

СУНГУЛЬСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

Труды и материалы

Издательство РФЯЦ — ВНИИТФ

Снежинск • 2001

ББК 34.1Г
УДК 614.876 (063)
С89

С89 Сунгульская конференция. Труды и материалы. Снежинск: Издательство РФЯЦ — ВНИИТФ, 2001. — 368 с., 50 ил.

Редакционная коллегия: В.Н. Ананийчук, Б.К. Водолага, Т.Н. Горбатова

Сборник подготовлен по материалам Сунгульской конференции, приуроченной к 100-летию со дня рождения выдающегося российского ученого Н.В. Тимофеева–Ресовского. Она проходила с 24 по 26 августа 2000 г. в южно–уральском городе Снежинске (Челябинская область) на территории Лаборатории «Б», располагавшейся на полуострове озера Сунгуль, где с 1947 по 1955 гг. Н.В. Тимофеев–Ресовский возглавлял работы по радиобиологическим исследованиям.

В сборнике представлены как научные доклады видных ученых и специалистов по проблемам радиобиологии, экологии и медицины, так и мемориальные доклады соратников Н.В. Тимофеева–Ресовского о его жизни и деятельности, о работе коллектива Лаборатории «Б». Кроме того, в него вошли выступления на открытии конференции и «круглом столе», списки участников, отзывы и другие материалы.

Доклады публикуются по текстам, представленным докладчиками, выступления воспроизведены по фонограмме.

Издание представляет интерес как для специалистов, так и для широкого круга читателей.

ISBN 5–85165–434–1

© РФЯЦ — ВНИИТФ, 2001

Воспроизведение настоящего издания
любым способом возможно только с разрешения
Издательства РФЯЦ — ВНИИТФ

РАЗВИТИЕ ИДЕЙ Н.В. ТИМОФЕЕВА–РЕСОВСКОГО В ТРУДАХ ФИЛИАЛА № 1 ГНЦ РФ — ИНСТИТУТА БИОФИЗИКИ В ОБЛАСТИ РАДИАЦИОННОЙ ТОКСИКОЛОГИИ И ЗАЩИТЫ

Э.Р. Любчанский, С.А. Романов

Филиал № 1 ГНЦ РФ — Институт биофизики, г. Озерск

Под руководством Н.В. Тимофеева–Ресовского в биофизическом отделе Лаборатории «Б» в 1949—1954 годах были развернуты крупномасштабные экспериментальные работы по основным проблемам радиационной безопасности и защиты, связанным с пуском первого атомного предприятия СССР — ПО «Маяк»: 1) изучение поведения и биологического действия различных радионуклидов у млекопитающих; 2) изыскание противолучевых средств и методов ускоренного выведения радионуклидов из организма; 3) экспериментальное обоснование норм радиационной безопасности и средств защиты. Полученные результаты [1—7] легли в основу первых расчетов предельно допустимого содержания радионуклидов, в том числе плутония, в организме человека, продуктах питания, воздухе, воде. Методология радиотоксических исследований, созданная уникальная аппаратура для выполнения динамических ингаляционных затравок животных, высокий уровень обработки результатов экспериментальных данных, воспринятые учениками и коллегами Зубра Ю.И. Москалевым, В.Н. Стрельцовой, Л.А. Булдаковым и внедренные в работу экспериментального отдела созданного в 1955 году Филиала № 1 Института биофизики АМН СССР (ныне Филиал № 1 ГНЦ РФ — Институт биофизики) обеспечили на протяжении более 40 лет ведущие позиции российских ученых в области экспериментальной радиотоксикологии вообще и альфа-излучающих радионуклидов в частности [8—20].

Итогом многолетних работ, выполненных коллективом ученых трех поколений Филиала № 1 в области токсикологии стандартного (^{239}Pu), энергетического, возвратного плутония, ^{237}Np , ^{241}Am , обогащенного и регенерированного урана явились новые знания и их применение для целей нормирования и защиты персонала и населения.

1. В области метаболизма альфа-излучателей установлены:

- сложная экспоненциальная 2-, 3-компонентная модель выведения радионуклидов (U, Np, Pu, Am) из легких после

однократного ингаляционного или интратрахеального введения различных соединений; малая зависимость Тб из органа от природы элемента и его физико-химической формы спустя 1—2 суток после поступления радионуклидов; скелетно-печеночный (Np, Pu), печеночно-скелетный (Am), почечно-скелетный (U) типы первоначального распределения радионуклидов, резорбированных из легких (U, Np, Pu, Am), желудочно-кишечного тракта (Pu, Am), неповрежденной кожи (Pu); медленное удаление урана и трансураниевых элементов из скелета с Тб, соизмеримое с продолжительностью жизни вида;

- в опытах с многократным ингаляционным (Pu, Am), внутрибрюшным и пероральным (Pu) введением подтверждена возможность прогнозных оценок накопления радионуклидов в органах на основе биокинетических параметров, полученных при однократном их поступлении с учетом физико-химической формы и возраста;
- длительная задержка радионуклидов в органах обусловлена их проникновением в клетки и субклеточные органеллы, химической связью с различными белками, включением во временной ритм физиологического обновления тканей;
- неравномерное распределение альфа-излучателей в легких, скелете, печени, почках и др., степень выраженности которого зависит от склонности элемента к гидролизу и комплексообразованию в условиях организма, физико-химической формы, времени от момента поступления радионуклида, разной интенсивности обменных процессов в тканях;
- факторы, влияющие на метаболизм радионуклидов: величина резорбции в кровь зависит от дисперсности аэрозолей оксидов (0,07 [1—3 мкм]), атомного номера элемента (U, Np, Am [Pu]), его изотопного и нуклидного состава (энергетический Pu [^{239}Pu], возвратный; ^{238}Pu [^{239}Pu]), валентности (III, V, VI [IV]), химической формы (органические, неорганические, соли, оксиды), пути поступления (ингаляция, желудочно-кишечный тракт, неповрежденная кожа), возраста (молодые, взрослые); биологическая скорость удаления радионуклидов из органов зависит от вида (крыса, мышь, кролик, собака) и возраста (молодые, взрослые) животных; доля радионуклида, удаляемая из легких с соответствующим Тб, в основном зависит от химической формы радионуклида.

2. В области биологических эффектов изучены:

- клиника острого, подострого и хронического поражения, сходная для разных видов животных: при поступлении в кровь остроэффективных количеств урана и ^{237}Np ведущим является поражение почек и печени, обусловленное химической токсичностью; при поступлении в кровь ^{239}Pu или ^{241}Am — глубокое поражение кроветворных органов, типичное для острой лучевой болезни, и других критических органов; у животных, погибших в острой лучевой фазе ингаляционного поражения, преобладает фибринозно-гнойное воспаление легких, некротический бронхит; подострая и хроническая форма поражения характеризуется различным сочетанием дистрофических, некробиотических, склеротических и репаративных процессов в критических органах. Среди склеротических процессов выявлены пневмосклероз при поступлении ^{237}Np , плутония, ^{241}Am ;
- при различных путях поступления обогащенного урана (крысы), ^{237}Np (крысы), плутония (мыши, крысы, кролики, собаки), ^{241}Am (крысы, собаки) в широком диапазоне поглощенных доз (100—104 рад за время жизни) развиваются злокачественные опухоли преимущественно в критических по дозе органах (легкие, скелет, почки, печень); указанные опухоли обнаружены у разных видов животных; частота их имеет линейно-квадратическую форму зависимости от дозы (крысы) и не зависит от мощности облучения.

3. Знания о метаболизме альфа-излучателей (^{239}Pu , ^{241}Am) использованы для разработки мер по предупреждению отложения, ускоренному выведению из организма радионуклидов и минимизации биологических эффектов внутреннего облучения:

- в Филиале № 1 отработаны схемы профилактического, диагностического и терапевтического применения кальциевой и цинковой солей ДТПА в дозах, эквивалентных клиническим, при парентеральном и ингаляционном пути поступления радионуклидов. Положительное действие комплексонов проявляется в виде резкого увеличения экскреции Pu, Am с мочой, снижения их содержания в органах и тканях, уменьшения дефицита продолжительности жизни, тяжести детерминированных эффектов, частоты злокачественных опухолей в критических органах (легкие, скелет);

- полученные результаты легли в основу рекомендаций по схеме специальной медицинской помощи при случайном ингаляционном и перкутанном пути поступления трансураниевых элементов, методов профилактики при проведении особо опасных работ, а также оценки накопления ^{239}Pu по результатам экскреции нуклида с мочой, стимулированной ингаляционным введением пентацина, цинкацина (Ca-ДТПА, Zn-ДТПА) в первые две недели после инцидента;
- нерешенными остаются вопросы ускорения выведения из легких нерастворимых соединений радионуклидов, хотя такие попытки в России и за рубежом, начиная с пионерских работ, выполненных под руководством Н.В. Тимофеева-Ресовского, предпринимались неоднократно. Проблема сводится к временной активации недостаточно изученных механизмов естественного самоочищения легких. Работы Филиала № 1 подтвердили, что единственным эффективным методом удаления нерастворимых соединений из легкого является их промывание с применением специальной аппаратуры и квалифицированного медицинского персонала.

4. Знания о метаболизме и биологическом действии альфа-излучателей использовались для обоснования принципов переноса полученных экспериментальных данных с животных на человека и расчета нормативов радиационной безопасности:

- рекомендованные МКРЗ-60 (1990) и принятые в России (НРБ-99) основные дозовые пределы для персонала и населения получены на основании биологических эффектов, выявленных в когортах японцев, подвергшихся разовому гамма-нейтронному облучению большой мощности в результате ядерной бомбардировки городов Хиросимы и Нагасаки в 1945 году. Правомерность переноса этих результатов на ситуации длительного профессионального и техногенного облучения малой мощности персонала и населения нуждается в убедительных доказательствах. Результаты многочисленных экспериментальных работ, полученные учеными СССР, России и других стран, для целей нормирования не используются из-за видовых различий. Действительно, в реальном масштабе времени целый ряд параметров метаболизма и биологического действия (Тб, показатели «время — эффект» в зависимости от дозы) существенно зависят от вида животных;

- на примере остеотропных радионуклидов учеными Филиала № 1 установлена общебиологическая закономерность для разных видов млекопитающих (мышь, крыса, кролик, собака): интенсивность физиологических процессов обновления костной ткани, постоянная удаления медленной компоненты радионуклидов из скелета, коэффициент регрессии показателя зависимости «время — эффект (остеосаркомы)» от поглощенной дозы обратно пропорциональны средней продолжительности жизни вида. Видовые особенности параметров полностью исчезают при выражении их в долях (%) от средней продолжительности жизни вида;
- применение этой закономерности для целей нормирования позволило по Тб, найденному у крыс и собак, оценить Тб щелочно-земельных радионуклидов (^{45}Ca , ^{140}Ba , ^{90}Sr , ^{226}Ra), церия, тория, урана, нептуния, плутония, америция из скелета человека. Значения Тб, найденные таким способом для бария, церия, урана, оказались значительно большими, чем это предполагалось первоначально МКРЗ (1959); для других радионуклидов они совпадали или различались не более чем в 2 раза. Этот принцип расчета рекомендуется распространить на другие (неизученные) остеотропные радионуклиды из группы лантаноидов и актиноидов. С помощью установленной закономерности появилась возможность прогнозировать наиболее вероятное время выявления остеосарком у человека, в организм которого поступили остеотропные радионуклиды. Расчетное время возникновения остеосарком у человека, полученное на основе экспериментальных данных у мышей, крыс и собак со ^{90}Sr , ^{144}Ce , ^{226}Ra , ^{228}Ra , ^{228}Th , ^{239}Pu , нашло подтверждение у лиц, пораженных радием;
- отмеченные подходы к экстраполяции экспериментальных данных с животных на человека являются перспективными для аналогичных и иных параметров в других критических органах, что позволяет привлечь огромный массив экспериментальных данных для целей нормирования и защиты.

Таким образом, накопленные к настоящему времени обширные экспериментальные данные о биокинетике и биологическом действии различных альфа-излучателей при различных путях и ритмах их поступления в организм млекопитающих, получение которых было

начато в далеком 1949 году в Лаборатории «Б» под руководством Н.В. Тимофеева–Ресовского и продолжено в Филиале № 1, являются уникальным, интеллектуальным и информационным фундаментом для аналитико–синтетических работ XXI века в области экспериментального обоснования и совершенствования норм радиационной безопасности и радиационной защиты. Первостепенной задачей дня является работа по сохранению этого гигантского наследия XX века, созданию баз экспериментальных данных на магнитных носителях, разработке программного обеспечения для решения фундаментальных и прикладных медико–биологических задач в области радиотоксикологии альфа–излучателей, получаемых и используемых в атомной энергетике и промышленности.

Участники экспериментальных работ по радиотоксикологии альфа–излучателей в 1955–1999 гг.:

Андрюшкева Н.И.	Копурникова Н.А.	Подгородская В.С.
Аристов В.П.	Креслов В.В.	Пузырев А.А.
Бажин А.Г.	Кудашева Н.П.	Решетов Г.Н.
<u>Беляев Ю.А.</u>	Кузьменко О.В.	Рогачева С.А.
Богатов Л.В.	Левдик Т.И.	Севостьянова Е.П.
Байсоголов Г.Д.	<u>Лемберг В.К.</u>	Синяков Е.Г.
Булдаков Л.А.	Либинзон Р.Е.	Сокольников М.Э.
Бухтоярова З.М.	Лоцилова И.Г.	Сохранич А.Л.
Воронин В.С.	Любчанский Э.Р.	Спирина С.С.
Демина Г.А.	Матвеев В.И.	Стрельцова В.Н.
Елкина Н.И.	Морин В.М.	Сурова З.И.
<u>Ерохин Р.А.</u>	<u>Москалев Ю.И.</u>	Толочкова Н.М.
Журавлева А.К.	Муксинова К.Н.	Урядницкая Т.И.
Захарова М.Л.	Мушкачева Г.С.	Фетисова Л.И.
Калмыкова З.И.	Нифатов А.П.	Филиппова Л.Г.
Карпова В.Н.	Овчаренко Е.П.	<u>Цевелева И.А.</u>
Кириллова Е.Н.	Околелова Н.М.	Чудин В.А.
Константинова В.В.	Плотникова Л.А.	

Ссылки

1. Горбатюк Н.В., Кач А.З., Тимофеев–Ресовский Н.В. О предельнодопустимых нормах активного загрязнения воды и воздуха. — 1952. ФИБ–1, инв. 601. — 70 с.
2. Москалев Ю.И., Тимофеев–Ресовский Н.В. Тезисы доклада о работе Лаборатории за 1952 г., Лаборатория «Б», ФИБ–1, инв. 299. — С. 49.
3. Москалев Ю.И., Стрельцова В.Н. Влияние длительного поступления радиоактивного церия через желудочно–кишечный тракт на организм крыс. — Мед. радиология, 1956. — № 6. — С. 14–20.
4. Стрельцова В.Н., Москалев Ю.И. Отдаленные последствия однократного и хронического поступления радиоактивных изотопов (^{144}Ce , ^{106}Ru , ^{89}Sr , ^{90}Sr) через желудочно–кишечный тракт. — Мед. радиология, 1957. — № 3. — С. 23–34.
5. Москалев Ю.И., Будко Л.Н. О влиянии комплексообразователей на выведение радиоактивных изотопов стронция, итрия и церия. — Мед. радиология, 1958. — № 5. — С. 50–58.
6. Москалев Ю.И., Булдаков Л.А., Стрельцова В.Н. Зависимость биологического действия плутония от ритма поступления его в организм. — Радиобиология, 1961. — Т. 1. — № 2. — С. 250–256.
7. Булдаков Л.А., Москалев Ю.И. Проблемы распределения и экспериментальной оценки допустимых уровней ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{106}Ru . — М.: Атомиздат, 1968. — 250 с.
8. Плутоний–239. Распределение, биологическое действие и ускорение выведения: Сборник работ / Под ред. А.В. Лебединского, Ю.И. Москалева — М.: Медгиз, 1962. — С. 168.
9. Распределение, биологическое действие, ускорение выведения радиоактивных изотопов: Сборник работ / Под ред. Ю.И. Москалева — М.: Медицина, 1964. — 375 с.
10. Распределение и биологическое действие радиоактивных изотопов: Сборник статей / Под ред. Ю.И. Москалева. — М.: Атомиздат, 1966. — 575 с.
11. Радиоактивные изотопы и организм / Под ред. Ю.И. Москалева. — М.: Медицина, 1969. — 391 с.

12. Булдаков Л.А., Любчанский Э.Р., Москалев Ю.И., Нифатов А.П. Проблемы токсикологии плутония. — М.: Атом-издат, 1969. — 368 с.
13. Отдаленные последствия лучевых поражений: Сборник статей / Под ред. Ю.И. Москалева. — М.: Атомиздат, 1971. — 525 с.
14. Биологическое действие внешних и внутренних источников радиации: Сборник работ / Под ред. Ю.И. Москалева, В.С. Калистратовой. — М.: Медицина, 1972. — 355 с.
15. От радиобиологического эксперимента к человеку / Под ред. Ю.И. Москалева. — М.: Атомиздат, 1976. — 280 с.
16. Москалев Ю.И., Булдаков Л.А., Любчанский Э.Р. и др. Проблемы радиобиологии америция-241 / Под ред. Ю.И. Москалева. — М.: Атомиздат, 1977. — 168 с.
17. Москалев Ю.И., Булдаков Л.А., Журавлева А.К. и др. Токсикология и радиобиология нептуния-237 / Под ред. Ю.И. Москалева. — М.: Атомиздат, 1979. — 96 с.
18. Руководство по организации медицинского обслуживания лиц, подвергшихся действию ионизирующего излучения / Под ред. Л.А. Ильина. — М.: Энергоатомиздат, 1985. — 192 с.
19. Любчанский Э.Р. Модифицирующее влияние комплексонов на метаболизм и биологическое действие трансурановых элементов (ТУЭ) // Лучевое поражение / Под ред. Ю.Б. Кудряшова. — Издательство Московского университета, 1987. — С. 208—228.
20. Калмыкова З.И., Любчанский Э.Р., Чудин В.А. и др. Сравнительная опасность энергетического плутония и стандартного ^{239}Pu по нестохастическим эффектам // Радиационная биология. Радиозэкология. — 1996. — Т. 36, вып. 1. — С. 94—103.