

ФЕДЕРАЛЬНОЕ
МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКОЕ АГЕНТСТВО
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ
БИОФИЗИЧЕСКИЙ ЦЕНТР
им. А.И. Бурназяна»
(ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России)
123182, г. Москва, ул. Демьяново, под. 4а
тел./факс 8(499)193-11-11
E-mail: fmfc-fmcb@bk.ru

Руководителю ФМБА России
Уйбе В.В.

31.07.2010

№ А _____
О направлении результатов
исследования _____

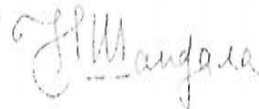
ФГУ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России во исполнение вашего поручения направляет в ваш адрес результаты исследования, проведенных Отделом радиационной безопасности (Отдел №3.) для ознакомления и принятия последующего решения.

Генеральный директор
ФМБЦ им. А.И. Бурназяна
ФМБА России



К.В. Котенко

Заведующая отделом
радиационной безопасности,
д.м.н.



Н.К. Шандала



УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
ФМБЦ им.А.И. Бурназяна

К.В. Котенко

ЭКСПЕРТНОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

по результатам измерения удельной активности свинца-210 и полония-210
в представленных к исследованию биологических образцов

ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ:

На исследования в лабораторию радиометрических и спектроскопических исследований человека и окружающей среды (Лаборатория №15) Отдела радиационной безопасности (Отдел №3) ФМБЦ им. А.И.Бурназяна ФМБА России, заведующим лабораторией, к.т.н. Яценко В.Н. представлены 4 (четыре) образца кости черепа и конечностей (размером до 1,08x1,34 см.), полученных в ходе экзугмации в исполнении спецдопуска 1326/01-24-2013/СС МИД РФ. В ходе экзугмации проведен общий осмотр останков, проведена идентификация личности. Останки принадлежали субъекту №3187/01 картотеки (Мухаммад Абд ар-Рахман Абд ар-Рауф Арафат аль-Куви аль-Хусейни (أي الحامين القدوة عرفات الرؤوف عبد الرحمن عبد محمد)).

МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЯ:

В соответствии с Регистром Федерального медико-биологического агентства методик измерений и методик выполнения расчетов (Регистр МИ (МВР) ФМБА России Р 17.4 – 2006.2010) с учетом Дополнения №1, «Методикой измерения удельной активности свинца-210 и полония-210 в пробах объектов окружающей среды и биологических материалах», в соответствии с МИ ФМБА России 1.38.7.56, аттестованных Свидетельство ФГУП «ВНИИМ им Д.И. Менделеева» № 797/02. Утвердил директор ФГУП НИИ НММ является радиометрический метод.

Измеряемая величина: Активность, Бк/г; свинец-210 и полоний-210

Предел (диапазон) измерения: Активность свинца-210 (0,3 - 300) Бк; удельная активность свинца-210 ($60 - 6 \times 10^4$) Бк/кг; активность полония-210 (0,02-1000) Бк; удельная активность полония-210 (4×10^5) Бк/кг

Характеристика погрешности: Систематическая погрешность 17%, случайная погрешность для α -излучения – 5%, для бета-излучения – 6%.

Оборудование: α - β радиометр типа УМФ-2000 или другой с характеристиками не хуже следующих:

- скорость счета фона – не более 0,05 имп/мин по α -каналу и не более 2,3 имп/мин – по бета-каналу;
- эффективность регистрации β -излучения ^{137}Cs – не ниже 3,7 имп/(мин·Бк) и ^{90}Sr (^{90}Y) – не ниже 7,5 имп/(мин·Бк), соответственно;¹⁾
- эффективность регистрации α -излучения электрохимических счетных образцов с диаметром активного пятна 26 мм – не ниже 16,2 имп/(мин·Бк);
- основная погрешность определения активности счетных образцов – не более 10% при $P=0,95$.

Эталонные радионуклидные источники и растворы радионуклидов: контрольный образец сравнения ОСК-210 ($^{210}\text{Po} + ^{210}\text{Bi}$), активностью от 10 до 50 Бк с погрешностью измерений активности не более 6%.

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

Настоящее исследование основывается на следующих методических рекомендациях и требованиях:

- Указ Президента Российской Федерации от 11.10.2004г. №1304 «О Федеральном медико-биологическом агентстве».
- Постановление Правительства Российской Федерации от 17 июня 2004г. №294. Положение о Федеральном агентстве по техническому регулированию и метрологии.
- Указание Федерального управления «Медбиоэкстрем» от 09.12.1998г. № 32-024/206 «О проведении анализа состояния метрологического уровня измерений и испытаний в системе учреждений и предприятий Федерального управления «Медбиоэкстрем».
- ГОСТ 1.5-2001 Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Общие требования к построению, изложению, оформлению, содержанию и обозначению.
- ГОСТ 8.417-2002 ГСИ. Единицы величин.
- ГОСТ 27451-87 Средства измерений ионизирующих излучений. Номенклатура показателей.
- ГОСТ Р 1.0-2004 Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения.
- ГОСТ Р 1.5 – 2004 ГСС. Стандарты национальные Российской Федерации Правила построения, изложения, оформления и обозначения.
- ГОСТ Р 1.12-2004 Стандартизация в Российской Федерации. Термины и определения.
- ГОСТ Р 8.563- 2009 ГСИ. Методики (методы) измерений.

- ГОСТ Р 8.594-2002 ГСС. Метрологическое обеспечение радиационного контроля. Основные положения.
- Р 1.1.003-96 - 1.1 Общие вопросы. Общие требования к построению, изложению и оформлению нормативных и методических документов системы государственного санитарно-эпидемиологического нормирования. М.1998г.
- МУК ФМБА России 4.4.19-2008. 4 4.Общие вопросы по методам контроля «Относительные измерения. Радиометрия. Требования к методикам измерений активности образцов проб биологических объектов, объектов внешней среды и пищевых продуктов (с оценкой погрешности и неопределенности измерений)».

СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ МАССЫ И ОБЪЕМА, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ПРИГОТОВЛЕНИИ СЧЕТНЫХ ОБРАЗЦОВ:

- весы аналитические АДВ-200, ГОСТ 24104-80;
- весы технические ВРЛ-1, ГОСТ 19491-74;
- набор разновесов, ГОСТ 7328-82;
- пипетки мерные 2-го класса на 1,5 и 10 мл, ГОСТ 20292-74;
- колбы мерные 2-го класса на 100, 250 и 1000 мл, ГОСТ 1770-78;
- стаканы лабораторные на 50, 200, 250, 300, 800, 1000 и 2000 мл, ГОСТ 10394-72.

ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ:

- плитка электрическая, ГОСТ 14919-83;
- дистиллятор, Д-4 ТУ 64-1-1640-78;
- печь муфельная электрическая типа ПМ-8 с терморегулятором до 900 °С;

- колонки хроматографические стеклянные с внутренним диаметром 10 мм;
- форвакуумный насос (ВН-461, ВН-2М), обеспечивающий рабочее давление в вакуумной камере не более 1333 Па (10 мм рт. ст.);
- разборная установка для электролитического осаждения радионуклидов на подложки из нержавеющей стали диаметром 34 мм, включающая электролитическую ячейку с анодным и катодным электродами;
- регулируемый источник питания постоянного тока, обеспечивающий максимальный ток до 3 А и максимальное напряжение до 30 В;
- никелевые диски диаметром 34 мм и толщиной 0,6 мм, изготовленные из никелевой ленты марки НП-2 (0,6x250) ГОСТ 2170-73;
- наждачная бумага мелкозерновая;
- индикаторная бумага универсальная рН 1-10, ТУ МХПОРУ 76-56;
- набор ареометров;
- стандартные сита;
- чашки и тигли фарфоровые на 25, 50 и 100 мл, ГОСТ Т 9147-80;
- чашки кварцевые на 50 мл, ГОСТ 10973-64;
- ступка фарфоровая;
- стекло часовое;
- палочки стеклянные диаметром 3 мм;
- шпатель;
- воронки стеклянные диаметром 5, 7,5, 10 и 15 см, ГОСТ 8613-75;
- колба круглодонная К-1-2000-29/32, ГОСТ 25336-82;
- колба коническая Кн-2-1000-34, ТУ 92-891.029-91;
- холодильник прямой ХПТ-1-600-14/23-14/23, ГОСТ 25336-82;

- подложки из нержавеющей стали марок 1X18H9T, 12X18H10T, 08X18H10T или аналогичных ГОСТ 4543, ГОСТ 5632, диаметром 34 мм, толщиной 0,7-1,0 мм;
- алюминиевая фольга 81 г/см², толщина 3 мм марок А5, А6, А7, АД0, АДЗ1 ГОСТ 15175-89,;
- тефлоновая кассета для электролитического осаждения;
- бумага фильтровальная, ГОСТ 12026-66;
- инфракрасная лампа мощностью 250-500 Вт;
- перчатки резиновые;
- ветошь, вага.

НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ:

Исходя из базовой гипотезы, что в организм изучаемого субъекта попал полоний-210, учитывая, что с момента смерти (предположительно первая декада ноября 2004 года) и моментом первой серии тестов (первая декада 2012 года), предполагаемое количество ²¹⁰Po, которое математически могло остаться внутри организма субъекта исследования, составляет $1/10^6$ (21 период полураспада). Выведение ²¹⁰Po осуществляется преимущественно через ЖКТ и почки, причём 0,9 ²¹⁰Po экскретируется с калом и только 0,1 с мочой. $T_{\text{с}}$ соответственно равны 37 ± 6 и $35,7 \pm 4$ сут. Средний $T_{\text{эф}}$ ²¹⁰Po из всего организма составляет 37 ± 6 сут.

Принимая во внимания, что обобщенные данные исследований радиотоксичности полония позволяют предполагать, что в случае попадания вещества внутрь организма вместе с пищей, условная величина степени адсорбции ²¹⁰Po из пищи в кровь находится на уровне 10%.

По данным исследований Е.В.Эрлексовой, после однократного подкожного, внутривенного или перорального введения раствора нитрата ²¹⁰Po (нейтрализованного щелочью до pH=6,0 -6,5 в присутствии маннита),

наибольшее количество радионуклида в организме млекопитающегося первые 5 суток после введения содержится в мозговом веществе, а через 1 дней и позже — в корковом веществе почек. Е.В. Эрлексова наблюдал отложение ^{210}Po в эндосте и соединительнотканной оболочке, выстилающей отверстия компактной кости, через которые проходят сосуды, костном мозгу. В костной ткани ^{210}Po локализуется в органическом матриксе, то есть межклеточном веществе костной ткани с высокой концентрацией солей кальция. Основным минеральным компонентом костного матрикса служит сложная соль — минерал гидроксиапатит ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$). Его кристаллы откладываются вдоль коллагеновых волокон. Органический компонент матрикса составляет у человека около 30 % его массы. Межклеточное вещество костной ткани состоит из органической (25%), неорганической (50%) частей и воды (25%). Средняя концентрация ^{210}Po в костной ткани составляет 150 мБк/кг с колебаниями от 20 до 200 мБк/г.

В ходе исследования определение величины и оценки неопределенности расчета дозы проводится путем математического моделирования процесса поступления и выведения радионуклидов из организма стандартного человека и использования метода статистических испытаний (метода Монте-Карло) для нахождения распределения оценок величин E и его параметров.

ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ

Из-за низкой проникающей способности α -частиц обнаружение ^{210}Po требует специальной низкофоновой аппаратуры. В процессе распада ^{210}Po излучается также проникающее гамма-излучение, но его интенсивность очень мала (один гамма-квант на 80 тысяч α -распадов), что чрезвычайно затрудняет его регистрацию на фоне естественного излучения окружающей среды и не является целесообразным, учитывая ранее названные условия.

Радионуклид	T _{1/2}	Тип распада	Средняя энергия излучения, МэВ/(Бк·с)			Дочерний радионуклид (выход)
			α-излучения и ядер отдачи	Характеристического, γ- и аннигиляционного излучение	β-излучения, конверсионных электронов и Оже электронов	
²¹⁰ Po	138,38 сут	α	5,40	8,50 · 10 ⁻⁶	8,18 · 10 ⁻⁸	206Pb стаб.

Основным методом определения полония являлся радиометрический, основанный на регистрации α-излучения ²¹⁰Po. Массы полония более 1 мкг могут быть определены с помощью г-счета (11-10⁻³% распада ²¹⁰Po, E_α = 0,803 МэВ) или калориметрически (удельное тепловыделение ²¹⁰Po составляет около 140 Вт/г).

РАДИОХИМИЧЕСКОЕ ВЫДЕЛЕНИЕ ²¹⁰PO И ²¹⁰BI(²¹⁰Pb)

Метод определения полония основан на электрохимическом осаждении радионуклида на никелевом диске из солянокислых растворов. Этот метод называется электролитическим замещением или бестоковым электролизом.

При определении полония предпринимались меры для предотвращения его сорбции на стекле; растворы - 0,7 н по соляной кислоте и не ниже 0,5 - 1% по лимонной кислоте.

Во всех случаях при осаждении полония на никелевый диск применялась только соляная кислота, а не азотную, т.к. последняя растворяет (особенно сильно при нагревании) никель.

Для устранения влияния железа добавлялась аскорбиновая кислота, восстанавливающая трехвалентное железо в двухвалентное, которое не мешало электрохимическому осаждению полония. Объем раствора не должен превышать 100 мл.

Методика выделения ^{210}Po сводилась к следующему: объединенные после осаждения сульфатов фильтраты (фильтрат 1, фильтрат 2 и раствор осадка 3) упаривали до 600-800 мл и аммиаком, не содержащим CO_2 , при $\text{pH}=9$ осаждали гидрат окиси железа, с которым соосаждались изотопы урана, тория, полония, свинца, висмута и др. Осадок после отстаивания отфильтровывался, используя обеззоленный фильтр «красная лента» диаметром 12,5(11,0) см, промывался горячей дистиллированной водой и растворялся в 70 мл 1н HCl , добавлялось 500 - 700 мг лимонной кислоты и аскорбиновую кислоту до обесцвечивания раствора. Раствор доводил дистиллированной водой до 100 мл. В раствор помещался диск из никелевой фольги, закрепленный в тefлоновой кассете, которая обеспечивала выделение ^{210}Po на одной стороне диска. Нагревалось содержимое стакана на кипящей водяной бане в течение 6 ч, периодически перемешивая. Объем жидкости был равным 100 мл в течение всего времени выделения, поэтому пробе добавлялась дистиллированная вода по мере ее испарения.

Через 6 часов вынимался диск из тefлоновой кассеты, промывался дистиллированной водой, этиловым спиртом и высушивался на воздухе. Фиксировалось время отделения ^{210}Bi от ^{210}Pb .

После электролитического осаждения ^{210}Po и ^{210}Bi на никелевый диск определялась скорость счета полученного образца по α - и β -каналу. Измерение активности препарата выполнялось через 14 часов после электрохимического выделения радионуклидов, поскольку кроме ^{210}Po и ^{210}Bi препарат мог содержать короткоживущие α -активные (^{218}Po , ^{214}Po , ^{216}Po , ^{212}Po , ^{215}Po , ^{211}Po , ^{211}Bi) и бета-активные (^{214}Bi , ^{212}Bi) радионуклиды. Выдержка препарата перед его измерением в течение 14 часов привела к распаду этих короткоживущих радионуклидов, т.е. устранила их мешающее влияние.

Удельную активность ^{210}Po определяли по формуле.

$$A_{\text{Po-210}} = \frac{n \cdot K_{\text{Po-210}}}{m \cdot \rho}, \text{ Бк/г,}$$

где:

n – скорость счета импульсов от счетного образца за вычетом фона по α каналу, имп/мин;

$K_{\text{Po-210}}$ – коэффициент связи для ^{210}Po , Бк/(имп/мин), полученный при использовании контрольного образца сравнения;

m – масса пробы, г;

ρ – химический выход ^{210}Po .

Удельную активность ^{210}Bi , которую принимают равной удельной активности ^{210}Pb , определяли по формуле:

$$A_{\text{Bi-210}} = A_{\text{Pb-210}} = \frac{n_1 \cdot K_{\text{Bi-210}}}{m \cdot \rho_1 \cdot e^{-\lambda_{\text{Bi-210}} \cdot t}}, \text{ Бк/г}$$

где:

n_1 – скорость счета импульсов от счетного образца за вычетом фона по бета-каналу, имп/мин;

$K_{\text{Bi-210}}$ – коэффициент связи для ^{210}Bi , Бк/(имп/мин), полученный при использовании контрольного образца сравнения;

m – масса пробы, г;

ρ_1 – химический выход ^{210}Bi ;

t – время от электрохимического выделения ^{210}Bi до измерения его активности, часы;

$\lambda_{\text{Bi-210}}$ – постоянная распада ^{210}Bi .

Химические выходы ^{210}Po и ^{210}Bi были определены экспериментально при разработке методики с использованием соответствующих стандартных растворов:

$$\rho_{\text{Po-210}} = 0,9; \quad \rho_{\text{Bi-210}} = 0,85;$$

Поправки на распад ^{210}Bi ($T_{1/2}=120$ час) представлены в таблице 1.

Таблица 1

Поправка на распад ^{210}Bi ($e^{-\lambda_{\text{Bi-210}} \cdot t}$) в зависимости от времени	
Время распада ^{210}Bi , часы (t)	$e^{-\lambda_{\text{Bi-210}} \cdot t}$
12	0,93
16	0,91
20	0,89
24	0,87
28	0,85

32	0,83
40	0,80

Основная проблема этого метода заключалась в необходимости учета самоослабления, поскольку для низкоэнергетических гамма квантов коэффициент ослабления сильно зависит от химического состава пробы. Для решения этой задачи применялись стандартные материалы, близкие по составу к анализируемой пробе, высшую стандартизацию, метод Монте Карло.

Гамма спектрометрическое определение ^{210}Po в этих же пробах выполняли на HPGe спектрометре со свинцовой защитой (10 см), имеющем следующие характеристики: 25 % эффективность, разрешение для 1,33 МэВ (^{60}Co) – 1,9 кэВ, суммарный фон в диапазоне 25 кэВ – 2 МэВ равен 1,5 с⁻¹. В этом методе навеску пробы 20,9 г в чашке Петри помещали прямо на детектор и измеряли также 24 часа. В качестве стандарта выбран сертифицированный стандартный материал подходящего химического состава, очень низкой радиоактивности, содержащий известные количества урана, тория, калия. Этот материал имел плотность и абсорбционные характеристики гамма излучения, идентичные седиментам. Коэффициенты вариации в двух разных методах одинаковые, средние значения 11,8 % (α метод) и 12,9 % (гамма метод). Причем они получены при анализе проб с низким содержанием ^{210}Pb .

Установить гамма-излучение, исходя из гипотезы, выставленной исследовательской группой, не представляется возможным, поскольку для ^{210}Po интенсивность данного излучения при попадании вещества в организм предельно мала и составляет, один гамма-квант на 80 тысяч α -распадов что чрезвычайно затрудняет его регистрацию на фоне естественного излучения окружающей среды

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ ВЫВОД:

№	Образец	Серии тестов ^{210}Po (мБк/г)		
		№1	№2	№3
3187/01-01	фрагмент кости черепа	1,4	1,2	1,1
3187/01-02	фрагмент кости черепа	0,9	0,7	-
3187/01-03	фрагмент кости конечности	0,3	0,2	-
3187/01-04	фрагмент кости конечности	0,5	0,4	-

(Результаты исследований по видам излучений представлены в Приложениях №1А, 1Б, 1В)

Учитывая периоды полураспада, иные объективные факторы в период фактического исследования образца, условный уровень активности радиоактивного источника (1 распад каждые 1.090 секунд), проанализировав количество импульсов, их активность и уровень погрешность в первой и второй серии тестов, прийти к однозначному выводу о наличии в представленных образцах радиационного фона не представилось возможным. Результаты исследования являются условными и могут быть связаны с погрешностью приборов и естественным фоном. В ходе исследования серия №3 тестов была проведена для образца 3187/01-01. Результат не может однозначно свидетельствовать о наличии внутри организма изучаемого субъекта ^{210}Po .

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Обычно для анализа процессов отравления используется вариант фармакокинетических моделей – токсикокинетические модели. В них наступление смерти моделировать принципиально невозможно, поскольку они адекватны лишь при малых дозах яда, когда гомеостаз организма не

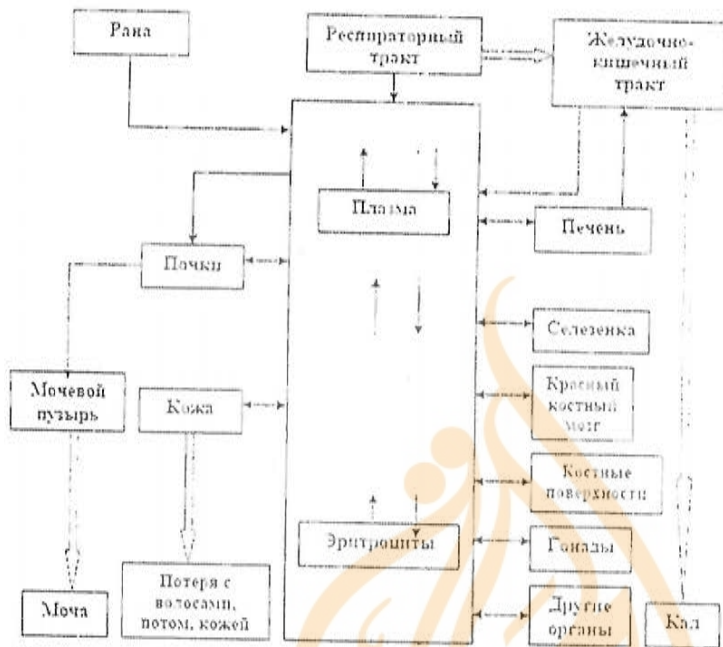
нарушается. При больших дозах яд поражает организм, а организм старается преодолеть действие яда. В зависимости от того, какой процесс окажется сильнее, произойдет или выздоровление, или смерть.

Поэтому для анализа тяжелых отравлений, как в данном исследовательском случае, применялся более сложный метод моделирования – междисциплинарный. Междисциплинарная модель состоит из двух дисциплинарных моделей (модель естественных технологий организма и модель яда). При отравлении малыми дозами полония (0.5 Гр) наблюдается продромальный синдром, а при больших дозах (1-3 Гр) начинается поражение костного мозга, почек и печени.

При отсутствии медицинской помощи $LD_{50} \sim 2,5$ Гр. Основной причиной смерти считается нарушение функции костного мозга. Детали изучены мало.

Биокинетическая системная модель распределения, удерживания и экскреции ^{210}Po , поглощенного в кровь после внутрижелудочного, ингаляционного или раневого поступления основана на данных, полученных на людях и на лабораторных животных и представлена на рисунке ниже.

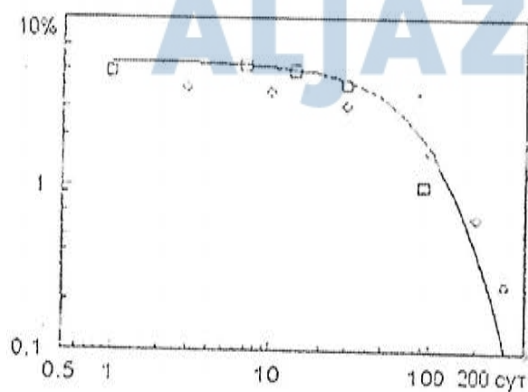
Моделирование попадания полония в организм с летальным исходом позволило уточнить предположительные данные о величине поглощенных доз. Моделировалась зависимость продолжительности жизни человека и животных после отравления ^{210}Po , который является равномерно распределяющимся радионуклидом (с полиорганным распределением), выводится медленно (период полураспада – 138,38 сут; период полувыведения – 50-80 дней), поэтому может иметь долгосрочное действие, вызывает мутацию ДНК и развитие рака.



Моделирование в различных предположениях (поражение только костного мозга, поражение костного мозга и почек, поражение костного мозга, почек и печени) показало, что при дозах меньше 1.1 Гбк наблюдается

существенное расхождение с экспериментом. Следовательно, при анализе надо учитывать другие причины, которые могли оказать влияние на гибель изучаемого субъекта с учетом моделирования лечебного воздействия, что не представляется возможным в связи с постановкой задачи независимого исследования.

Более того, исследования МФЦ о распределении радионуклида в скелете свидетельствуют о том, что через 200 суток уровень содержания ^{210}Po в скелете близко к 0% от исходной системной нагрузки.



Экспериментально установлено, что дозы от 100 до 300 МБк полония-210, поступившего в кровь (3-10 милликюри) могут вызвать смерть взрослого человека со средним весом 70 кг в течение одного месяца. Но при попадании полония-210 в организм с пищей это

соответствует 1—3 МБк (30-100 милликори), поскольку в кровь из загрязненных полонием-210 продуктов попадает лишь 10% радиоизотопа. Полоний является токсином только благодаря α -излучению. 1 мегабеккерель активности соответствует 1 микрограмму хлорида полония. В ходе построения модели, учитывая результаты радиохимического выделения, находящегося в зоне условной погрешности, однозначно утверждать, что попадание полония в организм субъекта могло привести к смерти субъекта, является безосновательным. (Результаты моделирования представлены в Приложении №2)

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ

В ходе исследования была проверена зависимость косвенного измерения от любого количества исходных прямых измерений в виде алгоритма с включением логических элементов без линеаризации. Погрешность результата напрямую зависела от числа испытаний, моделирующих погрешность исходных прямых измерений в пределах рабочих диапазонов значений. В результате расчета закона распределения погрешности результата косвенного измерения, выполнения точечной оценки этой погрешности и ее оценки в форме доверительного интервала, было установлено, что полученный результат измерения находится за пределами доверительного интервала, а значит не может быть признан математически верным.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ


Проведя исследования образцов, только у одного из четырех представленных фрагментов (кость черепа, образец 3187/01-01), был установлен радиоактивный фон, который, с низкой долей вероятности,

находящейся в пределах математической погрешности, может условно свидетельствовать о наличии внутри организма субъекта, которому принадлежал данный образец, определенного количества вещества ^{210}Po (неопределенность результата оценки уровня ^{210}Po превышает 49%). С учетом требований МИ (МВР) ФМБА России Р 17.4 - 2006,2010, неопределенность результата оценки уровня находится за пределами допустимого уровня. Уровень радиоактивного фона остальных образцов находится в рамках естественного фона.

Учитывая, что в рамках математического, междисциплинарного моделирования, результаты радиометрического исследования были перепроверены и включены в структуру искусственных моделей и рабочая гипотеза не получила своего подтверждения, рабочая гипотеза о причинении смерти объекту в результате внесения в организм ^{210}Po признана несостоятельной. Однако, результат исследований может быть связан со значительным сроком с момента возможного попадания ^{210}Po в организм субъекта до момента проведения исследования.

Первый заместитель


генерального директора, д.м.н., профессор


А.Ю. Бузманов


Ученый секретарь, д.м.н., профессор


Н.В. Коржакина

Заведующий отделом №8, к.х.н.


Г.Е. Кодица

Главный метролог


Ю.С. Степанов