

ТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СТРОНЦИЯ-90 И РАДОНА-222

Свириденко А.В., Мартыненко В.В.

Научный руководитель – Клименков К.П.

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

*В статье описаны пути поступления, распределение, депонирование и выведение изотопов из организма, а также острые и отдаленные эффекты их воздействия на основе исследований на лабораторных животных. Показано, что стронций-90 избирательно накапливается в скелете, вызывая лейкопению, анемию, остеосаркомы и лейкозы, а радон-222 и его дочерние продукты преимущественно поражают бронхиальный эпителий, индуцируя рак легкого. **Ключевые слова:** стронций-90, радон-222, токсикология радионуклидов, остеосаркома, рак легкого, β -излучение, α -излучение.*

TOXICOLOGICAL CHARACTERISTICS OF STRONTIUM-90 AND RADON-222

Sviridenko A.V., Martynenko V.V.

Scientific supervisor – Klimenkov K.P.

Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Republic of Belarus

*The article describes the pathways of entry, distribution, deposition and excretion of isotopes from the body, as well as acute and long-term effects of their exposure based on studies in laboratory animals are described. It is shown that strontium-90 selectively accumulates in the skeleton, causing leukopenia, anemia, osteosarcomas and leukemias, while radon-222 and its daughter products mainly affect the bronchial epithelium, inducing lung cancer. **Keywords:** strontium-90, radon-222, radionuclide toxicology, osteosarcoma, lung cancer, β -radiation, α -radiation.*

Введение. Проблема токсикологии радионуклидов приобрела особую значимость в связи с развитием атомной энергетики, ядерными испытаниями и радиационными авариями. Среди множества техногенных и природных радиоактивных изотопов наиболее опасными для человека и животных являются стронций-90 (^{90}Sr) и радон-222 (^{222}Rn). ^{90}Sr - β -излучатель с периодом полураспада 28,6 лет, который, являясь аналогом кальция, избирательно накапливается в костной ткани, вызывая отдаленные последствия - остеосаркомы и лейкозы. ^{222}Rn - α -излучающий инертный газ ($T_{1/2} = 3,82$ сут), дочерний продукт распада радия, который

поступает в организм преимущественно через органы дыхания и является ведущей причиной радиационно-индуцированного рака легкого. Целью данной работы явилось обобщение экспериментальных данных по токсикокинетике, механизмам действия и отдаленным последствиям инкорпорации этих радионуклидов.

Материалы и методы исследований. Работа выполнена путем анализа и обобщения отечественных и зарубежных литературных источников, посвященных экспериментальным исследованиям на мышах, крысах, кроликах и собаках [1-6]. Рассматривались данные о всасывании, распределении, выведении ^{90}Sr и ^{222}Rn , а также о клинических, гематологических, патоморфологических и отдаленных онкологических эффектах при различных путях поступления (перорально, ингаляционно, внутрибрюшинно, внутривенно, накожно). Использовались сравнительный, аналитический и описательный методы.

Результаты исследований. Установлено, что всасывание ^{90}Sr в желудочно-кишечном тракте варьирует от 5 до 100% в зависимости от возраста (максимально у молодых животных), содержания кальция и фосфора в диете, а также физико-химических свойств соединения.

При любом пути поступления (пероральном, ингаляционном, через кожу) ^{90}Sr избирательно депонируется в скелете, причем у молодых крыс через 30 мин после введения в костях накапливается до 67,3% радионуклида, тогда как у старых - только 19,45%. Наиболее высокие концентрации ^{90}Sr наблюдаются в метафизах и эпифизах (в 2,5 раза выше, чем в диафизе), а также в ребрах и бедренной кости. Выведение изотопа из скелета характеризуется двумя периодами полувыведения: быстрым (65 сут, 63% активности) и медленным (680 сут, 37% активности). При хроническом поступлении период полувыведения из костей увеличивается до 200 сут. Острая интоксикация ^{90}Sr (дозы 2,78–11,1 Бк/г) вызывает у крыс лейкопению, лимфопению, нейтропению, тромбоцитопению, анемию и картину острой лучевой болезни. При дозе $1,85 \cdot 10^4$ Бк/г в отдаленные сроки развиваются остеосаркомы (частота лейкозов в 2–4 раза выше контроля), а также опухоли гипофиза, молочных желез и яичников.

В отношении радона-222 показано, что он легко растворяется в жирах (в 125 раз лучше, чем в воде), что обуславливает его накопление в липидсодержащих тканях. При ингаляции ^{222}Rn основную опасность представляют не сам газ, а его короткоживущие дочерние продукты (RaA, RaB, RaC), которые оседают на эпителии бронхов среднего калибра. Доза облучения бронхиального эпителия в 30 раз превышает таковую для альвеолярной ткани. Однократная ингаляция радона в концентрации $12,32 \cdot 10^7$ Бк/л в течение 5 мин вызывает 100%-ную гибель мышей к 40 сут с развитием токсической пневмонии, лейкоцитоза, сменяющегося лимфопенией, и обширных некрозов в костном мозге. У крыс при хронической ингаляции (концентрация $29,6 \cdot 10^4$ Бк/л) развиваются отек легких, эмфизема, метаплазия бронхиального эпителия и новообразования (аденомы, аденокарциномы). В эпидемиологических исследованиях на

горняках урановых рудников Шнееберга и Яхимова установлено, что среди 600–700 работающих ежегодно умирало 28–32 человека, в основном от рака легкого; к 1938 г. зарегистрировано 300 случаев рака легкого. При комбинированном действии радона и кварцевой пыли развивается силикорациационный пневмосклероз с необратимыми отдаленными последствиями.

Заключение. Проведенными исследованиями установлено, что стронций-90 и радон-222 представляют собой радионуклиды с высокой токсичностью, скелетным и респираторным типами поражения соответственно. Стронций-90 избирательно накапливается в зонах активного костеобразования, характеризуется длительными периодами полувыведения из скелета (до 680 сут и более) и в отдаленные сроки индуцирует остеосаркомы, лейкозы и опухоли эндокринных желез. Радон-222 и его дочерние продукты преимущественно поражают бронхиальный эпителий, создавая дозу облучения в 30 раз выше, чем в альвеолах, и вызывают рак легкого, а также пневмосклероз и фиброзные изменения. Наиболее эффективными мерами профилактики являются снижение поступления радионуклидов в организм (контроль содержания в кормах, воде и воздухе, улучшение вентиляции помещений) и применение средств, ускоряющих их выведение (комплексообразователи, препараты кальция и витамина D). Полученные данные обосновывают необходимость дальнейшего мониторинга радиационной безопасности в ветеринарии и экологии.

Литература.

1. Булдаков, Л. А. Радиоактивные вещества и животные / Л. А. Булдаков, Ю. И. Москалев. – Москва : Атомиздат, 1968. – 248 с.
2. Москалев, Ю. И. Отдаленные последствия инкорпорации радиоактивных изотопов / Ю. И. Москалев. – Москва : Медицина, 1974. – 256 с.
3. Ильин, Д. И. Распределение и выведение ^{90}Sr у собак при хроническом поступлении / Д. И. Ильин // Радиобиология. – 1975. – Т. 15, № 2. – С. 284–287.
4. Литвинов, Н. Н. Злокачественные новообразования при поражении ^{90}Sr / Н. Н. Литвинов // Экспериментальная онкология. – 1980. – № 4. – С. 45–49.
5. Раевский, Н. Отдаленные эффекты ингаляции радона в эксперименте / Н. Раевский, Е. С. Лондон // Радиационная биология. – 1965. – Т. 5, № 3. – С. 412–418.
6. Шубина, Н. С. Влияние радона на красную кровь кроликов / Н. С. Шубина // Вопросы радиационной гематологии. – Москва : Медицина, 1960. – С. 97–102.