

Лекция № 8

Тема: Гигиена труда при использовании источников ионизирующих излучений в медицине и промышленности.

МЕДИЦИНСКОЕ ОБЛУЧЕНИЕ НАСЕЛЕНИЯ

Лучевая диагностика и лучевая терапия являются одной из наиболее эффективных, масштабных и динамично развивающихся отраслей здравоохранения любой страны, включая Россию. Более 80 % всех диагнозов устанавливается с ее помощью. В настоящее время в мире в условиях продолжающейся технологической революции происходит качественное совершенствование лучевой диагностики и лучевой терапии.

Применение источников ионизирующего излучения в медицинских целях (в основном в рентгенодиагностике) является одним из ведущих факторов радиационного воздействия на население. Причем именно здесь кроются огромные резервы снижения годовой эффективной коллективной дозы облучения населения России. Так, уменьшение дозы медицинского облучения всего на 10 % (что вполне реально) по своему эффекту равносильно полной ликвидации всех других искусственных источников радиационного воздействия на население, включая атомную энергетику.

Медицинское облучение, согласно "Нормам радиационной безопасности 99/2009", это:

- облучение, которому подвергаются пациенты при проведении медицинской диагностики и лечения;
- облучение, которому подвергаются практически здоровые лица при проведении медицинских профилактических рентгенологических исследований и в медико-биологических исследованиях;
- облучение лиц, проходящих медицинские обследования в связи с профессиональной деятельностью или в рамках медико-юридических процедур;
- облучение, которому добровольно подвергаются лица, оказывающие помощь и осуществляющие уход за пациентами, кроме профессионального облучения медицинских работников.

Таким образом, медицинское облучение охватывает практически все население России.

Все виды и методы медицинского облучения пациентов относятся к медицинской радиологии, которая включает в себя лучевую терапию, лучевую диагностику и ядерную медицину.

Ядерная медицина - это радионуклидная диагностика и терапия с помощью открытых ИИИ.

Радионуклидная диагностика - это:

- диагностика *in vivo*, т. е. когда радиофармацевтический препарат вводится в организм пациента;
- *in vitro*, когда биологические среды исследуются с помощью радиофармацевтического препарата в пробирке.

Лучевая терапия разделяется на:

- дистанционную (рентгеновское, нейтронное, гамма-излучение и др.), т. е. терапия с помощью излучений высоких энергий;
- контактную (брахитерапия). Делится на внутрисполостную и интратканевую;
- радионуклидную.

Методы лучевой диагностики включают в себя лучевую диагностику с применением ИИИ (рентгенодиагностика) и нерадиационные методы (ультразвуковая, магнитно-резонансная диагностика и др.).

Рентгеновская диагностика - это совокупность методов диагностики, в которых для целей визуализации внутренних органов используется рентгеновское излучение, источником которого является рентгеновская трубка.

Рентгеновская диагностика разделяется на:

1. Рутинные исследования, в том числе детские, стоматологические и др.

Рутинные исследования в свою очередь делятся в зависимости от способов получения изображения, методов обеспечения радиационной безопасности персонала и пациентов, дозовых нагрузок на пациента на следующие основные виды: рентгеноскопия, рентгенография, флюорография и др.

Рентгеноскопия - непосредственное визуальное наблюдение внутренних органов на усиливающем экране; характеризуется повышенными дозовыми нагрузками как на пациента, так и на персонал. Рентгеноскопия применяется достаточно редко, например для исследования желудочно-кишечного тракта.

Рентгенография - получение изображения на рентгеновской пленке, которая должна пройти все этапы фотообработки. С помощью рентгенографии устанавливается большая часть диагнозов.

Флюорография - получение изображения на флюоресцентном экране, и далее изображение фотографируется с помощью фотоаппарата. Для этого метода характерны повышенные дозовые нагрузки на пациента и относительно низкая информативность. С помощью флюорографии в России проводятся массовые профилактические обследования по поводу туберкулеза легких. Иногда проводится и диагностическая флюорография, что не является оптимальным методом как в отношении диагностической информации, так и в плане дозовых нагрузок на пациента.

2. Специальные исследования:

2.1. С введением контрастного вещества, стоматология, маммография, остеоденситография и др.

2.2. Компьютерная томография (КТ).

2.3. Интервенционные процедуры: диагностические, терапевтические, комбинированные.

2.4. Комбинированные: компьютерная томография и магнитно-резонансная томография; компьютерная томография и позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ) и др.

В конце XX в. произошла технологическая революция в рентгентехнике: появились **цифровые рентгеновские аппараты**, дающие **минимальную лучевую нагрузку как на пациента, так и на персонал**, и открывающие

новые возможности в диагностике. Появились новые средства визуализации внутренних органов человека: компьютерная томография, интервенционные методики, позитронно-эмиссионная томография и др.

Известная закономерность, что чем выше информативность рентгенорадиологических исследований, тем больше доза у пациента, приводит к тому, что эффективность диагностики и лечения пациента (сохранение его здоровья) сопряжена с более высокой дозой и, соответственно, риском стохастических эффектов.

Компьютерная томография является одним из наиболее эффективных и динамично развивающихся видов рентгенологии. Суть метода - в послойном сканировании внутренних органов. Сочетание компьютерного томографа с компьютерной техникой позволяет сопоставлять и анализировать различные виды (в том числе объемные) изображений, передавать их на расстояние и т. д. Уровни облучения пациентов при использовании компьютерной томографии значительно превышают таковые при обычных рентгено-диагностических методах.

К интервенционным исследованиям относят рентгенологические исследования, характеризующиеся сложностью проведения и введением в организм дополнительных веществ и приспособлений. Как правило, это хирургические вмешательства, проводимые чрескожным доступом под контролем методов лучевой визуализации с использованием специальных инструментов. Эти исследования подразделяются на два класса: диагностические и терапевтические. Большую часть диагностических исследований занимает ангиография - интервенционное исследование сосудов. Терапевтические интервенционные исследования представляют собой рентгенологические исследования, совмещенные с хирургическими лечебными манипуляциями. Они являются эффективными с точки зрения постановки диагноза, наименее травматичными и экономически обоснованными по сравнению с традиционно используемым хирургическим вмешательством.

В рентгенодиагностике можно выделить два направления:

1. Профилактическое - проводится с целью профилактики различных заболеваний (туберкулеза легких, рака молочной железы, остеопороза и т. д.).

2. Диагностическое.

Отличительные особенности медицинского облучения:

- медицинское облучение характеризуется очень высокой мощностью дозы, в миллион раз превосходящей природное облучение;

- оказывает воздействие, как правило, на больной и ослабленный организм, поэтому может оказаться более патогенным;

- данный вид облучения преимущественно воздействует на одни и те же радиочувствительные органы;

- более часто облучаются группы повышенного риска: дети, люди репродуктивного возраста.

Ионизирующие излучения при воздействии на организм человека могут вызвать два вида эффектов, которые клинической медициной относятся к болезням: детерминированные пороговые эффекты (лучевая болезнь, лучевой дерматит, лучевая катаракта, лучевое бесплодие, аномалии в развитии плода и др.) и стохастические (вероятностные) беспороговые эффекты (злокачественные опухоли, лейкозы, наследственные болезни).

В современных условиях основным "поставщиком" радиационных поражений человека (как детерминированного, так и стохастического характера) является ряд медицинских рентгенорадиологических процедур, а не атомная промышленность и энергетика. Именно этот аспект должен учитываться при построении системы защиты, планировании аварийного реагирования и мониторинга доз и мощностей доз облучения человека в XXI в.

При диагностических исследованиях тканевые дозы у пациентов, как правило (за исключением некоторых интервенционных исследований), находятся в области стохастических радиобиологических эффектов (риск индукции рака и генетических эффектов) и намного ниже порогов детерминистских тканевых реакций. Напротив, при лучевой терапии целью является уничтожение злокачественных новообразований большими дозами радиации, лучевые тканевые реакции соседних органов и тканей практически неизбежны.

ПРИНЦИПЫ ЗАЩИТЫ ПЕРСОНАЛА ПРИ РАБОТЕ С ИИИ В МЕДИЦИНЕ

Облучение персонала при работе с ИИИ в медицине относится к техногенному облучению. Однако защита персонала важна для обеспечения радиационной безопасности при эксплуатации ИИИ в медицине.

Система радиационной защиты включает в себя комплекс разнообразных мероприятий:

- планировочно-конструктивные меры (выбор участка радиологического отделения, особенности внутренней планировки помещений, размещение специального оборудования, защитных устройств, защитных конструкций);
- индивидуальная защита персонала и пациентов, текущий санитарно-дозиметрический контроль работников, пациентов, обстановки, окружающей среды.

Радиационная защита регламентируется законодательными документами. Организационные мероприятия включают в себя строгий отбор кадров, повышение профессионального мастерства, точное соблюдение всех правил работы с радиоактивными веществами, высокую исполнительскую и трудовую дисциплину персонала.

Конкретная система защиты будет зависеть от типа источника и вида излучения.

При медицинском облучении используются: источники радио-нуклидные открытые; источники радионуклидные закрытые; устройства, генерирующие ионизирующие излучения.

Закрытый источник - ИИИ, устройство которого исключает попадание радиоактивных веществ в окружающую среду в условиях применения и износа, на которые он рассчитан. Закрытые источники опасны в отношении внешнего облучения.

Открытый источник - ИИИ, при использовании которого возможно попадание содержащихся в нем радиоактивных веществ в окружающую среду, а следовательно, поступление в организм человека. Открытые источники опасны как в отношении внешнего, так и внутреннего облучения в результате попадания радиоактивных веществ внутрь организма, чаще всего с вдыхаемым воздухом, в меньшей степени эти вещества заглатываются при загрязнении кожи рук и лица.

Устройства, генерирующие излучения, - это электрофизические устройства, в которых генерация ионизирующего излучения происходит в результате каких-либо физических процессов и только тогда, когда прибор включен. Эти установки представляют опасность только в отношении внешнего облучения.

При работе с закрытыми ИИИ и устройствами, генерирующими излучения, система радиационной защиты направлена на максимальное снижение внешнего излучения. Основные принципы защиты от внешних излучений: защита количеством, временем, расстоянием, экраном.

Основные принципы защиты при работе с открытыми радиоактивными веществами: при внешнем излучении используются все способы защиты, применяемые при работе с закрытыми ИИИ (защита количеством, временем, расстоянием, экранами).

Работа с открытыми радиоактивными веществами должна исключать их поступление в окружающую среду. Это достигается рациональной планировкой (строгое разделение помещений на радиационно "грязные" и "чистые", создание поточности помещений) и оборудованием помещений (соответствующие покрытия, неадсорбирующие радиоактивные вещества, в основном пластик; простая по конструкции, легко моющаяся мебель и т. д.), санитарно-техническими устройствами по удалению и дезактивации жидких, твердых и газообразных радиоактивных отходов, максимальной механизацией и автоматизацией рабочих операций. Для герметизации аппаратуры используют различные камеры-боксы и вытяжные шкафы. Образующиеся радиоактивные отходы должны дезактивироваться: газообразные путем очищения через соответствующие фильтры, жидкие выстаиванием и разбавлением. Твердые отходы собирают в специальные емкости для отправления на централизованный пункт захоронения радиоактивных отходов.

Необходимо исключить загрязнение кожи рук и лица персонала, а также рабочих поверхностей. Для этого используют индивидуальные средства защиты, санитарную обработку поверхностей, кожных покровов и индивидуальных средств защиты. К индивидуальным средствам защиты относятся спецодежда, спецобувь, средства защиты органов дыхания, глаз и

рук. Персонал должен соблюдать правила личной гигиены и техники безопасности.

При работе с открытыми радиоактивными источниками обязательны дозиметрический контроль и медицинское наблюдение за здоровьем персонала. Контролируют мощность дозы всех видов излучения на рабочих местах, в смежных помещениях и на территории учреждения, индивидуальные дозы облучения персонала, загрязнения рабочих поверхностей, кожных покровов, одежды, содержание аэрозолей и радиоактивных газов в воздухе.

Основным нормативным документом, регламентирующим облучение персонала, пациентов и населения от ИИИ в России, являются "Нормы радиационной безопасности 99/2009" (НРБ-99/2009), пришедшие на смену старым (НРБ-99), утратившими силу в 2009 г.

Согласно НРБ-99/2009, облучение персонала при эксплуатации ИИИ в медицине относится к техногенному облучению и нормируется как техногенное облучение персонала. Для работников (персонала) средняя годовая эффективная доза равна 20 мЗв (0,02 Зв) или эффективная доза за период трудовой деятельности (50 лет) - 1000 мЗв (1 Зв); допустимо облучение в годовой эффективной дозе до 50 мЗв (0,05 Зв) при условии, что средняя годовая эффективная доза, исчисленная за пять последовательных лет, не превысит 20 мЗв (0,02 Зв). Для женщин в возрасте до 45 лет эквивалентная доза на поверхности нижней части живота не должна превышать 1 мЗв (0,001 Зв) в месяц.

РЕГУЛИРОВАНИЕ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПАЦИЕНТОВ И НАСЕЛЕНИЯ ПРИ МЕДИЦИНСКОМ ОБЛУЧЕНИИ

Радиационная безопасность населения, персонала и пациентов базируется на основных принципах радиационной безопасности:

- принцип нормирования (непревышение допустимых пределов индивидуальных доз облучения граждан от всех ИИИ);
- принцип обоснования (запрещение всех видов деятельности по использованию ИИИ, при которых полученная для человека и общества польза не превышает риск возможного вреда, причиненного дополнительным облучением);
- принцип оптимизации (поддержание на возможно низком и достижимом уровне с учетом экономических и социальных факторов индивидуальных доз облучения и числа облучаемых лиц).

Эти принципы радиационной безопасности лежат в основе всех законодательных и регламентирующих документов в области радиационной гигиены.

Регулирование медицинского облучения пациентов в России базируется на документах МКРЗ (Международная комиссия по радиационной защите), МАГАТЭ (Международное агентство по атомной энергии) и в меньшей степени ВОЗ. Основные вопросы радиационной защиты при медицинском облучении рассмотрены в новой базовой Публикации МКРЗ-103 и последующей Публикации МКРЗ-105, специально посвященной этим

вопросам. Новые "Нормы радиационной безопасности 99/2009" в большой степени учитывают положения 103 и 105 Публикаций МКРЗ.

Облучение пациентов всегда преднамеренно и предназначено принести им **пользу**, поскольку является **способом получения диагностической информации или инструментом лечения**. Поэтому принципы и методы регулирования медицинского облучения должны быть, прежде всего, соразмерны медицинским целям. Иными словами, регулирование не должно препятствовать оказанию медицинской помощи. Регулирующие положения для ограничения медицинского облучения формулируются достаточно гибко, чтобы допускать их адаптацию к развивающимся технологиям или изменяющимся условиям в радиологической медицинской практике.

Медицинское облучение пациентов требует более детальной процедуры обоснования своего применения путем взвешивания пользы и сопутствующего вреда от облучения самого пациента, медицинского персонала и других лиц.

Медицинское облучение относится к ситуациям планового облучения, но включает возможность возникновения незапланированных и аварийных ситуаций, т. е. потенциальное облучение.

Существенные отличия защиты пациентов от защиты персонала или населения заключаются в следующем:

- принцип обоснования применяется к обоснованию применения конкретного метода исследования с помощью ИИИ при данном заболевании и к конкретному пациенту для обоснования применения данной радиологической процедуры с учетом истории болезни пациента;

- при оптимизации защиты пациента учитывается тот факт, что вред и польза приносятся одному и тому же лицу. Поэтому ограничения доз для пациентов не применяются, а средством оптимизации радиологической практики является:

- использование контрольных (справочных) диагностических уровней;
- внедрение в практику программ контроля качества работы персонала и оборудования;

- отыскание приемлемого компромисса между высоким качеством изображения и низкими дозами облучения пациентов;

- применение защиты пациента в виде фильтрации рентгеновского излучения, диафрагмирования и индивидуальных средств защиты;

- если практическая деятельность оправдана и защита оптимизирована, то дозы, получаемые пациентами, будут настолько малы, насколько это согласуется с медицинскими целями. Любое дальнейшее сокращение облучения может быть лишь в ущерб пациентам из-за снижения качества диагностики. **Поэтому пределы доз не применяются** при медицинском облучении пациентов, в отличие от планового профессионального облучения и облучения населения от техногенных ИИИ.

Обоснование использования отдельных радиологических процедур в медицинской практике является прерогативой органов здравоохранения в содружестве с сообществом врачей и регулирующими органами. Результатом

процедур такого обоснования во многих странах стала разработка стандартов (протоколов) проведения диагностических и терапевтических процедур. В этих стандартах указываются обоснованные и даже оптимальные режимы проведения соответствующих процедур и основные характеристики качества изображения. Приемлемый компромисс между высоким качеством изображения и низкими дозами облучения пациентов, как правило, достигается с помощью разумной стандартизации радиологических исследований и последующими рекомендациями по использованию в медицинской практике оптимизированных режимов проведения рентгенорадиологического исследования (без ухудшения качества диагностической информации). К сожалению, в России до сих пор нет стандартизации проведения рентгенорадиологических исследований, хотя необходимость этого декларируется в регулирующих документах. Официально утвержденных отечественных руководств, содержащих как диагностические, так и дозиметрические требования к проведению радиологических процедур, нет. Практические врачи до сих пор пользуются научной литературой в виде различных атласов рентгенологических укладок, часто давно устаревших, или рекомендациями поставщиков рентгеновского оборудования в отношении физико-технических параметров рентгенорадиологических исследований.

Следует отметить, что обоснование применения рентгенорадио-логических процедур в случаях, когда основной целью их использования не является обеспечение максимальной пользы пациенту (например, юридические цели), требует особого внимания.

Обоснование рентгенорадиологических процедур проводится с учетом приоритетного использования альтернативных (нетра-диационных) методов, к которым относятся такие методы лучевой диагностики, как ультразвуковая диагностика, магнитно-резонансная томография и др.

Основная цель оптимизации защиты пациента при диагностических и терапевтических процедурах состоит в том, чтобы обеспечить максимальное превышение выгоды по сравнению с вредом с учетом социальных и экономических факторов. Дозы при медицинском облучении должны быть минимально необходимыми для достижения требуемой диагностической цели или минимальными по отношению к облучаемой здоровой ткани для достижения требуемой терапевтической цели.

Поскольку пациенты сознательно облучаются источниками излучения, оптимизация защиты может быть сложной и не обязательно означает сокращение доз, поскольку приоритет нужно отдавать получению надежной диагностической информации или достижению терапевтического эффекта соответственно.

При медицинском облучении вред и пользу получает одно и то же лицо. Поэтому нормирование не применяется по отношению к пациентам. Оптимизация защиты пациентов осуществляется с помощью контрольных диагностических уровней, которые служат средством для оценки, является ли уровень облучения пациента существенно большим или малым для

получения необходимой диагностической информации. Дозовые ограничения применяются в отношении лиц, обеспечивающих уход за пациентами, а также в отношении исследователей, которые не получают никакой прямой пользы от облучения, и лиц, подвергающихся облучению в целях медико-юридической экспертизы.

При отсутствии широкомасштабных национальных исследований можно использовать значения диагностических уровней, приведенных в Основных стандартах безопасности (Приложении III МОНБ) МАГАТЭ, в качестве основы при оценке характеристик диагностического оборудования для радиографии, рентгеноскопии и ядерной медицины. Следует, правда, принимать во внимание условия, при которых они были определены, и то, что они подходят только для типичных взрослых пациентов.

Так как диагностические уровни предназначены, чтобы применяться гибко, с тем чтобы допускать более высокие уровни облучения, если они предписаны в результате обоснованного клинического заключения, то превышение диагностических уровней для доз конкретных пациентов не является нарушением требований. Однако неоднократные и существенные превышения диагностических уровней могут указывать на наличие существенной проблемы или могут быть следствием аварийного медицинского облучения, и в этих случаях требуется проведение расследования.

Ограничения доз не применяются при медицинском облучении пациентов. Тем не менее ограничение доз применяется для лиц, которые сознательно и добровольно помогают в уходе за пациентами, и добровольцев в рамках программ медико-биологических исследований. НРБ-99/2009 устанавливают, что для лиц, которые сознательно и добровольно помогают в уходе за пациентами, должны быть созданы условия, при которых облучение в дозе 5 мЗв за сеанс диагностики или лечения было бы маловероятно. В случае, если таким лицом является ребенок, граничная доза должна быть уменьшена до 1 мЗв.

При проведении медицинских рентгенорадиологических обследований лиц в связи с профессиональной деятельностью или в рамках медико-юридических процедур, а также научных исследований практически здоровых лиц годовая эффективная доза не должна превышать 1 мЗв. Непревышение дозы в 1 мЗв установлено и для профилактических обследований населения.

Для того чтобы ограничить облучение членов семьи пациента, прошедшего курс лечения с применением закрытых или открытых радионуклидных источников, а также лиц из населения, такой пациент не выписывается из больницы до тех пор, пока активность радионуклидов в его организме не станет ниже уровней, указанных в НРБ-99/2009. При необходимости такому пациенту даются письменные инструкции относительно контактов с другими лицами и соответствующих мер предосторожности для обеспечения радиационной защиты.

В НРБ-99/2009 указывается на необходимость контроля доз облучения пациентов, причем контроль за медицинским облучением пациентов возлагается на администрацию органов и учреждений здравоохранения.

Документом, разъясняющим, как следует выполнять требования и нормативы, изложенные в НРБ-99/2009, являются "Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99)", в которых медицинскому облучению посвящен раздел "Радиационная безопасность пациентов и населения при медицинском облучении". Здесь аспекты применения медицинского облучения освещены более подробно и большей частью касаются пациентов, а не других категорий лиц.

Медицинское облучение пациентов с целью получения диагностической информации или терапевтического эффекта проводится только по назначению врача и с согласия пациента. Окончательное решение о проведении соответствующей процедуры принимает врач-рентгенолог или врач-радиолог.

Для рентгенорадиологических медицинских исследований и лучевой терапии должна использоваться аппаратура, зарегистрированная в Минздраве России, включенная в реестр медицинских изделий для медицинского применения в Российской Федерации и имеющая санитарно-эпидемиологическое заключение.

Важным элементом повышения эффективности медицинского применения ИИИ и одновременно регулирования облучения являются регулярные проверки качества работы медицинского оборудования, в первую очередь проверка эксплуатационных параметров во избежание облучения пациентов без последующей постановки правильного диагноза из-за некорректной работы оборудования. Также при установке нового оборудования должен опытным путем достигаться компромисс между качеством изображения, достаточным для получения диагностической информации, и низкими дозами у пациентов.

Частные вопросы регулирования медицинского облучения, дозиметрического контроля, расчета доз облучения пациентов изложены в различных нормативных и методических документах Роспотребнадзора:

- СанПиН 2.6.1.1192-03 Гигиенические требования к устройству и эксплуатации медицинских рентгеновских кабинетов, аппаратов и проведению рентгенологических исследований;
- МУ 2.6.1.1892-04 Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при проведении радионуклидной диагностики с помощью радиофармпрепаратов;
- МУ 2.6.1.2043-06 Гигиенические требования к размещению и эксплуатации радиовизиографов в стоматологических кабинетах;
- МУК 2.6.1.1797-03 Контроль эффективных доз облучения пациентов при медицинских рентгенологических исследованиях;
- МУ 2.6.1.1182-05 Организация и проведение радиационного контроля в рентгеновских кабинетах;

- МУК 2.6.1.1798-03 Оценка, учет и контроль эффективных доз облучения пациентов при проведении радионуклидных диагностических исследований;
- Форма статистического наблюдения ? 3-ДОЗ "Сведения о дозах облучения пациентов при проведении медицинских рентгено-радиологических исследований", утвержденная Росстатом в 2007 г.

Как и регулирующие отечественные документы более высокого уровня (НРБ-99, ОСПОРБ-99), перечисленные документы, относящиеся к отдельным группам рентгено-радиологических диагностических исследований, недостаточно отражают современную международную методологию радиационной защиты при медицинском облучении и требуют значительной модернизации и дополнения.

СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ МЕДИЦИНСКОГО ОБЛУЧЕНИЯ В МИРЕ И В РОССИИ

Вклад медицинского облучения среди техногенных источников излучения в общее облучение населения составляет более чем 95 %. В 58 странах с развитым здравоохранением (включая Россию) сосредоточено около 70 % ресурсов медицинской рентгено-радиологической практики. Средняя индивидуальная доза медицинского облучения населения в этих странах составляет около 1,4 мЗв/чел., а частота рентгено-радиологических исследований (РРИ) - 1,7 исследований на человека. В настоящее время в мире ежегодно выполняется около 2 млрд рентгено-радиологических исследований, более 30 млн медицинских исследований с использованием радиофармацевтических препаратов и более 6 млрд радиотерапевтических процедур. Как количество медицинских исследований, так и доза медицинского облучения за счет увеличения числа высокоинформативных исследований, в частности томографических, постоянно растут.

Развитие медицинского облучения в мире характеризуется двумя разнонаправленными тенденциями: снижением дозы от стандартных исследований за счет совершенствования рентгеновского оборудования (в частности, использования цифровых рентгеновских аппаратов) и увеличением ее вследствие внедрения новых высокоинформативных технологий - компьютерной томографии и интервенционных (рентгенохирургических) процедур. Вторая тенденция доминирует, и в итоге дозы растут, причем быстро и значительно. Это наглядно видно на примере медицинского облучения в США, где средняя годовая доза за последние годы возросла в 6 раз с 0,5 до 3,1 мЗв, в основном вследствие широкого использования компьютерной томографии. В 2006 г. средняя доза медицинского облучения впервые превысила среднюю дозу от природных и других техногенных источников и достигла 3 мЗв.

Медицинское облучение населения Российской Федерации по вкладу в коллективную дозу стоит на втором месте после природного облучения и составляет в среднем по России 20 % (от 4 до 32% в различных субъектах РФ). Лучевая терапия в оценке общего медицинского облучения населения не учитывается в силу относительно небольшого контингента населения,

подвергающегося терапии с использованием ИИИ, хотя сопровождается большими точечными дозами (рис. 9).

Постановлением Правительства РФ от 16.06.1997 г. № 718 "О порядке создания единой государственной системы контроля и учета доз облучения граждан", во исполнение статьи 18 Федерального закона "О радиационной безопасности населения" в России создана и функционирует Единая система контроля и учета доз облучения населения Российской Федерации (ЕСКИД).

В рамках ЕСКИД имеется федеральная государственная форма статистического наблюдения ? 3-ДОЗ для учета доз облучения пациентов; создан и функционирует Федеральный банк данных по дозам медицинского облучения на базе НИИ радиационной гигиены имени профессора П. В. Рамзаева Роспотребнадзора. Каждое лечебно-профилактическое учреждение ежегодно обязано представлять отчет об уровнях облучения пациентов по форме ? 3-ДОЗ.

Проблема обеспечения 100 % контроля доз облучения пациентов при проведении медицинских рентгенорадиологических исследований является на сегодняшний день одной из важнейших. Ее решение станет еще одним шагом на трудном пути повышения радиационной безопасности населения при медицинском облучении.

По итогам ЕСКИД в 2008 г. суммарное количество всех диагностических рентгенорадиологических процедур достигло 203,4 млн, это означает, что в среднем на 1 жителя России приходится 1,4 процедуры. Реальное же количество данных процедур достигает в некоторых субъектах РФ до 5,3 (республика Бурятия); 1,96 (Санкт-Петербург); 1,7 (Алтайский край) на одного жителя. В Великобритании, например, где наиболее высок уровень радиационной безопасности при медицинском использовании ИИИ, этот показатель составляет в среднем 0,6, т. е. в России имеет место неоправданно большое число клинически необоснованных "ритуальных" назначений пациентов на рентгенорадиологические исследования. Это означает, что принцип обоснования применяется не в достаточной степени.

Коллективная годовая эффективная доза облучения населения Российской Федерации за счет диагностического использования медицинских ИИИ в 2006 г. составила 112,9 тыс. чел.-Зв, что соответствует средней индивидуальной дозе 0,80 мЗв/чел. в год в среднем на одного жителя России.

Такая годовая доза медицинского облучения населения России с учетом общепринятой линейной беспороговой концепции биологического действия ионизирующего излучения на организм человека может привести в последующие годы жизни облученных к возникновению более 10 тыс. случаев дополнительных злокачественных новообразований. А если учесть, что медицинское облучение реализуется как острое, эту цифру следует увеличить вдвое.

Прослеживается постепенное снижение к 2009 г. средних индивидуальных и коллективных доз медицинского облучения населения России. Такая тенденция объясняется все большим применением рентгенодиагностической техники с цифровой технологией обработки изображения и еще

недостаточным внедрением в России компьютерной томографии и интервенционных методик.

Средняя доза на наиболее распространенные виды исследований в мЗв/на процедуру составляет: флюорография - 0,44; рентгенография - 0,32; рентгеноскопия - 5,45; компьютерная томография - 5,71; радионуклидная диагностика - 3,49.

Наибольший вклад в дозы медицинского облучения в России приходится на рентгенографию (35 %) и флюорографию (29 %). Большой вклад в коллективную дозу вносит и рентгеноскопия - 18 %, компьютерная томография - 9,6 %; радионуклидная диагностика - 1,9 %; прочие - 6,4 %.

Таким образом, значительную часть рентгенологических исследований составляют профилактические обследования населения, в частности массовые флюорографические пленочные исследования легких по поводу выявления туберкулеза легких, давно ликвидированного в развитых странах. В России проводится неоправданно много диагностических флюорографий (7,4 %), а в некоторых регионах - наиболее дозообразующих рентгеноскопических исследований, столь значительное количество которых объясняется зачастую отсутствием рентгеновской пленки. Следует отметить, что в экономически развитых странах флюорография как метод диагностики давно не применяется.

Итак, уровень облучения пациентов и самого персонала обусловлен, с одной стороны, видом и локализацией рентгенорадиологического исследования, а с другой - аппаратным обеспечением и квалификацией персонала, соблюдением правил и норм радиационной безопасности, ответственностью, особенно в отношении оправданности назначения рентгенорадиологических процедур.

Среди развитых стран средний уровень медицинского облучения в России в настоящее время является одним из самых низких, около 0,8 мЗв на человека в год. По аналогии с Европой ожидается значительный рост дозовых нагрузок на население за счет увеличения числа высокодозообразующих рентгенологических процедур, таких как компьютерная томография и интервенционные методы исследования. По состоянию и уровню развития лучевой диагностики Россия пока отстает от других развитых стран, и есть необходимость и возможность не допустить повторения ситуации, сложившейся в США, где дозы за счет компьютерной томографии достигли уровня природного облучения, а пойти по пути Великобритании. Здесь средняя годовая доза от медицинского облучения с учетом использования современных высокоинформативных методов исследования, которые составляют более половины, остается на низком уровне в 0,3 мЗв, что в 10 раз ниже, чем в США. При этом частота обследований населения составляет всего 700 %.