононовой кислоты

В пилотном исследовании приняли участие 3 пациента с болезненными костными метастазами с различными первичными опухолями (рак желчных протоков, рак желудка, рак предстательной железы). В отделении ядерной медицины ГУ «Институт медицинской радиологии им. С.П. Григорьева НАМН Украины» всем больным было проведено первичное

диагностическое сканирование костной системы с ^{99m}Tc -MDP по стандартному протоколу для принятия решения о целесообразности проведения лечения ^{153}Sm -оксабифором. Внутривенное введение препарата осуществлялось через ангиокатетер активностью 1 мКи/кг с последующим введением 200,0 физиологического раствора. Для последующего анализа через 3 и 10 суток после РНТ были взяты образцы крови пациентов в количестве 2 мл.

В Национальном научном центре «Харьковский физико-технический институт» измерялся гамма-спектр ^{153}Sm -оксабифора Ge(Li)-детектором, объемом 50 см³ с энергетическим разрешением 3,25 кэВ по линии ^{60}Co 1332 кэВ (рис. 2). Ge(Li)-детектор был оборудован трехслойной защитой (Pb-Cu-Al) для уменьшения фоновой загрузки детектора.

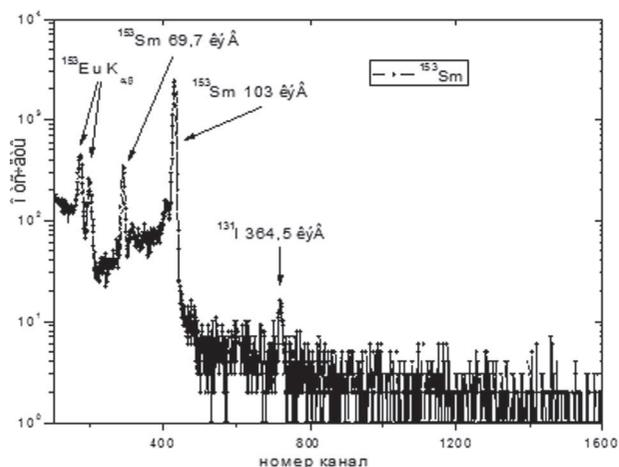


Рис. 2. Гамма-спектр крови пациента во время лечения ^{153}Sm -оксабифором

Динамика содержания ^{153}Sm в крови характеризуется средним периодом полувыведения $T_{1/2} = 0,68$ часа. Известно, что особенности динамики ^{153}Sm в крови определяются уровнем и скоростью захвата его костной тканью. Отметим, что кинетика содержания ^{153}Sm

в организме с костными метастазами специфична для каждого больного. Вариации поглощенных доз в крови при лечении ^{153}Sm отличаются в 6 раз [4].

Нами определена удельная активность крови пациентов в процессе РНТ (таблица).

Таблица

Динамика активности крови пациентов с костными метастазами после лечения ^{153}Sm -оксабифором

Первичный опухолевый процесс	Активность ^{153}Sm в крови на 3 день лечения, Бк/мл	Активность ^{153}Sm в крови на 10 день лечения, Бк/мл	Отношение активностей в крови на 3 день к 10 дню
Рак желчных протоков	63,2 ± 6	29,9 ± 3	2,11 ± 0,41
Рак желудка	40,8 ± 4	—	—
Рак простаты	13,2 ± 2	9,7 ± 1,8	1,36 ± 0,46

Как видно из таблицы, концентрация ^{153}Sm в крови пациентов падает незначительно. Период полувыведения ^{153}Sm из почек, мочевого пузыря и печени составляет 1,51, 11,9 часа и 3,1 суток, соответственно [4]. Известны также периоды полувыведения незначительного количества ^{153}Sm на 22-е и 29-е сутки для печени и почек соответственно. Период полувыведения ^{153}Sm из костной ткани составляет 2,5 года. Поэтому можно предположить, что выведение ^{153}Sm у пациента с первичным раком желчных протоков обусловлено его накоплением значительного количества в печени.

Таким образом, была обнаружена значительная вариация содержания ^{153}Sm в крови для больных с различным первичным опухолевым заболеванием. Значение активности ^{153}Sm в крови больных на третий день лечения было в пределах $6,9 \times 10^{-3} \%$ — $3,3 \times 10^{-2} \%$ по отношению к введенной дозе радиофармпрепарата. Эффективный период полувыведения ^{153}Sm в крови больных зависит от локализации первичной опухоли и составляет более 10 дней для временного интервала больше 7 дней.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Lewington V. Cancer therapy using bone-seeking isotopes / V. Lewington // Phys. Med. Biol. — 1996. — N 4. — P. 2027–2042.
2. Serafini A. N. Therapy of metastatic bone pain / A. N. Serafini // J. Nucl. Med. — 2001. — Vol. 42, N 6. — P. 895–906.
3. Randit-Taskar N. Radiopharmaceutical therapy for palliation of bone pain from osseous metastases / N. Randit-Taskar, M. Batraki, C. R. Divgi // J. Nucl. Med. — 2004. — Vol. 45, N 8. — P. 1358–1365.
4. Динамика накопления и выведения ^{153}Sm -оксабифора у больных с метастазами в кости при проведении радионуклидной терапии / О. П. Доля, А. Н. Клепов, В. В. Крылов и др. // Радиация и риск. — 2007. — Т. 16, № 2/4. — С. 39–47.

Резюме. Після радіонуклідної терапії визначено концентрацію ^{153}Sm у крові пацієнтів з метастазами в кісткову систему. Виявлено значну варіацію вмісту ^{153}Sm у крові для хворих з різним первинним пухлинним ураженням, яка склала від 10 до 65 Бк/мл. Оцінено період напіввиведення ^{153}Sm із крові пацієнтів у процесі терапії для часового інтервалу понад 7 днів, що становить понад 10 днів.

Ключові слова. ^{153}Sm -оксабифор, лінійний прискорювач електронів, радіонуклідна терапія, період напіввиведення.

Summary. Concentration ^{153}Sm in the blood of patients with bone metastasis after radionuclide therapy was determined. Considerable variation of the content of ^{153}Sm in blood of patients with various primary cancers from 10 to 65 Bq/ml is found. The effective half-life of ^{153}Sm in the blood of patients was estimated at more than 10 days during the course of the therapy in time interval more than 7 days.

Keywords: ^{153}Sm -oxabifor, linear electron accelerator, radionuclide therapy, the half-life time.