

УТВЕРЖДАЮ

И.о. генерального директора
федерального государственного
бюджетного учреждения науки
«Южно-Уральский федеральный
научно-клинический центр
медицинской биофизики»
Федерального медико-биологического
агентства, д.м.н., профессор



Аклеев А.В.

2025 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Южно-Уральского федерального научно-клинического центра медицинской биофизики» Федерального медико-биологического агентства о научно-практической значимости диссертационной работы Капыриной Юлии Николаевны на тему «Совершенствование радиационной защиты детей при проведении интервенционных исследований на примере педиатрической многопрофильной клиники», представленной на соискание ученой степени кандидата медицинских наук по специальности 3.2.1. Гигиена

Актуальность темы исследования

Применение источников ионизирующего излучения в медицине относится к числу ключевых источников облучения человека, внося весомый вклад в формирование коллективной дозы населения. При этом наблюдается устойчивая тенденция к росту данного показателя, обусловленная, с одной стороны, увеличением частоты проведения рентгенорадиологических исследований, а с другой — активным внедрением в клиническую практику высокоинформативных диагностических методик, которые зачастую характеризуются повышенной дозовой нагрузкой.

Особую значимость и остроту данная проблематика приобретает в контексте педиатрической практики. Дети, в силу специфических анатомо-физиологических характеристик (повышенная пролиферативная активность и радиочувствительность тканей, незавершенность процессов роста и дифференцировки, большая продолжительность предстоящей жизни),

представляют собой приоритетную и наиболее уязвимую категорию в системе радиационной защиты.

В рамках Российской Федерации проблема обеспечения адекватной радиационной безопасности детей при проведении интервенционных исследований остается недостаточно изученной и систематизированной. Действующая нормативно-методическая база (НРБ-99/2009, ОСПОРБ-99/2010, МУ 2.6.1.3584-19) в своей основной массе релевантна взрослому контингенту и не учитывает в необходимом объеме специфику педиатрических исследований. Отсутствуют репрезентативные и верифицированные данные о номенклатуре интервенционных исследований у детей и соответствующих уровнях облучения, что объективно затрудняет проведение корректной оценки радиационных рисков и разработку научно обоснованных мер оптимизации. Имеющиеся единичные отечественные публикации фокусируются, главным образом, на кардиологических вмешательствах, в то время как в отношении других видов интервенционных исследований (на органах желудочно-кишечного тракта, периферических сосудах, голове и шее и др.) информация носит фрагментарный характер либо отсутствует вовсе.

Научная новизна полученных результатов, выводов, рекомендаций

Научная новизна представленной работы определена тем, что впервые в отечественной практике осуществлено комплексное исследование структуры и уровней облучения детей при широком спектре интервенционных исследований в условиях многопрофильного педиатрического стационара. Автором проведен ретроспективный и проспективный анализ данных 3565 интервенционных исследований, выполненных пациентам различных возрастных категорий за 5-летний период. Установлена распространенность и дозовые характеристики различных видов вмешательств. Эмпирически подтверждено, что наиболее часто выполняются вмешательства на периферических сосудах (37,4%) и органах желудочно-кишечного тракта и трахеобронхиального дерева (28,5%), в то время как наиболее высокодозовыми являются процедуры на области головы и шеи и на сердце/магистральных сосудах грудной клетки. Впервые идентифицированы и документально зафиксированы случаи экстремально высоких дозовых нагрузок (произведение дозы на площадь более 50 000 и 100 000 сГр·см²), а также значения поглощенной дозы в коже, превышающие пороговые значения для возникновения детерминированных эффектов (2000 мГр).

Кроме этого, разработан и защищен правом интеллектуальной собственности (Евразийский патент на изобретение № 042819) способ оценки эффективных доз для рентгенологических исследований с изменяемой

геометрией облучения. Данный способ представляет особую значимость, поскольку элиминирует ключевые ограничения, присущие действующей нормативной методике (МУ 2.6.1.3584-19). Он позволяет интегрировать в расчет весь комплекс значимых дозообразующих факторов: возрастные и антропометрические параметры пациента; физико-технические характеристики проведения исследования; сложную, динамически изменяющуюся геометрию облучения (позиционирование трубки, углы наклона, объем поля, облучение нескольких анатомических областей в рамках одной процедуры). Это обеспечивает возможность расчета не только эффективной дозы, но и поглощенных доз в отдельных органах и тканях, что является критически важным для оценки радиационных рисков.

Впервые разработаны и научно обоснованы с применением методов моделирования коэффициенты перехода (КП) от произведения дозы на площадь (ПДП) к эффективной дозе для конкретных педиатрических интервенционных исследований, которые отсутствуют в действующих нормативных документах. Установлены КП для баллонной пластики пищевода у детей 1-2 лет ($10,7 \text{ мкЗв/сГр} \cdot \text{см}^2$) и для рентгеноэндоваскулярной окклюзии тестикулярных вен у подростков ($2,5 \text{ мкЗв/сГр} \cdot \text{см}^2$). Полученные данные обладают высокой практической ценностью для упрощения, стандартизации и повышения достоверности дозиметрического контроля в клинических условиях.

Результаты проведенного исследования позволили создать и верифицировать детализированные (многопольные) и упрощенные (однопольные) модели облучения для двух наиболее репрезентативных вмешательств (баллонная пластика пищевода и окклюзия тестикулярных вен) с использованием специализированного программного обеспечения РСХМС 2.0. Доказана статистическая сопоставимость точности упрощенных моделей, что позволяет рекомендовать их для рутинного использования в клинической практике, в то время как детализированные модели можно использовать для сложных случаев с аномально высокими дозами или нестандартными протоколами исследований.

На основе системного анализа разработана и научно обоснована целостная система организационных мероприятий по совершенствованию радиационной защиты детей. Данная система интегрирует в единый алгоритм процессы регистрации, контроля и учета доз облучения пациентов и включает в себя: регистрацию ПДП и максимальной поглощенной дозы в коже; дифференцированные алгоритмы расчета ЭД (с использованием новых КП или методом моделирования); четко формализованные критерии контроля доз (индикаторные уровни) и регламентированные алгоритмы действий при их

превышении; методику оценки индивидуального радиационного риска с учетом нозологии, пола и возраста пациента; унифицированную процедуру учета доз для установления локальных стандартных доз и корректного ведения государственной статистической отчетности (форма № 3-ДОЗ).

Сформулированные в работе выводы и практические рекомендации являются логическим следствием полученных результатов, носят конкретный, реализуемый характер и адресованы широкому кругу заинтересованных сторон – от практического здравоохранения до федеральных органов исполнительной власти.

Научно-практическая значимость результатов исследования

Полученные в ходе исследования данные о структуре и дозах облучения детей при проведении интервенционных исследований служат научной основой для совершенствования радиационной защиты пациентов при медицинском облучении.

Теоретическая значимость диссертационного исследования заключается в разработке комплексной системы сбора данных, которая позволяет достоверно оценивать уровни облучения детей при проведении интервенционных исследований. Показано, что предложенная система учитывает все ключевые дозообразующие факторы, что повышает точность и достоверность оценки радиационной нагрузки на пациентов педиатрического профиля. Внедрение такой системы способствует дальнейшему развитию методологии радиационной защиты детей в медицинской практике.

Для решения задач по контролю и учету доз пациентов предложена классификация интервенционных исследований, которая подразделяет их в зависимости от цели проведения, анатомической области и возрастной категории пациента.

Разработан научно-обоснованный способ оценки эффективных доз пациентов педиатрического профиля при проведении интервенционных исследований. Предложенный способ позволяет более точно и комплексно оценивать уровни радиационного воздействия на пациентов с учетом их возрастных особенностей, что способствует дальнейшему совершенствованию методологии радиационной защиты.

Разработаны рекомендации по оптимизации радиационной защиты детей при проведении интервенционных исследований. Предложенные рекомендации вносят вклад в развитие методологии радиационной безопасности в педиатрической практике, способствуя повышению эффективности мер по минимизации радиационного воздействия на наиболее чувствительный контингент пациентов.

Практическая значимость диссертационного исследования заключается в том, что разработанная система мероприятий позволяет медицинским организациям осуществить трансформацию существующей системы дозиметрического контроля в эффективную системную структуру, обеспечивающую мониторинг доз облучения детей, оперативное выявление пациентов с аномально высокими дозами и проведение адресных оптимизационных мероприятий. Это напрямую способствует повышению безопасности пациентов и снижению радиационных рисков.

Полученные в работе коэффициенты перехода и предложенная структура интервенционных исследований рекомендованы для внедрения в действующие нормативно-методические документы Роспотребнадзора и формы государственной статистической отчетности (форма № 3-ДОЗ), что позволит унифицировать и повысить достоверность дозиметрического контроля в масштабах страны.

На основе данных диссертации разработан и зарегистрирован Евразийский патент на изобретение «Способ оценки эффективных доз для рентгенологических исследований с изменяемой геометрией облучения», база данных «Сведения о структуре и дозах облучения пациентов различного пола и возраста при проведении интервенционных исследований» и программы для ЭВМ, которые открывают перспективы для разработки отечественного программного обеспечения для автоматизированного расчета доз и интеграции его в медицинские информационные системы.

Материалы диссертации легли в основу учебного пособия «Оптимизация радиационной защиты в лучевой диагностике» и «Оценка радиационного риска по данным радиационно-гигиенической паспортизации территорий», которые внедрены в учебный процесс СПбГПМУ и используются при подготовке и повышении квалификации врачей-рентгенологов, рентгенолаборантов и медицинских физиков.

Разработанная система организационных мероприятий по совершенствованию радиационной защиты детей внедрена в практику клиники ФГБОУ ВО СПбГПМУ Минздрава России.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Результаты данного исследования представляют научную и практическую ценность для практического здравоохранения и научной деятельности, позволяя оптимизировать подходы к радиационной защите детей при проведении интервенционных исследований. Полученные результаты могут быть интегрированы в образовательные программы последипломного образования, повышения квалификации и переподготовки врачей-

рентгенологов, рентгенолаборантов и специалистов по радиационной безопасности.

Оценка содержания и общая характеристика диссертации

Диссертация Капыриной Ю.Н. является законченным научным трудом, изложена на 127 страницах и состоит из введения, пяти глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы. Работа иллюстрирована 17 рисунками и 11 таблицами. Структура и оформление диссертационной работы соответствует ГОСТ 7.0.11-2011.

Во введении диссертационного исследования обоснована актуальность выбранной темы, обозначена цель и задачи работы, раскрыты элементы научной новизны и практической значимости проведенной работы.

В первой главе представлен обзор современных научных данных по теме диссертационного исследования с оценкой степени ее изученности в отечественной и зарубежной литературе.

Во второй главе изложены методологические аспекты работы с подробным описанием материалов и методов исследования.

В третьей главе представлены результаты анализа структуры интервенционных исследований в клинике ФГБОУ ВО СПбГПМУ Минздрава России. В исследуемый период было выявлено увеличение количества интервенционных исследований, которые выполняли детям разных возрастных категорий. Установлено, что наиболее часто в педиатрической практике проводились интервенционные исследования на органах желудочно-кишечного тракта и трахеобронхиального дерева, а также интервенционные вмешательства на периферических сосудах.

В четвертой главе представлены результаты оценки эффективных доз детей и соответствующих радиационных рисков при проведении интервенционных исследований. Наибольший интерес представляет собой разработанный способ оценки эффективных доз у детей разных возрастных категорий при проведении рентгенологических исследований с изменяемой геометрией облучения для оценки индивидуальных доз облучения пациентов. Данный способ позволяет учитывать все дозообразующие параметры (общие сведения о пациенте, физико-технические параметры, геометрия облучения), а также получить значения поглощенных доз в органах и тканях пациента для дальнейшей оценки радиационных рисков с учетом структуры облучения, пола и возраста.

В пятой главе представлено обоснование системы мероприятий по совершенствованию радиационной защиты детей при проведении

интервенционных исследований. Реализация данной системы осуществляется путем обеспечения регистрации, контроля и учета индивидуальных доз пациентов. Регистрация всех дозовых характеристик (произведение дозы на площадь и поглощенная доза в коже) позволяет произвести расчет эффективных доз с использованием коэффициентов перехода от значений произведения дозы на площадь к эффективной дозе или путем моделирования облучения, а также контролировать дозы облучения путем сравнения дозовых характеристик с установленными индикаторными показателями и в дальнейшем индивидуально подходить к оценке радиационного риска.

Заключение диссертации включает обсуждение результатов, выводы и практические рекомендации.

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации, отражает ее основные положения, результаты и выводы, дает полное представление о выполненной работе.

Заключение

Диссертация Капыриной Юлии Николаевны «Совершенствование радиационной защиты детей при проведении интервенционных исследований на примере педиатрической многопрофильной клиники», представленная на соискание ученой степени кандидата медицинских наук по специальности 3.2.1. Гигиена, представляет собой завершенную, целостную научно-квалификационную работу, в которой на основании применения современного арсенала гигиенических, аналитических, расчетно-математических и статистических методов решена значимая научная проблема, имеющая важное медико-социальное значение.

Соискатель лично осуществляла постановку цели и задач, провела критический анализ литературы, сбор, верификацию и статистическую обработку первичного материала, формулировку выводов и разработку практических рекомендаций. Личный вклад автора является определяющим и не вызывает сомнений.

Основные научные положения и результаты диссертации нашли отражение в 21 публикации, включая 8 статей в рецензируемых научных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией, а также в виде зарегистрированного патента, базы данных и программ для ЭВМ. Широкая апробация работы проводилась на авторитетных всероссийских и международных конференциях и конгрессах.

По актуальности, степени обоснованности, научно-практической значимости научных положений, выводов и рекомендаций, научной новизне и достоверности полученных результатов диссертация соответствует критериям,

которые устанавливает п. 9 «Положение о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г., в действующей редакции Постановления Правительства Российской Федерации № 1382 от 16.10.2024 г., предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата медицинских наук по специальности 3.2.1. Гигиена.

Отзыв о научно-практической значимости диссертационной работы Ю.Н. Капыриной на тему: «Совершенствование радиационной защиты детей при проведении интервенционных исследований на примере педиатрической многопрофильной клиники» подготовлен заведующим научно-исследовательской лабораторией исследований онкологических эффектов профессионального облучения ФГБУН ЮУрФНКиЦ МБ ФМБА России, доктором медицинских наук М.Э. Сокольниковым, обсужден и утвержден на заседании научно-исследовательской лаборатории исследований онкологических эффектов профессионального облучения ФГБУН ЮУрФНКиЦ МБ ФМБА России (протокол № 3 от 10.11.2025).

Заведующий научно-исследовательской
лаборатории исследований
онкологических эффектов
профессионального облучения,
доктор медицинских наук

 Михаил Эдуардович Сокольников

Подпись М.Э. Сокольникова заверяю:
Специалист по кадрам

 Ирина Григорьевна Немогаева

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Южно-Уральский федеральный научно-клинический центр медицинской биофизики» Федерального медико-биологического агентства

Адрес организации: 456783, обл. Челябинская, г. Озерск, ш. Озерское, д. 19

Телефон: (7-351) 232-79-23, +7 (351) 232-79-14

Адрес электронной почты: SUBI@SUBI.SU

Веб-сайт: <https://www.subi.su>