БЕЗОПАСНОСТЬ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ SAFETY IN EMERGENCY ENVIRONMENT

<https://doi.org/10.33266/2070-1004-2021-3-10-19>
УДК 614.876:551.521

Оригинальная статья
© ФМБЦ им.А.И.Бурназяна

ВОПРОСЫ НАУЧНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ОСНОВЕ ОПЫТА ПРЕОДОЛЕНИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АВАРИИ

Ю.Е.Квачева¹, Н.К.Шандала¹, О.В.Паринов¹, Е.Г.Метляев¹, А.О.Лебедев¹

¹ ФГБУ «ГНЦ – Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И.Бурназяна» ФМБА России Москва, Россия

Резюме. Рассмотрены проблемы: организации ликвидации медико-санитарных последствий и оказания медицинской помощи пострадавшим при Чернобыльской аварии; радиационно-гигиенического нормирования, контроля и мониторинга; совершенствования системы аварийного реагирования; разработки новых медицинских технологий лечения острой лучевой болезни и местных лучевых поражений; применения радиозащитных препаратов. Констатировано, что опыт ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС создал научно-обоснованную базу для работы по дальнейшему совершенствованию системы обеспечения радиационной безопасности с закреплением основных положений в действующих регулирующих документах. Сделаны выводы о целесообразности:

- разработки новых медико-санитарных технологий, направленных на обеспечение радиационной безопасности;
- завершения создания единой системы реагирования и защиты в случае радиационных аварий;
- дальнейшего поиска и разработки методов и средств профилактики и лечения лучевой патологии человека, включая новые инновационные биомедицинские технологии;
- совершенствования методологии изучения последствий облучения персонала радиационно опасных объектов и населения;
- развития нового научного направления – медицинской ядерной криминалистики.

Ключевые слова: аварийное реагирование, авария на Чернобыльской АЭС, защитные мероприятия, лечение пострадавших, медицинская ядерная криминалистика, радиационная безопасность персонала и населения, радиационная медицина, радиационно-гигиеническое нормирование

Конфликт интересов. Авторы статьи подтверждают отсутствие конфликта интересов

Для цитирования: Квачева Ю.Е., Шандала Н.К., Паринов О.В., Метляев Е.Г., Лебедев А.О., Вопросы научного обеспечения радиационной безопасности на основе опыта преодоления последствий Чернобыльской аварии // Медицина катастроф. 2021. №3. С. 10-19. <https://doi.org/10.33266/2070-1004-2021-3-10-19>

<https://doi.org/10.33266/2070-1004-2021-3-10-19>
UDC 614.876:551.521

Original article
© Burnasyan FMBC FMBA

ISSUES OF SCIENTIFIC SUPPORT OF RADIATION SAFETY BASED ON THE EXPERIENCE OF OVERCOMING THE CONSEQUENCES OF THE CHERNOBYL ACCIDENT

Yu.E.Kvacheva¹, N.K.Shandala¹, O.V.Parinov¹, E.G.Metlyayev¹, A.O.Lebedev¹

¹ State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russian Federation

Abstract. The measures on liquidation of the Chernobyl accident consequences are analyzed from the point of view of topical issues of ensuring radiation safety of the personnel of radiation hazardous facilities and the population.

The following problems have been considered: organization of liquidation of medical and sanitary consequences and rendering medical aid to victims of the Chernobyl accident; radiation hygienic standardization, control and monitoring; improvement of emergency response system; development of new medical technologies for treatment of acute radiation disease and local radiation injuries; application of radiation protective drugs. It is stated that the experience of liquidation of the Chernobyl accident consequences created a scientifically grounded base for the work on further improvement of the radiation safety assurance system with fixation of the main provisions in the existing regulatory documents.

Conclusions are drawn about the expediency of:

- development of new medical and sanitary technologies aimed at ensuring radiation safety;
- completion of a unified system of response and protection in the event of radiation accidents;
- further search and development of methods and means of prevention and treatment of human radiation pathology, including innovative biomedical technologies;
- improving the methodology for studying the consequences of radiation exposure of the personnel of radiation hazardous facilities and the population;
- development of a new scientific field – medical nuclear forensics.

Key words: legal framework, medical examinations, nuclear industry personnel, psychophysiological examination, radiation accidents, regulatory documents

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest

For citation: Kvacheva Yu.E., Shandala N.K., Parinov O.V., Metlyayev E.G., Lebedev A.O. Issues of Scientific Support of Radiation Safety Based on the Experience of Overcoming the Consequences of the Chernobyl Accident. *Meditsina katastrof* = Disaster Medicine. 2021;3:10-19 (In Russ.). <https://doi.org/10.33266/2070-1004-2021-3-10-19>

Контактная информация:

Шандала Наталия Константиновна – доктор медицинских наук; заместитель генерального директора по науке и биофизическим технологиям
Адрес: Россия, 123098, г. Москва, ул. Живописная, д. 46.
Тел.: +7(499)190-93-29
E-mail: shandala-fmbc@bk.ru

Contact information:

Nataliya K. Shandala – Dr. Sc. (Med.); Science and Biophysics Technologies Deputy Director General
Address: 46, Zhivopisnaya str., Moscow, 123098, Russia
Phone: +7(499)190-93-29
E-mail: shandala-fmbc@bk.ru

26 апреля 1986 г. разразилась трагедия, повлекшая значимые медико-санитарные последствия – авария на Чернобыльской АЭС (ЧАЭС) изменила ход развития атомной энергетики, заставила пересмотреть подходы к обеспечению безопасности ядерных энергетических установок и обеспечению радиационной безопасности персонала и населения. Хотя прошло уже 35 лет после этой аварии мы хорошо помним события тех трагических дней. Помним, как героически, порой ценой собственной жизни, с первых часов аварии организовывалась ликвидация ее последствий.

Непосредственное и организующее участие в ликвидации последствий аварии на ЧАЭС принимало Третье Главное управление при Минздраве СССР (далее – Третье Главное управление) – предшественник продолжателя его дела – Федерального медико-биологического агентства (ФМБА России).

Уже через 17 мин после возникновения аварии в Третье Главное управление поступила оперативная информация о первых 18 пораженных (рис. 1).

С этого момента вступила в действие оперативная система аварийного реагирования и приступил к работе Оперативный штаб по координации деятельности медицинских специалистов.

Аварийная бригада Института биофизики и 6-й Клинической больницы Третьего Главного управления – в настоящее время ФГБУ «ГНЦ – Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И.Бурназяна» ФМБА России (ФМБЦ им. А.И.Бурназяна) – в составе врачей-радиологов, гигиенистов, дозиметристов и других специалистов, имевшая в своем распоряжении специальные укладки с дозиметрической аппаратурой, медикаментами и реактивами, прибыла в г.Припять в 14:30 – спустя 13 ч после аварии. В стационаре медико-санитарной части (МСЧ)

Чернобыльской АЭС к этому времени находились более 100 пораженных, и их поступление продолжалось [1].

Врачи-гигиенисты и дозиметристы Института биофизики оценили радиационную обстановку и к 19:00 сформулировали научное обоснование и выступили с предложением об эвакуации населения, в первую очередь, беременных женщин и детей, из 50-тысячного г.Припять. Основными задачами, стоявшими перед клинической группой, были обследование и проведение медицинской сортировки пораженных. Только на этом этапе в первые сутки после катастрофы члены аварийной бригады выполнили более 1 тыс. анализов крови и сформировали группу по эвакуации пораженных (эвакуационная группа – 129 чел.) в клинику Института биофизики.

Медицинские специалисты экстренно проводили лечебно-профилактические и радиационно-гигиенические мероприятия, осуществляли индивидуальный дозиметрический контроль, определяли и оценивали мощность экспозиционных доз, определяли радиус площадки, за пределами которой исключалось развитие лучевой болезни, и др. Кроме того, они принимали участие в уточнении показаний к срочной эвакуации населения г.Припять и близлежащих населенных пунктов, проведении радиационного контроля и других защитных мер. В 30-километровой (30-км) зоне были дополнительно развернуты лечебные стационары и поликлиники, персонал обеспечивался медицинской техникой, инструментами и лекарственными препаратами.

В первые дни после аварии основное внимание было сосредоточено на оказании квалифицированной медицинской помощи пораженным. Первый самолет с 84 пораженными прибыл в Москву утром 27 апреля. Вечером того же дня спецрейсом были доставлены еще 45 чел.

В клинике Института биофизики Минздрава СССР диагноз острой лучевой болезни (ОЛБ) был подтвержден у 108 пациентов. Почти у трети из них заболевание было тяжелой (III) и крайне тяжелой (IV) степени тяжести. Благодаря усилиям, предпринятым нашими врачами, удалось спасти жизнь нескольких пациентов с тяжелыми формами поражения, включая пораженного, получившего абсолютно смертельную дозу (рис. 2).

При изначально прогнозируемом уровне летальности – более 40 пораженных – медицинские потери в остром периоде – в течение 4 мес после аварии – составили 27 чел. Таким образом, наибольшее количество случаев ОЛБ – 134, если сравнивать их с количеством случаев ОЛБ вследствие всех радиационных аварий и инцидентов, произошло именно в результате аварии на ЧАЭС. Речь идет о двух контингентах – свидетелях аварии и пожарных. Среди т.н. ликвидаторов – людей, привлеченных в дальнейшем к аварийным работам на ЧАЭС и в 30-км зоне, а также среди населения, проживавшего в зонах радиоактивного загрязнения, случаев ОЛБ выявлено не было. В клинике

Начало ЧС 17 апреля 1986 г. 257

Фамилия, имя, отчество дежурного: 26.04.86

Инцидент: 26.04.86

Авария: поступление пораженных, пока 18.

Нужна бригада №1.

Минэнерго.

Рис.1. Запись об аварии на ЧАЭС в журнале дежурного Третьего Главного управления при Минздраве СССР: «Авария, поступление пораженных, пока 18. Нужна бригада №1 Минэнерго»

Fig. 1. Record of the Chernobyl accident in the journal of the duty officer of the Third Main Directorate under the USSR Ministry of Health

ФМБЦ им. А.И.Бурназяна на базе бывшей клинической больницы №6 ведется многолетнее пожизненное наблюдение за группой лиц, перенесших острую лучевую болезнь [2, 3].

Характеризуя в целом деятельность сотрудников Института биофизики в эти непростые дни, трудно удержаться от акцента на слове «впервые». Впервые медицинское учреждение столкнулось с одномоментным поступлением такого значительного числа больных ОЛБ – группа пораженных в Чернобыле составила почти половину от общего числа пораженных с ОЛБ, перенесших подобное заболевание в результате всех аварийных ситуаций, имевших место в нашей стране за предыдущие 40 лет освоения атомного проекта.

Накануне аварии клиника Института биофизики располагала 120 койками и двумя стерильными палатами, занимая 2 этажа в клинической больнице №6. Когда обозначился масштаб поступления, отделения больницы был перепрофилированы. В общей сложности было сформировано 11 новых клинических отделений, включая специально выделенное отделение доноров крови и костного мозга. По сути, работа медицинского персонала была приближена к работе медиков прифронтовых госпиталей. Эвакуированные с места аварии пациенты требовали постоянного наблюдения и ухода. Врачи и средний ме-

дицинский персонал трудились на пределе возможностей, отдыхали по 3-4 ч в сутки, не покидая клинику.

Впервые потребовалась организация массового приема пациентов с высокими уровнями радиоактивного загрязнения. По словам дозиметристов, «грязь» была такой, что дозиметры «зашкаливали», обнаруживая 1000-кратное превышение радиационного фона, а в палатах в первые дни мощность дозы гамма-излучения достигала величин порядка нескольких мР/ч.

Впервые в мире при лечении острой лучевой болезни у пораженных на ЧАЭС была применена терапия гемопоэтическими факторами роста («цитокилотерапия»), а также существенно обогащен опыт трансплантации аллогенных стволовых клеток. Следует отметить, что именно в клинике Института биофизики в январе 1975 г. была выполнена первая в нашей стране пересадка костного мозга. При лечении пораженных в Чернобыле в 19 случаях была выполнена трансплантация стволовых клеток гемопоэза, что до настоящего времени составляет около 2/3 общемирового опыта трансплантационной терапии у больных ОЛБ.

Впервые были достигнуты реальные успехи в терапии лучевых ожогов. У 11% чернобыльских пациентов площадь ожогов превышала 50% общей площади поверхности тела, у 30% пациентов она составляла от 10 до

Рис.2. Врачи и пациенты клинической больницы №6 Третьего Главного управления при Минздраве СССР в апреле-июне 1986 г.

Fig. 2. Doctors and patients of Clinical Hospital No. 6 of the Third Main Directorate of the USSR Ministry of Health in April-June 1986

Рис.3. Работа специалистов Института биофизики Третьего Главного управления при Минздраве СССР в Чернобыле в 1986-1987 гг.

Fig. 3. The work of specialists from the Institute of Biophysics of the Third Main Directorate of the USSR Ministry of Health in Chernobyl in 1986-1987

50%. Лечение таких пациентов представляло особые трудности. Важную роль в комплексной терапии ожогов сыграл препарат «Лиоксазол». Во многом знания, полученные при ведении чернобыльских ожоговых больных, составили основу современной регенеративной медицины – направления, которое сегодня успешно развивается в ФМБЦ им. А.И.Бурназяна.

Впервые в мире наши специалисты провели подробные клинико-патологические исследования острого респираторного дистресс-синдрома (ОРДС) у лучевых больных – опыт указанных исследований оказался востребован в пандемию COVID-19.

В дальнейшем работа строилась по вахтовому методу – ежемесячно в зону работ направлялись 40–80 специалистов. Учеными и инженерно-техническими работниками Института биофизики в кратчайшие сроки были разработаны нормативно-методические документы, устанавливающие конкретные нормативы и правила проведения работ по ликвидации последствий масштабной радиационной аварии в условиях осложненной радиационной обстановки. Всего к организации и проведению мероприятий по ликвидации последствий аварии на ЧАЭС были привлечены более 2 тыс. специалистов из учреждений Третьего Главного управления (рис. 3).

Необходимо отметить, что нашими специалистами еще в острый период аварии был сделан прогноз возможных отдаленных последствий в виде онкологической заболеваемости среди населения, который показал крайне малую вероятность заболеваний радиационно-индуцированными лейкозами и солидными раками, за исключением ожидаемого роста количества злокачественных опухолей щитовидной железы у детского населения. Через год после событий в Чернобыле фундаментальный отчет по этой проблеме был направлен в

Научный Комитет по действию атомной радиации Организации Объединенных Наций – наиболее авторитетный в мире научный орган в этой области. В докладе Генеральной Ассамблеи ООН в 1988 г. указанный Комитет следующим образом оценил деятельность наших ученых-медиков: «Представленная СССР информация является исчерпывающей и очень ценной. Комитет считает, что он в долгу перед всеми авторами за их готовность поделиться своим опытом и желает отметить их профессиональное мастерство и человеческое сострадание, проявленное в связи со столь трагическими обстоятельствами» [1].

Новые нормативно-методические документы. Масштабы аварии на ЧАЭС и сложность радиационной обстановки потребовали оперативной разработки дополнительных конкретных нормативов и правил их реализации. В результате аварии радиоактивному загрязнению – внутри изолинии 1 Ки/км² или 37 кБк/м² – подверглась территория европейской части СССР площадью около 150 тыс. км², на которой проживало порядка 6 млн чел. В кратчайшие сроки необходимо было решить задачу по выработке научно обоснованной стратегии действий государства по защите населения в этой беспрецедентной и жизненно важной ситуации. Группа наших ученых, в сотрудничестве со специалистами Госкомгидромета и Агропрома, под научным руководством академиков Л.А.Ильина и Ю.А.Израэля в течение двух недель после катастрофы впервые в мировой практике разработала Рекомендации по критериям возможности проживания населения на территории, подвергшейся радиоактивному загрязнению в результате аварии на ЧАЭС, необходимости его отселения и временной эвакуации (далее – Рекомендации). В этом документе, утвержденном 22 мая 1986 г., были установлены аварийные

регламенты облучения населения – 100 мЗв за первый год после аварии (с последующим снижением этой величины) и впервые осуществлено зонирование территорий по уровням гамма-излучения на местности. В зонах с высокими уровнями радиоактивного загрязнения – в т.н. зонах жёсткого контроля, где без принятия мер по ограничению жизнедеятельности населения дозовые нагрузки на людей могли превысить 100 мЗв/год – в 789 населённых пунктах проживали 273 тыс. чел. Согласно Рекомендациям, в этих зонах были введены способы ограничения жизнедеятельности населения – запрет на потребление молока и местных пищевых продуктов с их заменой на «чистые» продукты; преимущественное пребывание людей в зданиях, а не на открытой местности и др. В результате по сравнению с установленными регламентами удалось снизить дозовую нагрузку в 3 раза [4].

Обеспечение радиационной безопасности населения, проживавшего в зонах радиоактивного загрязнения, потребовало разработки допустимых уровней внутреннего облучения в виде допустимых концентраций долгоживущих радионуклидов в самых разнообразных объектах: фураже, молоке, мясных, зерновых продуктах, питьевой воде, одежде, лекарственных растениях, автотранспортных средствах и т.п. Так, специалистами Института биофизики в кратчайшие сроки были разработаны более 30 нормативно-методических документов, устанавливавших конкретные нормативы и правила проведения работ по ликвидации последствий масштабной радиационной аварии в условиях осложненной радиационной обстановки. Среди первых регулирующих документов были Временное допустимое содержание йода-131 в питьевой воде и продуктах питания и Временные допустимые уровни содержания радиоактивных веществ в продуктах питания. В последующем – после 1997 г. – были разработаны действующие и в настоящее время нормативы допустимой удельной активности цезия-137 и стронция-90 в более чем 140 видах пищевой продукции, потребляемой населением России.

С учетом опыта ликвидации последствий Чернобыльской аварии, были пересмотрены требования к безопасности проведения работ на АЭС; разработаны кри-

терии для принятия решений о мерах по защите персонала и населения; внедрены современные средства индивидуального дозиметрического контроля; организованы специальные формирования постоянной готовности к работе в условиях возможной радиационной аварии. В настоящее время в рамках дальнейшего совершенствования медико-санитарного обеспечения персонала АЭС и населения, проживающего в зоне наблюдения, считаем приоритетным проведение комплексного мониторинга состояния окружающей среды и здоровья [5]. С целью проведения радиационно-эпидемиологических исследований создан отраслевой медико-дозиметрический регистр, данные которого свидетельствуют, что уровень смертности среди ликвидаторов не превышает аналогичные показатели по Российской Федерации в целом. Указанные выше прогнозы были, в частности, подтверждены в результате анализа данных Национального радиационного эпидемиологического регистра, а также зарубежных и отечественных специалистов [6].

Аварийное медицинское реагирование. Опыт ликвидации последствий аварии на ЧАЭС свидетельствует, что в случае возникновения крупномасштабной радиационной аварии необходимо немедленно принимать практические меры по сведению к минимуму доз облучения и защитные меры для уменьшения числа облучаемых лиц. На основе чернобыльского опыта в ФМБА России создана система медицинского реагирования при радиационных авариях, которая является подсистемой в системе аварийного реагирования Государственной корпорации «Росатом». Экспертную поддержку системы аварийного реагирования ФМБА России выполняют Аварийный медицинский радиационно-дозиметрический центр (АМРДЦ), являющийся подразделением ФМБЦ им. А.И.Бурназяна, и региональные аварийные радиационно-дозиметрические центры, созданные на базе ведущих институтов гигиенического профиля ФМБА России в Северо-Западном и Уральском федеральных округах (рис. 4).

Опыт проведения йодной профилактики при аварии на Чернобыльской АЭС был использован для оптимизации

Система аварийного медицинского реагирования ФМБА России

Рис. 4. Система аварийного медицинского реагирования ФМБА России / Fig. 4. Emergency medical response system under FMBA of Russia

схемы йодной профилактики при авариях на ядерных установках; в связи с этим было разработано новое Руководство по йодной профилактике в случае возникновения радиационной аварии (рис. 5).

Развитие радиационной медицины на основе опыта преодоления последствий Чернобыльской аварии. Известно, что клиника ФМБЦ им. А.И.Бурназяна имеет наибольший опыт в области диагностики, лечения и медицинской реабилитации больных острой лучевой болезнью. На основании чернобыльского опыта впервые в мировой практике были разработаны классификация различных форм лучевого поражения человека как от внешнего, так и от внутреннего облучения; принципы биодозиметрии и цитогенетические методы; предложе-

ны эффективные схемы лечения костномозговой формы острой лучевой болезни и местных лучевых поражений. В настоящее время активно развивается инновационное направление лечения местных лучевых поражений мезенхимальными стволовыми клетками в сочетании с микрохирургической техникой. Получены обнадеживающие экспериментальные результаты – время заживления раневой поверхности уменьшается более чем в 2 раза. В мире подобные работы осуществляются лишь в нескольких странах, в частности, в Аргентине и Японии (рис. 6).

Анализ и осмысление опыта преодоления медико-санитарных последствий аварии на ЧАЭС и других аварий, а также дальнейшее совершенствование мероприятий по

Йодная профилактика

Руководство по йодной профилактике в случае возникновения радиационной аварии (2010 г.)

Разработано специалистами ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна

Опыт проведения йодной профилактики при аварии на ЧАЭС был использован для оптимизации схемы йодной профилактики при авариях на ядерных установках.

Рис. 5. Йодная профилактика / Fig. 5. Iodine thyroid blocking

Новые стандарты лечения ОЛБ

На основе опыта лечения пострадавших в аварии на ЧАЭС

Разработаны и **новые медицинские технологии** лечения ОЛБ и МЛП:

- трансплантация костного мозга
- микрохирургия местных лучевых поражений
- использование клеточных технологий

Созданы **стандарты оказания медицинской помощи** больным ОЛБ

Разработаны **Федеральные клинические рекомендации по диагностике и лечению лучевых поражений и их отдаленных последствий**

Инновационное направление лечения местных лучевых поражений

мезенхимальными стволовыми клетками в сочетании с микрохирургической техникой

Время заживления раневой поверхности **ускоряется в 2 и более раз**

Подобные работы осуществляются **только в Аргентине и Японии.**

Рис. 6. Радиационная медицина после аварии на ЧАЭС / Fig. 6. Radiation medicine after the Chernobyl accident

радиационной безопасности невозможны без тщательного изучения биологических материалов пораженных. В этих целях нашими учеными одними из первых в мире была предложена методология биобанкинга случаев радиационных поражений человека. Изучение указанных материалов с применением современных высокотехнологичных методик молекулярно-генетического анализа позволило детально усовершенствовать схемы патогенеза и терапии ведущих клинических синдромов ОЛБ и местных лучевых поражений [7].

Радиозащитные препараты. После аварии на ЧАЭС была дана оценка эффективности использования радиозащитных препаратов, средств профилактики и лечения ОЛБ. В ФМБА России разработаны и внедрены высокоэффективные противолучевые препараты, а также индивидуальные аптечки для персонала и населения. На основе опыта оказания специализированной медицинской помощи пострадавшим от облучения в результате аварии на ЧАЭС были разработаны специальные портативные медицинские радиологические укладки, содержащие набор медикаментов и инструментов, необходимых для оказания неотложной медицинской помощи. Среди них следует упомянуть препарат «Лиоксазол» – спиртовой раствор 2-аллилксиэтанол, разработанный НПЦ «Фармзащита» ФМБА России. Лиоксазол применяется для профилактики и лечения закрытых лучевых поражений кожи, оказывает противовоспалительное и стимулирующее регенерацию действие. На его основе разработана линейка изделий медицинского назначения «Лиоксазин», предназначенная для оказания первой помощи и лечения ожогов различной степени тяжести (рис. 7).

Новая коронавирусная инфекция COVID-19 и острая лучевая болезнь. Чернобыльская авария дала мощный толчок поиску и разработке новых радиозащитных препаратов. В настоящее время масштаб проводимых доклинических и клинических экспериментальных исследований радиопротекторов сопоставим с масштабом современных исследований для лечения новой коронавирусной инфекции. Неслучайно многие проводят ана-

логию между COVID-19 и радиацией: обе – невидимые враги, обе представляют серьезную опасность для жизни и здоровья людей. Необходимо отметить, что у истоков изучения патогенеза острого респираторного дистресс-синдрома – основной причины смерти больных COVID-19 – стояли наши врачи, которые первыми в мире провели подробные клинические и патологоанатомические исследования ОРДС при лучевой болезни. Частота его развития у тяжелых и крайне тяжелых чернобыльских пациентов составляла 75%. В 30% случаев ОРДС явился непосредственной причиной смерти. Основываясь на анализе полученных материалов, а также на результатах последующих экспериментальных исследований, мы показали, что решающую роль в патогенезе этого синдрома играет ангиотензин-конвертирующий фермент (ACE). В настоящее время ингибиторы ACE изучаются как одно из наиболее перспективных средств повышения радиорезистентности и ранней патогенетической терапии ОЛБ [8] – рис. 8.

Приоритетные направления развития системы радиационной безопасности в России. Опыт оценки ликвидации медико-санитарных последствий чернобыльских событий создал научно-обоснованную базу обеспечения радиационной безопасности с практической реализацией основных положений в действующих нормативно-методических документах. Вместе с тем, имеются достаточно веские основания для дальнейшего совершенствования построения системы радиационной безопасности и её регулирования в Российской Федерации – мы связываем с этим ряд новых приоритетных проектов, среди которых – вопросы гармонизации российской нормативно-методической базы радиационной безопасности с современными международными документами.

Важнейшей научной перспективой в области обеспечения радиационной безопасности является радиационно-гигиеническое изучение новых видов топлива, в числе которых – смешанное нитрид-уран-плутониевое (СНУП) топливо. Исследования по данной проблеме проводятся в ходе научно-гигиенического сопровождения

В ФМБА России разработаны и внедрены:

- высокоэффективные противолучевые препараты
- индивидуальные аптечки (для персонала и населения)
- специальные портативные медицинские радиологические укладки

содержат набор медикаментов и инструментов, необходимых для оказания неотложной медицинской помощи

Препарат «Лиоксазол»

разработан НПЦ «Фармзащита» ФМБА России

- применяется для профилактики и лечения закрытых лучевых поражений кожи
- обладает противовоспалительными и стимулирующими регенерацию свойствами

Препарат «Лиоксазин»

разработан на основе «Лиоксазоля»

- для оказания первой помощи и лечения ожогов различной степени тяжести

Рис. 7. Радиозащитные препараты / Fig. 7. Radioprotective drugs

Covid-19

Основная причина смерти больных COVID-19 – **острый респираторный дистресс-синдром (ОРДС)**

Наши специалисты **первыми в мире** провели подробные клинические и патологоанатомические исследования ОРДС при **лучевой болезни**

75% — частота развития ОРДС у тяжелых и крайне тяжелых черномобыльских пациентов

в 30% случаев ОРДС явился непосредственной причиной смерти

Решающая роль в патогенезе ОРДС принадлежит **ангиотензин-конвертирующему ферменту (ACE)**

В настоящее время **ингибиторы ACE** – наиболее перспективные средства повышения радиорезистентности и ранней патогенетической терапии ОЛБ

Рис. 8. Новая коронавирусная инфекция COVID-19 и острая лучевая болезнь / Fig. 8. COVID-19 and acute radiation syndrome

Приоритеты

Проект «Прорыв»

проект по созданию замкнутого ядерного топливного цикла на базе реакторов на быстрых нейтронах, работающих на смешанном нитридном уран-плутониевом топливе

2018-2019 гг.

- проведен анализ проектной документации ОДЭК «Брест» на соответствие санитарно-гигиеническим требованиям
- выполнен радиационно-гигиенический анализ воздействия вредных факторов облучения на персонал АО «СХК»

2020 г.

- изучено состояние здоровья работников экспериментального производства СНУП топлива
- оценен уровень заболеваемости работников производства СНУП топлива

Рис. 9. Радиационно-гигиеническое сопровождение проекта «Прорыв» / Fig. 9. Radiation and health physics support of the “Breakthrough” project

работ по проекту «Прорыв», при этом, в частности, оцениваются дозы облучения персонала объектов опытно-демонстрационного энергокомплекса Сибирского химического комбината. Наряду с этим идет работа, связанная с оценкой состояния здоровья персонала и разработкой рекомендаций по проведению медицинских осмотров работников производства СНУП-топлива (рис. 9).

Одними из наиболее актуальных и приоритетных вопросов обеспечения радиационной безопасности являются вопросы противодействия ядерному и радиационному терроризму. С 2015 г. ФМБА России участвует в работе Глобальной инициативы по борьбе с актами ядерного терроризма (далее – ГИБАЯТ, Инициатива). На уровне экспертов налажено тесное сотруд-

ничество с 88 государствами-партнерами и 6 официальными наблюдателями ГИБАЯТ. Наши специалисты внесли весомый вклад в разработку практических пособий, руководств и рабочих документов Инициативы. Обобщение 35-летнего опыта преодоления последствий аварии на ЧАЭС позволило впервые в мире разработать уникальную методологию медико-биологических исследований, заложившую основы нового научного направления – медицинской ядерной криминалистики. Выполненные нами разработки получили высокую оценку со стороны международного сообщества и признаны важнейшим инструментом в сфере противодействия глобальным угрозам ядерно-террористического характера (рис. 10).

Противодействие ядерному терроризму

Глобальная инициатива по борьбе с актами ядерного терроризма (ГИБАЯТ)

- взаимодействие с экспертами 88 государств-партнеров и 5 официальными наблюдателями ГИБАЯТ
- разработка практических пособий, руководств и сценариев учений рабочих групп ГИБАЯТ по противодействию ядерному терроризму

Рис. 10. Сотрудничество в рамках Глобальной инициативы по борьбе с актами ядерного терроризма
Fig. 10. Cooperation in the framework of the Global Initiative to Combat Acts of Nuclear Terrorism

Новое научное направление –

медицинская ядерная криминалистика

- Разработана уникальная методология медико-биологических исследований по ядерной криминалистике

Рис. 11. Новые медико-санитарные технологии по обеспечению радиационной безопасности
Fig. 11. New medical technologies to assure radiation safety

Приоритеты

Трансляционная цифровая радиационная гигиена

Цифровизация

новых медико-санитарных технологий, направленных на обеспечение радиационной безопасности

Согласно Основам государственной политики в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности Российской Федерации на период до 2025 года*, од-

ной из актуальных задач в области усиления защиты ядерно и радиационно опасных объектов, персонала, населения и окружающей среды является модернизация и развитие технических и информационно-аналитических систем обеспечения контроля и надзора за ядерной и радиационной безопасностью на основе научно

* Указ Президента Российской Федерации от 1 марта 2012 г. №Пр-539

обоснованных подходов с использованием современных технологий.

Совершенствование и разработку новых медико-санитарных технологий, направленных на обеспечение радиационной безопасности, в том числе на объектах и территориях ядерного наследия, мы связываем с развитием и внедрением в практику цифровых технологий, среди которых:

- сбор радиационно-гигиенических данных посредством формирования цифровых представлений о реальном мире в результате оцифровки;
- интеграция – обработка, объединение и анализ – данных с помощью алгоритмов, например, информационно-аналитических систем с применением технологий визуализации маршрутов перемещения персонала и/или населения и визуализации радиационной обстановки.

Созданные программные продукты служат рабочим инструментом для принятия управленческих решений по предупреждению возможных угроз, связанных с переоблучением персонала или населения. Тем самым сформировано направление трансляционной радиационной гигиены, призванное оптимизировать, сократить и – в идеале – ликвидировать существующий разрыв между научными исследованиями и практикой государственного санитарно-эпидемиологического надзора

за радиационной безопасностью при обращении с ядерным наследием – рис. 11 – [9].

Заключение.

Основываясь на опыте преодоления последствий Чернобыльской аварии, в рамках дальнейшего совершенствования обеспечения радиационной безопасности персонала и населения, мы считаем приоритетными следующие научно-практические направления дальнейшей деятельности:

- совершенствование и разработка новых медико-санитарных технологий, направленных на обеспечение радиационной безопасности;
- завершение создания единой системы радиационно-гигиенического реагирования и медицинских аспектов защиты людей в случае возникновения радиационных аварий;
- дальнейший поиск и разработка методов и средств профилактики и лечения лучевой патологии человека, включая новые инновационные биомедицинские технологии;
- совершенствование методологии изучения отдаленных последствий облучения персонала радиационно опасных объектов и населения;
- международное взаимодействие по проблемам регулирования радиационной безопасности, ядерного облучения и разработки нового научного направления – медицинской ядерной криминалистики.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Ильин Л.А. Реалии и мифы Чернобыля. М.: ALARA Limited, 1994. 448 с.
2. Баранов А.Е., Гуськова А.К., Протасова Т.Г. Опыт лечения пострадавших при аварии на Чернобыльской АЭС и непосредственные исходы заболевания // Медицинская радиология и радиационная безопасность. 1991. Т.36, №3. С.29-32.
3. Галстян И.А. Состояние здоровья пострадавших в отдаленные сроки после перенесенной острой лучевой болезни: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. М., 2011. 44 с.
4. Шандала Н.К. Гигиенические проблемы уменьшения отдаленных медицинских последствий облучения населения при атомных авариях: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. М., 1997. 49 с.
5. Российский национальный доклад: 35 лет Чернобыльской аварии. Итоги и перспективы преодоления ее последствий в России. 1986–2021 / Под ред. Большова Л.А. М.: Академ-Принт, 2021. 104 с.
6. Ильин Л.А., Шандала Н.К., Савкин М.Н. и др. Место и роль радиационно-гигиенического мониторинга в системе социально-гигиенического мониторинга // Гигиена и санитария. 2004. № 5. С. 9-15.
7. Квачева Ю.Е., Глазунов А.Г. Особенности организации и производства судебно-медицинской экспертизы трупов лиц, погибших от острой лучевой болезни // Судебно-медицинская экспертиза. 2012. Т. 55, №2. С. 43-45.
8. Власов П.А., Квачева Ю.Е. Патология легких при остром радиационном поражении // Патология органов дыхания у ликвидаторов аварии на Чернобыльской АЭС / Под ред. Чучалина А.Г., Чернышева А.Л., Вуазен К. М.: ГРАНТЪ, 1998. С.65-75.
9. Шандала Н.К., Киселев С.М., Титов А.В. Научно-практический опыт надзорной деятельности в области обеспечения защиты населения и окружающей среды на объектах ядерного наследия России // Радиационная гигиена. 2019. Т. 12, № 2. С. 83-96.

REFERENCES

1. Ilyin L.A. Realities and Myths of Chernobyl. Moscow, ALARA Limited Publ., 1994, 448 p. (In Russ.).
2. Baranov A.E., Gus'kova A.K., Protasova T.G. Experience in Treating the Victims of the Accident at the Chernobyl Atomic Electric Power Station and the Immediate Disease Outcomes. Medical Radiology and Radiation Safety. 1991;36;3:29-32 (In Russ.).
3. Galstyan I.A. The State of Health of the Victims in the Long Term after Acute Radiation Syndrome. Extended abstract of Doctor's thesis in Medicine. Moscow Publ., 2011. 44 p. (In Russ.).
4. Shandala N.K. Health Physics Problems of Reducing the Long-Term Medical Consequences of Public Exposure in Nuclear Accidents. Extended abstract of Doctor's thesis in Medicine. Moscow Publ., 1997. 49 p. (In Russ.).
5. Russian National Report: 35 Years of the Chernobyl Accident. Results and Prospects of Overcoming its Consequences in Russia. 1986–2021. Ed. Bolshov L.A. Moscow, Academ-Print Publ., 2021. 104 p. (In Russ.).
6. Ilyin L.A., Shandala N.K., Savkin M.N., et al. The Place and Role of Radiation-Hygienic Monitoring in the System of Social-Hygienic Monitoring. Hygiene and Sanitation. 2004;5:9-15 (In Russ.).
7. Kvacheva Yu.E., Glazunov A.G. Features of the Organization and Production of Forensic Medical Examination of Corpses of Persons Who Died from Acute Radiation Sickness. Forensic Medical Examination. 2012;55;2:43-45 (In Russ.).
8. Vlasov P.A., Kvacheva Yu.E. Lung Pathology in Acute Radiation Injury. Pathology in Liquidators of the Chernobyl Accident. Ed. Chuchalin A.G., Chernyshev A.L., Vuasen K. Moscow, GRANT Publ., 1998. P.65-75 (In Russ.).
9. Shandala N.K., Kiselev S.M., Titov A.V. Scientific and Practical Experience of Supervisory Activities in the Field of Ensuring the Protection of the Population and the Environment at Nuclear Heritage Sites in Russia. Radiation Hygiene. 2019;12;2:83-96 (In Russ.).

Материал поступил в редакцию 09.06.21; статья принята после рецензирования 12.07.21; статья принята к публикации 10.09.21
The material was received 09.06.21; the article after peer review procedure 12.07.21; the Editorial Board accepted the article for publication 10.09.21