

10. O'Brien, J. Management of varices in patients with cirrhosis / J. O'Brien, C. Triantos, A.K. Burroughs // Nat Rev Gastroenterol Hepatol. – 2013. – Vol. 10. – P. 402-412.

11. Siramolpiwat, S. Transjugular intrahepatic portosystemic shunts and portal hypertension-related complications / S. Siramolpiwat // World J Gastroenterol. – 2014. – Vol. 20, N 45. – P.16996-17010.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ РОСТА АКТИВНОСТИ АМЕРИЦИЯ-241 НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ И ВОЗМОЖНОСТИ УСИЛЕНИЯ ЕГО МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ**

**Мосин О. В., Зиматкина Т. И.**

Кафедра лучевой диагностики и лучевой терапии  
УО «Гродненский государственный медицинский университет»  
г. Гродно

**Актуальность.** Экологическая опасность загрязнения окружающей среды америцием-241 (Am-241), которое произошло вследствие аварии на Чернобыльской АЭС, обусловлена тем, что данный изотоп относится к группе наиболее опасных радиоактивных тяжелых элементов, ядра которых испытывают спонтанное деление или а-распад. Рассматриваемый радионуклид представляет особую угрозу для здорового населения, поскольку имеет сравнительно большой период полураспада, накапливается в таких жизненно важных органах человека, как почки, печень, селезенка, кости, легкие, и может вызывать острые и подострые лучевые поражения [1]. Учитывая стабильный рост активности биологически доступных форм Am-241 и его особо высокую канцерогенную активность, возможность усиления его медико-биологической опасности будет сохранять свою высокую актуальность для многих поколений жителей Республики Беларусь.

### **Цели:**

1) исследовать современную динамику роста активности америция-241 на территории Республики Беларусь;

- 2) оценить потенциальную способность накопления радиоактивного изотопа в разных типах почв;
- 3) определить регионы Республики Беларусь, обладающие исходным почвенным составом, способствующим накоплению Am-241;
- 4) обобщить и систематизировать имеющиеся сведения об особенностях действия данного радионуклида на живые организмы.

**Материал и методы исследования.** В работе использованы официальные статистические данные Республиканского центра по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды Министерства природных ресурсов Республики Беларусь, Белорусского института системного анализа и информационного обеспечения научной сферы [2]. Дополнительно нами проанализирован материал, излагаемый в современных изданиях по радиационной и экологической медицине, обсуждаемый на Интернет-порталах соответствующей тематики. Полученные данные обработаны статистически.

**Результаты и их обсуждение.** Am-241 представляет собой дочерний продукт  $\beta$ -распада изотопа плутония-241(Pu-241). Он является трансурановым элементом, образующимся в результате бомбардировки тяжелых ядер урана, тория,protoактиния нейтронами [3] и обладает большим периодом полураспада (432,8 года) [4]. По данному параметру Am-241 уступает только Am-243, период полураспада которого составляет 7370 лет. Изотоп Am-241 представляет особую опасность для здоровья населения по нескольким причинам:

- 1) обладает мощностью альфа излучения (5 МэВ [4]), которая является самой высокой по сравнению с имеющимися изотопами Am, в связи с чем данный изотоп способен светиться в темноте;
- 2) имеет большее, по сравнению с Pu-241, количество движимых форм (33 и 15%, соответственно);
- 3) превосходит в 31 раз Pu-241 по величине теплового выхода (106 и 3.4 Вт/кг, соответственно);
- 4) с учетом дальнейшего нарастания содержания Am-241 в почве вследствие наблюдаемого радиоактивного распада плутония-241 предполагается значительное увеличение биологического

риска от распространения Am-241 по пищевой цепочке «почва – растение – животное – человек».

Потенциальная экологическая опасность загрязнения окружающей среды Am-241, которое произошло вследствие аварии на Чернобыльской АЭС, также обусловлена возрастанием его подвижности со временем. Увеличение способности к миграции чернобыльского америция обуславливается разрушением «горячих частиц» – аэрозолей диспергированного ядерного топлива, которые после аварии разнеслись атмосферным воздухом на значительные расстояния и были преимущественно аккумулированы в верхних слоях почв Гомельской области [3]. Ситуация усугубляется тем, что на территории Республики Беларусь в настоящее время нормативно-правовые акты не учитывают загрязненность окружающей среды Am-241. В настоящее время тревожная ситуацию в связи с тем, что в зонах, расположенных близко от реактора, растет уровень альфа-излучения и возрастают размеры этих зон [5].

В результате статистической обработки имеющихся данных нами выявлена такая закономерность, как стабильный рост активности Am-241 на территории Республики Беларусь: если сразу же после аварии, в 1986 г., соотношение активностей Am-241/Pu-241 составляло  $0,13 \pm 0,03$ , то за последующие 30 лет этот показатель увеличился практически в 20 раз. При сравнительном анализе степени загрязненности данным радиоактивным элементом было установлено, что наибольшая активность отмечается на территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника и составляет 5 Ки/км<sup>2</sup> [5]. Прогнозные расчеты свидетельствуют о том, что к 2058 г. активность америция в почвах превысит суммарную активность всех изотопов плутония в 1,8 раза.

Значительный интерес представляет анализ данных о способности накопления Am-241 в разных типах почв. Согласно данным научных исследований, в поверхностном слое почвенного покрова (0-20 см) в Гомельской области на протяжении 14-260 км от ЧАЭС удельная активность Am-241 составила 5,4-210 Бк/кг [10]. Данный радионуклид характеризуется преимущественным накоплением в песчаных, супесчаных, глинистых и суглинистых почвах, что обуславливает возможность значительной подвижности его в окружающей среде [4].

В результате сравнительного анализа данных о почвенном составе территории Республики Беларусь [6] нами установлено, что Кировско-Кормянско-Гомельский, Рогачевско-Славгородско-Климовичский и Краснопольско-Хотимский районы Гомельской и Могилевских областей обладают наибольшим потенциалом к накоплению Am-241. Ситуацию усугубляет ряд фактов:

1. На территории вышеперечисленных районов на момент 1 января 2017 г. проживает значительная часть населения Республики Беларусь – 215 535 человек. Наибольшему риску подвержен Кировско-Кормянско-Гомельский район, численность населения которого составляет 121 900 человек, поскольку почвенный покров данной территории подвергся наибольшей контаминации «горячими частицами» после событий Чернобыльской катастрофы [7, 8].

2. Именно на территории данных районов отмечается высокая вероятность возникновения таких атмосферных явлений, как пылевые бури. Только за последние 40 лет на территории Республики Беларусь было зарегистрировано не менее 340 атмосферных явлений данного типа, из которых 70 случилось именно на территории Полесья [11]. Равнинный тип местности, который также характерен для данной территории, только ухудшает ситуацию: отсутствует естественная преграда для мощных порывов ветра. Все вышеперечисленные факты могут способствовать переносу большого количества частиц почвы, содержащей Am-241, как на территорию нашей страны, так и на территорию стран-соседей [9].

3. Известно, что коэффициент накопления Am-241 непосредственно в почвах в 1900 раз превышает таковой в водной среде [4]. Следовательно, водные массивы могут служить прекрасным естественным барьером для миграции опасного радиоактивного тяжелого элемента. К сожалению, необходимо отметить, что на территории преимущественно Гомельской области в 50-60-е годы прошлого века была проведена широкомасштабная мелиорация [12]. В результате осушено почти два миллиона гектаров заболоченных земель, что, конечно же, не могло не сказаться отрицательным образом на водном режиме данных территорий. В дополнение к вышесказанному стоит обязательно обратить внимание на следующий факт: попытка выращивания пропашных культур на осушенных торфяниках не только вызвала

максимальную потерю торфяной прослойки, но и спровоцировала поступление подлежащего слоя песка на поверхность с последующим формированием среди осушаемых болот низкоплодородных почв преимущественно песчаного и супесчаного типа, которые, как мы уже ранее указывали в настоящей работе, только способствуют накоплению Am-241 и его продолжительному удержанию в своем составе.

Заключительным этапом нашей работы стало обобщение и систематизация имеющихся данных об особенностях действия радионуклида на живые организмы.

В организм животного Am-241 поступает преимущественно ингаляционным путем. Около 0,05% от общего количества изотопа, поступающего с воздухом, успешно проникает в кровеносное русло [4], что является достаточно высоким показателем для вещества с мощным альфа-излучением. Основными органами депонирования Am-241 у животных являются скелет, печень, легкие. На характер аккумуляции радионуклида в данных органах значительное влияние оказывает химическая форма поступившего соединения и вид, возраст животных. Так, например, у кабана и косули в Полесском государственном радиационно-экологическом заповеднике максимальная удельная активность радиоактивного элемента отмечается именно в трубчатых костях (0,333 и 2,033 Бк/кг, соответственно), а минимальная – в легочной паренхиме (0,106 и 0,135 Бк/кг, соответственно) [10, с. 575].

В целом же хочется отметить, что динамика изменения содержания радионуклидов в организме млекопитающих после катастрофы оказывается достаточно сложной. Дозовые нагрузки на отдельные органы могут иногда достигать критических значений, в то время как средняя доза на организм в целом незначительна.

В организм человека Am-241 также в основном поступает именно ингаляционно. Из легких радиоактивный изотоп удаляется медленно, поэтому поступление в дыхательные пути сравнительно небольшого количества излучателя может вызвать местные изменения, имеющие некротический характер.

При под кожном введении Am-241 методом гистоавторадиографии удается зафиксировать присутствие альфа-частиц в течение 10 минут в просветах регионарных кровеносных и лимфатических

сосудов подкожной клетчатки. Через несколько часов отдельные альфа-частицы обнаруживаются в регионарных лимфатических узлах и в волосяных фолликулах. Затем изотоп быстро удаляется из мест первоначального депонирования.

Необходимо отметить, что химические соединения радиоактивного элемента в организме человека проявляют тенденцию к накоплению в скелетной ткани, частично в паренхиме печени, почек, селезенки. Так, легкорастворимый хлорид америция больше концентрируется в печени, а труднорастворимый нитрат и цитрат в равной степени распределяется в трубчатых костях скелетного аппарата [13].

При остром лучевом поражении наблюдаются морфологические изменения костного мозга, характеризующиеся почти полным исчезновением кроветворных элементов преимущественно в эпифизарных отделах костей. Наблюдается увеличение количества ретикулярных клеток с признаками эритрофагии и фагоцитоза кровяного пигмента. В селезенке и лимфатических узлах в тоже время происходит резкое уменьшение количества лимфоидных клеток и выраженный гемосидероз стромы. В среднем через 2-3 недели в фолликулах накапливаются макрофаги, содержащие в цитоплазме бурый пигмент и конгломераты альфа-частиц, редко встречаются очаги неполноценной регенерации гемопоэза [14].

Поражение костей характеризуются истончением компактного слоя и балок губчатого элемента. Одновременно происходит компенсаторное замещение разрушенного костного мозга фиброзной тканью.

Ранние морфологические изменения в печени заключаются в остром застойном полнокровии капилляров и центральных вен с последующим повышением проницаемости их стенок. Наблюдаются реактивные дистрофические изменения гепатоцитов, могут образовываться центральные микронекрозы [14].

При подостром лучевом поражении отмечается гипоплазия костномозгового кроветворения и лимфоидной ткани в селезенке и лимфатических узлах, некротические и склеротические изменения органов депонирования, пневмосклероз, цирроз печени [3].

**Выводы.** В результате проведенного анализа имеющихся статистических данных о радиоактивном загрязнении территории

Республики Беларусь в связи с аварией на Чернобыльской АЭС установлено, что активность Am-241 на территории нашей страны неуклонно растет, что связано с переходом инертных форм радионуклида в биологически доступные. Самая высокая степень загрязнения территории Беларуси данным радиоактивным элементом имеет место в Полесском радиационно-экологическом заповеднике. По прогнозным показателям через несколько десятилетий Am-241 превысит суммарную активность всех изотопов Ru почти в 2 раза.

В результате анализа способности накопления америция в разных типах почв показана возможность его преимущественной концентрации в песчаных, супесчаных, глинистых и суглинистых типах почв.

Сравнительный анализ почвенного состава территории Республики Беларусь позволил отнести территории Кировско-Кормянско-Гомельского, Рогачевско-Славгородско-Климовичского и Краснопольско-Хотимского районов Гомельской и Могилевской областей к обладающим наибольшим потенциалом к накоплению данного радионуклида. Наблюдаемые атмосферные явления в виде пылевых бурь могут способствовать распространению опасного тяжелого радиоактивного элемента в окружающей среде. Широкомасштабная мелиорация, проводимая на территории преимущественно Гомельской области, только способствовала формированию почв песчаного и супесчаного типов, которые обладают высоким коэффициентом накопления Am-241.

В организм животного радионуклид преимущественно попадает через воздухоносные пути. На характер накопления радионуклида в организме млекопитающего значительное влияние оказывает вид и возраст последнего. Максимальная удельная активность радиоактивного элемента у кабана и косули, проживающих на территории Полесского радиационно-экологического заповедника, отмечается в трубчатых костях, минимальная – в легочной ткани.

Химические соединения радиоактивного элемента в организме человека преимущественно концентрируются в скелетной ткани, частично в паренхиме печени, почек, селезенки. Различные химические соединения рассматриваемого радиоактивного

изотопа проявляют неодинаковую способность к аккумулированию в органах и тканях.

При остром лучевом поражении наблюдаются морфологические изменения костного мозга, характеризующиеся практически полным исчезновением кроветворных элементов. Реактивный характер уменьшения количества лимфоидных клеток отмечается в селезенке и в лимфатических узлах.

Подострые лучевые поражения у человека характеризуются гипоплазией костномозгового кроветворения, компенсаторным склерозированием органов депонирования.

Принадлежность америция к наиболее опасным для человека радионуклидам и его очень высокая канцерогенная опасность определяют значительную угрозу для живых организмов в течение длительного периода времени.

### **Литература**

1. Радиобиология: термины и понятия: энцикл. справ. / Г. Г Вещако, А. М. Ходосовская; Нац. Акад. Наук Беларуси, Ин-т радиобиологии. – Минск: Беларуская навука, 2016. – 340 с.
2. Белорусский институт системного анализа и информационного обеспечения научной сферы [Электронный ресурс] / Ст. науч. сотр. ГУ «БелИСА» В. П. Мацко. – Электр. текстовые дан. – Режим доступа: <http://belisa.org.by/ru/print/?brief=f0a93e325a9f6faf>, свободный. – Дата доступа: 09.02.2018.
3. Радиационная медицина: учебное пособие / В. Н. Бортновский [и др.]; под ред. В. Н. Бортновского. – Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2016. – 213 с.
4. WebCite – archiving system for webreferences [Электронный ресурс] / Americium – электр. текстовые дан. – Режим доступа: <https://www.webcitation.org/69WMA7eTu?url=http://www.ead.anl.gov/pub/doc/Americium.pdf>, свободный. – Дата доступа: 09.02.2018.
5. Наша Ніва – первая беларуская газета [Электронный ресурс] Америций: как уберечься от смертельно опасного продукта распада плутония, выброшенного Чернобылем. – Электр. текстовые дан. – Режим доступа: <https://nn.by/?c=ar&i=169637&lang=ru>, свободный. – Дата доступа: 09.02.2018.
6. Great-academic.ru [Электронный ресурс] / Типы почв в Беларуси – электр. текстовые дан. – Режим доступа: <http://great-academic.ru/tipi-pochv-v-belarusi>, свободный. – Дата доступа: 09.02.2018.

7. Mogilev.belstat.gov.by. – Главное статистическое управление Могилевской области [Электронный ресурс] / Численность населения по г. Могилеву и районам – электр. текстовые дан. – Режим доступа: [http://mogilev.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/sotsialnaya-sfera/demografiya\\_2/demografiya/chislennost-naseleniya-po-gorodam-oblastnogo-podchineniya-i-raionam/](http://mogilev.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/sotsialnaya-sfera/demografiya_2/demografiya/chislennost-naseleniya-po-gorodam-oblastnogo-podchineniya-i-raionam/), свободный. – Дата доступа: 09.02.2018.

8. Gomel.belstat.gov.by – Главное статистическое управление Гомельской области [Электронный ресурс] / Численность населения по г. Гомелю и районам – электр. текстовые дан. – Режим доступа: [http://gomel.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/sotsialnaya-sfera/demografiya\\_2/osnovnye-pokazateli-za-period-s-pogody\\_3/chislennost-naseleniya-po-raionam/](http://gomel.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/sotsialnaya-sfera/demografiya_2/osnovnye-pokazateli-za-period-s-pogody_3/chislennost-naseleniya-po-raionam/), свободный. – Дата доступа: 09.02.2018.

9. Greenbelarus.info – Зялёны партал, таварыства зялёная ветка [Электронный ресурс] / В Минске презентовали новую политику в области земельных ресурсов – электр. текстовые дан. – Режим доступа: <http://greenbelarus.info/articles/22-05-2015/v-minske-prezentovali-novuyu-politiku-v-oblasti-zemelnyh-resursov>, свободный. – Дата доступа: 09.02.2018.

10. ЧЕРНОБЫЛЬ: последствия Катастрофы для человека и природы: 6-е издание (дополненное и переработанное) / А. В. Яблоков [и др.]; Товарищество научных изданий КМК. – М.: ООО «КМК», 2016. – 826 с.

11. Greenbelarus.info – Зялёны партал, таварыства зялёная ветка [Электронный ресурс] / «Количество пыльных бурь у нас может увеличиваться». Эколог рассказала об изменении климата в Беларуси. – Электр. текстовые дан. – Режим доступа: <http://greenbelarus.info/articles/04-05-2018/kolichestvo-pylnyh-bur-u-nas-mozhet-uvelichivatsya-ekolog-rasskazala-ob>, свободный. – Дата доступа: 16.05.2018.

12. Brestobl.com – Брестчина производит, предлагает, приглашает [Электронный ресурс] / Полесья проблемы. – Электр. текстовые дан. – Режим доступа: <http://brestobl.com/priroda/poles/poles6.html>, свободный. – Дата доступа: 16.05.2018.

13. Meduniver – все по медицине [Электронный ресурс] / Влияние стронция на кроветворные органы. Америций-241. – Электр. текстовые дан. – Режим доступа: <https://meduniver.com/Medical/gistologiya/862.html>, свободный. – Дата доступа: 16.05.2018.

14. Meduniver – все по медицине [Электронный ресурс] / Костный мозг под действием америция. Влияние америция на печень. – Электр. текстовые дан. – Режим доступа: <https://meduniver.com/Medical/gistologiya/864.html>, свободный. – Дата доступа: 16.05.2018.

# ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ БЛОКАДЫ, ПРОВЕДЕНОЙ ПОД СОНОГРАФИЧЕСКИМ КОНТРОЛЕМ У ПАЦИЕНТОВ С БОЛЕВЫМ СИНДРОМОМ ПРИ ЛИГАМЕНТОЗЕ ЗАДНЕЙ ДЛИННОЙ КРЕСТЦОВО-ПОДВЗДОШНОЙ СВЯЗКИ

Назаренко И. В., Юрковский А. М.

Кафедра внутренних болезней № 3  
с курсом лучевой диагностики и лучевой терапии  
УО «Гомельский государственный медицинский университет»  
г. Гомель

**Актуальность.** Признаки поражения задней длинной крестцово-подвздошной связки (ЗДКПС) выявляются у 44-47% пациентов, имеющих признаки синдрома боли в нижней части спины [1]. Основными диагностическими критериями, используемыми для диагностики лигаментопатии ЗДКПС, являются боль в области проекции связки (при нагрузке и/или пальпации), изменение эхоструктуры связки («смазанность» текстуры, появление гипоэхогенных участков и кальцификатов в пределах связки) [2], положительный эффект (уменьшение боли) от введения в область ЗДКПС анестетика. Последний способ верификации патологии ЗДКПС, как выяснилось, эффективен лишь в 62,5% случаев [3].

**Цель** – повысить эффективность диагностической блокады при синдроме БНЧС, обусловленном патологией ЗДКПС, путем сонографического контроля.

**Материал и методы исследования.** В исследование были включены 35 пациентов (средний возраст  $46,2 \pm 12,5$  лет) с физикальными и сонографическими признаками лигаментопатии ЗДКПС. Сонография осуществлялась при помощи ультразвукового сканера Mindrey-7 с использованием датчиков с диапазоном частот 8-10 МГц. 2% раствор лидокаина (2 мл) вводился пациентам в положении полуфлексии. Контроль движения иглы осуществлялся в режиме реального времени. Интенсивность болевого синдрома оценивалась до введения анестетика и через 5 минут после процедуры. Оценка проводилась по визуальной аналоговой шкале (диапазон 0-10 баллов). С целью выяснения путей