

Медицинское облучение и средства фармакологической профилактики отдаленных последствий

Т.В. Пономарева, С.А. Кальницкий, Н.М. Вишнякова

ФГУН «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург

Представлена характеристика современного медицинского облучения населения. Показаны особенности использования источников ионизирующего излучения в медицине, включая дозы облучения пациентов. Рассмотрено облучение критических групп населения, в том числе детей, женщин и лиц детородного возраста. Акцент сделан на наиболее дозообразующие виды рентгенорадиологических исследований: компьютерную томографию, специальные и интервенционные исследования, а также радионуклидную диагностику. Затронуты аспекты широкого использования рентгенологических исследований: массовых профилактических флюорографических и рентгеностоматологических. Показана необходимость усиления радиационной защиты в результате потенциального увеличения уровня медицинского облучения за счет внедрения новых, более дозообразующих технологий. Особое внимание уделено фармакологической защите пациентов.

Ключевые слова: источники ионизирующего излучения, медицинское облучение, рентгенодиагностика, радиационная безопасность, доза, дети, профилактика, фармакологическая защита.

Медицинское облучение является одним из основных видов облучения населения Российской Федерации. В России число диагностических рентгенологических исследований на 1000 человек населения составляет 1300%. Коллективная доза за счет медицинского облучения населения в 2006 г. равнялась 113 тыс. чел.-Зв, а средняя индивидуальная доза – 0,8 мЗв/чел. в год [1].

Важно осознать, что использование источников ионизирующих излучений (ИИИ) в лучевой диагностике – именно та область медицины, где польза и вред облучения тесно взаимосвязаны и где врач непосредственно может повлиять на выраженность негативных явлений, используя достижения радиационной защиты и фармакологии.

В отличие от прочих видов радиационного воздействия на человека, медицинское облучение имеет ряд особенностей правового и медико-биологического плана: является осознанным, добровольным, управляемым и контролируемым действием двух сторон: медицины (в лице врача) и пациента, а в ряде случаев и государства; подразумевается, что пациенты подвергаются облучению только по строгим медицинским показаниям; оно имеет, как правило, локальную направленность и ограничено зоной интереса клиника, хотя в определенной степени неизбежно облучаются органы и вне этой зоны.

Медицинское облучение строго персонифицировано и соответствует поставленной цели обследования, заранее спланировано, и все данные о каждой процедуре (включая индивидуальные дозы) известны и зарегистрированы документально. Важно, что этот вид радиационного воздействия охватывает почти все население, в том числе лиц разного пола и возраста, включая детей и новорожденных; лиц с разной индивидуальной генетической организацией (разных по радиочувствительности); больных, в том числе инвалидов, и здоровых; лиц с низкими адаптивными возможностями и выносливыми, толерантных к различным негативным факторам и т.д.

Медицинскому облучению подвержены лица самых разных профессий, в том числе связанных с действием

радиационного фактора, а также других загрязнителей, и лица, проживающие в местах с разными уровнями природного и техногенного фона. Большинство из этих факторов заранее известно, что облегчает индивидуальный подход в вопросах профилактики последствий облучения.

Особо следует отметить, что медицинское облучение характеризуется очень высокой мощностью дозы, в миллион раз превосходящей природное облучение; оказывает действие, как правило, на больной и ослабленный организм и поэтому может оказаться более патогенным [2]. Данный вид облучения преимущественно воздействует на одни и те же радиочувствительные органы при частом облучении групп повышенного риска – детей, женщин и людей детородного возраста, что может привести к нежелательным отдаленным эффектам. В результате медицинское облучение в большей степени напоминает однократное острое лучевое воздействие со всеми вытекающими последствиями [3,4].

Вместе с тем данный вид радиационного воздействия является единственной областью использования ИИИ, где доза облучения не нормируется [5]. На основании вышесказанного, а также в условиях потенциального роста уровня медицинского облучения в результате внедрения новой, более информативной, но в то же время более дозообразующей техники и методик, необходимо делать все возможное для ограничения его последствий. В частности, одним из направлений оптимизации медицинского облучения является внедрение контроля качества и контрольных уровней облучения пациентов. Однако пока международный опыт свидетельствует о том, что одних организационных и технических усилий недостаточно [6]. Необходимы радикальные меры, в том числе медицинского характера. Одним из них может быть медикаментозная профилактика. Медицинское облучение – это как раз та область медицины и здравоохранения, где профилактика, в том числе медикаментозная, может быть реально осуществлена, максимально приближена к моменту воздействия и предоставлена любому человеку.

При формировании коллективных доз от медицинского облучения населения ведущими являются рентгенодиагностические процедуры, радиационный риск от которых определяется стохастическими эффектами (злокачественные новообразования, генетические заболевания, сокращение продолжительности жизни). На современном уровне развития медицины рентгенодиагностика является наиболее распространенным способом выявления разного рода заболеваний и, что особенно важно, злокачественных новообразований. Вместе с тем получены данные для ряда регионов о значимой корреляции онкологической заболеваемости и смертности с накопленной дозой медицинского облучения [7]. Доза облучения пациента зависит и от таких индивидуальных биологических параметров, как возраст, пол и конституция: при обследовании пациента с большой массой тела доза облучения возрастает, что необходимо иметь в виду, обследуя тучных детей и подростков. Характерно, что с возрастом обследуемых риск возникновения как соматических, так и генетических эффектов облучения снижается [4,8].

В настоящее время основным дозовым показателем является эффективная доза. Наряду с этим, большое значение имеет эквивалентная доза на отдельные органы и ткани, которые могут находиться в прямом пучке излучения: при высоких значениях эквивалентных доз возникает повышенный радиационный риск в связи с избирательным биологическим действием ионизирующего излучения на определенные органы. К наиболее облучаемым органам при типичных исследованиях относятся легкие, молочная железа, красный костный мозг и щитовидная железа [4].

Как показывают исследования, эти дозы могут вносить существенный вклад в суммарную дозу облучения пациента, в том числе ребенка [3,4]. При проведении рентгенологических исследований детей необходимо помнить, что эффективные дозы облучения при аналогичных процедурах могут отличаться и превышать те же величины у взрослых и причинять больший вред. Объясняется это следующими обстоятельствами: во-первых, анатомической особенностью ребенка является более близкое расположение внутренних органов, что служит причиной дополнительного лучевого воздействия не только на исследуемые, но и на прилежащие к ним органы. У новорожденных и детей младшего возраста такому воздействию подвергается практически все тело, что повышает риск возникновения как соматических, так и генетических эффектов радиации. Трудности с иммобилизацией способствуют этому, так как зачастую требуются повторные процедуры. Во-вторых, дети обладают повышенной радиочувствительностью, и, в-третьих, предстоящая жизнь у детей больше, чем у взрослых, поэтому у них выше вероятность реализации негативных последствий облучения [9].

Самый облучаемый возраст в педиатрии – подростковый. Это очень ответственный и ранимый период, когда формируются гонады, перестраивается гормональная сфера (эпифиз, гипофиз, надпочечники), происходит активное кроветворение во многих костях скелета, интенсивно функционирует тимус, окончательно формируется иммунологический статус, прогрессивно развивается опорно-двигательный аппарат. При этом может возникать несоответствие в скорости развития отдельных систем и, в частности, отставание в становлении сердечно-сосудистой системы,

а недостаток кровоснабжения делает организм подростка особенно чувствительным к любым внешним воздействиям.

С увеличением возраста детей дозы, как правило, растут, однако не всегда прямолинейно. Средняя индивидуальная доза облучения детей составляет 70 мкЗв на ребенка в год. Для разных возрастных групп (0, 1, 5, 10 и 15 лет) она равняется соответственно 10, 30, 36, 77 и 176 мкЗв на ребенка в год [4]. Максимальными дозами облучения сопровождаются исследования позвоночника (до 70% от суммарной дозы у детей старшего возраста), легких, таза и тазобедренного сустава. Рентгенологические исследования достаточно часто проводятся, прежде всего, при диагностике заболеваний опорно-двигательного аппарата (55,3%). Наиболее высокие значения дозы наблюдаются при просвечиваниях (рентгеноскопии) и они тем выше, чем младше ребенок. Следует отметить, что количество просвечиваний за последние годы в педиатрии сведено практически к нулю, что является заслугой гигиенистов и специалистов по радиационной защите.

Структура исследований детей разного возраста принципиально отличается: в младшей возрастной группе основной вклад вносят снимки тазобедренного сустава (по поводу врожденного вывиха бедра – 40%) и черепа (из-за гидроцефалии – 7%), что составляет около половины всех исследований. В старшей возрастной группе преобладают снимки конечностей (в основном из-за травм – 27,7%), черепа (14%) и позвоночника по поводу сколиоза (8%) – всего около 50%. Однако и в том, и в другом случае при рентгенологических исследованиях скелета основной опасности подвергается красный костный мозг.

У детей красный костный мозг занимает относительно больший объем, чем у взрослых и расположен в костях иначе [10]. Так, например, у новорожденных весь костный мозг является красным (100% объема занято миелоидной тканью), тогда как у взрослого человека миелоидная ткань составляет всего 32% объема костного мозга. Различается и распределение костного мозга в составе костей скелета: у новорожденного максимальное количество кроветворной ткани сосредоточено в черепе (30%) и конечностях (22%), а у детей старшего возраста – в костях таза (34%) и позвоночнике (25%). Вследствие этого обследование перечисленных областей скелета в зависимости от возраста ребенка в той или иной степени сопровождается повышенным риском локального облучения разных объемов кроветворной ткани.

Кроветворная ткань ребенка отличается особой интенсивностью пролиферативных процессов, направленных на увеличение количества (клеточной массы) всех типов гемоцитов. А делящиеся клетки, как известно, наиболее радиочувствительны и подвержены генетическим повреждениям. Инициация цитогенетических повреждений в стволовых и постстволовых клетках миелоидной и лимфоидной ткани может привести к развитию лейкозов или синдрома радиационно-индуцированной нестабильности генома (РИНСГ) [6,8,11].

Это наглядно проявляется при лечении сколиоза, когда дозы облучения могут быть значительными в красном костном мозге, легких и молочной железе и достигать соответственно 4, 15 и 28 мЗв [4]. Следует отметить, что аналогичными будут и дозы облучения тимуса, который у детей имеет внушительные размеры, обладает высокой радио-

чувствительностью и влияет на кроветворение и развитие всех иммунных процессов в организме. Это достаточно высокие дозы, при которых могут формироваться радиационные эффекты или инициироваться предпосылки для их формирования в последующие сроки, в частности, речь может идти о возникновении иммунодепрессии и снижении противоопухолевого иммунитета [12,13]. Защита тимуса – очень важный элемент профилактики, в том числе и антиканцерогенной, поскольку именно тимус в ответе за становление в онтогенезе противоопухолевого иммунитета.

Большие дозы, формирующиеся в опорно-двигательном аппарате, могут вызывать настороженность и в связи с возросшей подверженностью детей остеопорозу из-за нарушения минерализации костей. Этот механизм связан с функционированием остеобластов и остеоцитов, характеризующихся повышенной радиочувствительностью. Нарушение минерального гомеостаза и гормональные дисфункции в этой сфере могут привести к нарушению ремоделирования костной ткани и развитию остеопенического синдрома, который требует длительного лечения [14].

По частоте рентгенологических исследований на первом месте стоят органы грудной клетки и кости опорно-двигательного аппарата. В связи с высокой заболеваемостью туберкулезом в России, в последние годы вновь стал расти уровень облучения от массовых профилактических флюорографических обследований населения. Доза при флюорографии органов грудной клетки выше (более, чем в два раза), чем при рентгенографии. В настоящее время вклад флюорографии в коллективную дозу среди рентгенологических исследований составляет около 30% [4]. Напомним, что в данном случае речь идет об облучении практически здоровых людей, в массе своей молодых, в том числе подростков, что значительно увеличивает радиационный (канцерогенный и генетический) риск такого воздействия в отдаленные сроки.

Высокий уровень онкологической заболеваемости и смертности женщин от рака молочной железы заставляет внимательно относиться к радиационным обследованиям (маммографии) данного контингента населения. Это особенно актуально в условиях практического отсутствия профилактики рака молочной железы. Вместе с тем определение коллективной дозы облучения молочной железы в лучевой диагностике показывает, что основная ее часть формируется не за счет маммографии, которая дает лишь 10%-й вклад в дозу, а при обследовании позвоночника (44%) и легких (26%). В итоге, по данным измерений в Санкт-Петербурге, средняя эквивалентная доза облучения молочной железы составляет более 10 мЗв в год.

Было высказано предположение, что предыдущее медицинское облучение молочной железы из-за несовершенного оборудования могло в какой-то степени индуцировать ее современные злокачественные новообразования. Проведенное эпидемиологическое исследование подтвердило данную гипотезу и показало наличие высокой корреляции между дозой облучения молочной железы и уровнем ее онкопатологии [15]. В частности, у женщин, подвергшихся в детстве многократным рентгенологическим исследованиям в процессе лечения сколиоза, обнаружено статистически достоверное увеличение частоты рака молочной железы в отдаленные сроки по прошествии латентного периода.

Приведенные данные свидетельствуют о высоком канцерогенном риске облучения молочной железы, что подтверждено данными МКРЗ [16]. Этот орган требует использования специальной защиты при проведении вышеперечисленных исследований в лучевой диагностике.

Опасность радиационного поражения таких важных органов, как тимус и молочная железа говорит о целесообразности фармакологической защиты при проведении традиционных «просвечиваний» органов грудной клетки, особенно у детей, подростков и лиц детородного возраста. Речь идет о востребованности антиканцерогенов, антимутагенов, а также, видимо, иммуномодуляторов.

Требуется внимания и такой орган, как эпифиз (пинеальная железа) – главный дирижер деятельности эндокринных органов. Как и гипофиз, он нередко облучается при проведении дентальных исследований. Буквально до последнего времени возможному облучению этих органов и риску от него вообще не придавалось значения. Между тем показано, что эпифиз играет огромную роль в естественной защите организма от облучения и вырабатывает вещества с функциями природных радиопротекторов и антиоксидантов, необходимые организму при формировании адаптивных реакций [13].

Массовость дентальных рентгенологических исследований, значительный рост их использования требует внимания к защите, в том числе и медикаментозной, этих чрезвычайно важных эндокринных органов, а также быстрообновляющихся (пролиферирующих) тканей в области головы, таких как эпителий хрусталика. Здесь гибель стволовых клеток чревата индукцией катаракты и других поражений тканей глаза [17].

Определение доз облучения пациентов при использовании различных дентальных аппаратов показало, что при эндодонтии и ортопедии, когда требуется делать ряд снимков нижней челюсти и ортопантограмм, весьма значительные дозы получает и щитовидная железа, что может повлиять на ее функции и способствовать канцерогенезу [17]. Следовательно, впечатление об относительной безопасности рентгеновской стоматологии и особенно панорамной рентгенографии (ортопантомографии) обманчиво, и применять ее следует только по показаниям.

В России уже сейчас ежегодно проводится более 30 млн рентгенограмм зубов, челюстей и других костей лицевого черепа, что составляет более 20% от всех снимков. Если учесть, что значительная часть этих исследований приходится на молодых людей и детей, обладающих максимальной радиочувствительностью, то необходимость контроля за проведением таких процедур становится очевидной, поскольку только строгое соблюдение показаний и грамотное, квалифицированное выполнение данных исследований позволяет провести их с минимальной лучевой нагрузкой.

В последние годы на смену и в дополнение к традиционным способам визуализации приходят принципиально новые, более информативные, вместе с тем и более дозозобразующие методы рентгенодиагностики, такие, например, как компьютерная томография. С каждым годом ее вклад в коллективную дозу увеличивается. За этим методом, несомненно, стоит большое будущее. Вместе с тем предстоит многое сделать в плане совершенствования условий радиационной безопасности, поскольку дозы облучения пациентов при компьютерной томографии весь-

ма значительны (2-14 мЗв) [4]. Опыт зарубежных стран свидетельствует о практическом удвоении и даже утроении коллективной дозы при широком использовании компьютерной томографии. В последние годы этот метод лучевой диагностики планомерно внедряется в педиатрию, сопровождаясь высокими лучевыми нагрузками. Они особенно велики при исследовании головы новорожденных и грудных детей (от 5 до 8 мЗв на исследование) [3,4].

Высокая процедурная доза на исследуемый орган и все тело при компьютерной томографии заставляют думать о необходимости как органной, так и системной защиты, а также о профилактике отдаленных стохастических и нестохастических эффектов. Это может быть достигнуто с помощью разных способов фармакологической защиты – назначении внутрь системных антиоксидантов, антиканцерогенов и генопротекторов, а также использования местных средств защиты, например, для слизистых.

В современной медицине широкое распространение получили контрастные методы исследования (ангиография) и внутрисосудистые хирургические (интервенционные) операции, которые проводятся в рентгенооперационных. При высоком уровне сердечно-сосудистой заболеваемости населения они являются не только наименее травматичными, но и экономически обоснованными. Сейчас насчитывается до 400 различных интервенционных методов, включая нейрорадиологию, кардиангиографию и др., позволяющих эффективно оперировать без ножа [3,4]. Однако высокие дозы облучения пациентов (до 100 мЗв и выше) являются их негативной стороной. Поскольку мощность дозы при проведении интервенционных методов может достигать 180 мГр/мин, а время проведения операции – нескольких часов, вопросам защиты пациентов, а также персонала в этих ситуациях надо уделять первоочередное внимание. В этих условиях, если речь идет о пациентах, защиты требует, прежде всего, эндотелиальная выстилка сосудов, обладающая высокой радиочувствительностью. В связи с этим необходимы защитные средства (препараты), действующие преимущественно интраваскулярно, а также органопротекторы с гепато-, тиреоидно- и ренотропным действием [8,18,19]. Если же речь идет о персонале, здесь в первую очередь окажутся востребованными дермопротекторы – защитные мази и кремы, к которым принадлежит диэтон, относящийся к 1,4-дигидропиридинам [20].

Весьма значительными дозами облучения сопровождается и такой вид специальных рентгенологических исследований, как ангиография, особенно при исследовании головы у новорожденных и детей первых лет жизни. Так, при операции длительностью до 1 часа и больше, эффективная доза может достигать 10 мЗв и более, а защиты требуют не только сосуды, но и весь организм ребенка [3]. Поэтому, при проведении специальных исследований следует использовать все существующие средства и методы защиты (вплоть до введения радиопротекторов экстренного действия, таких как индралин) для снижения лучевой нагрузки на ребенка и ослабления ожидаемых негативных стохастических и нестохастических эффектов. Особой защиты требуют глаза, а также эпифиз и гипофиз.

Быстрыми темпами развивается еще один очень важный метод диагностики – радионуклидная диагностика

(РНД) или ядерная медицина (в 2006 г. общее число таких исследований составило 600 тыс.). Диагностическое применение радиофармпрепаратов (РФП) сопровождается высоким радиационным риском для пациента. Средняя доза за одно исследование составляет 3,5 мЗв (максимум 46 мЗв), что значительно выше, чем в рентгенодиагностике [1]. В определенной мере эти дозы оправданы высокой информативностью используемых методов.

Однако необходимо иметь в виду, что в отдельных случаях, например, при использовании йодида натрия (^{131}I), поглощенная доза может составлять сотни миллигрей или десятки миллизиверт эффективной дозы. Патогенность таких доз можно считать доказанной [4,8]. В отличие от рентгенодиагностики, где полученные пациентом дозы не могут быть изменены после проведения исследования, судьба РФП и, следовательно, дозы облучения пациента могут быть модифицированы. В этом состоит положительная специфика данного метода.

Так, уменьшить лучевую нагрузку на пациента можно путем ускорения выведения РФП из организма. Поскольку большинство РФП выводится мочевым путем, обеспечить это можно с помощью повышенного потребления жидкости и форсирования диуреза медикаментозным путем в течение 24-48 часов после обследования. При этом должна быть продумана и локальная защита органов выделительной системы и, в частности, почечного эпителия, сосудов и слизистых оболочек мочевыводящих путей.

Такой подход представляет собой, по существу, использование медикаментозной профилактики перед предстоящим обследованием. Весьма примечательно, что он осуществлен именно в РНД – передовой с технологической точки зрения области использования ИИИ в медицине. Развитие такого профилактического направления связано с работами, выполненными в НИИ радиационной гигиены в 90-х годах [21]. Данный способ сочетания медикаментозной профилактики с проведением дозообразующей РНД целесообразно использовать и при других, в частности, рентгенологических методах обследования пациентов.

Поскольку основным средством получения диагностической информации в клинической практике остается рентгенодиагностика, наибольший резерв оправданного снижения индивидуальных и коллективных доз возлагается именно на нее. Диагностическое медицинское облучение не нормируется, но на него распространяются основные законодательные принципы радиационной безопасности: обоснование и оптимизация, а при профилактических исследованиях – и нормирование облучения [5,7].

Вышеперечисленные принципы предусматривают исключение всякого необоснованного облучения и снижение дозы облучения до минимально допустимого уровня. Однако изучение обоснованности проведения рентгенологических исследований показывает, что на практике в лучевой диагностике превалирует экстенсивный (валовой) подход вместо интенсивного (оптимального). Об этом свидетельствует высокий и постоянный уровень количества рентгенологических исследований в России и регионах, намного превышающий разумные пределы [4]. Это подтверждает их сравнение с аналогичным показателем в развитых странах [3].

В обосновании и оптимизации рентгенологических исследований скрыты большие потенциальные резервы,

позволяющие существенно снизить дозу медицинского облучения без потери качества диагностической информации. Скрытые резервы снижения доз облучения пациентов (и населения) от рентгенологических исследований – это возможность ослабить негативный эффект облучения медикаментозным путем, что особенно актуально для беременных женщин, детей и подростков, составляющих наиболее радиочувствительный контингент населения.

В детской рентгенологии в России регулярно подвергается обследованию примерно 1/3 всех детей, в том числе младшего возраста [4]. О необходимости применения организационных и технических мер для снижения доз детям уже неоднократно говорилось и определенные успехи в этом направлении достигнуты [3]. Что же касается биологического и медицинского подхода, то он только-только формируется, требует специальных знаний в области радиационной медицины и гигиены, и еще предстоит большая разъяснительная и просветительская работа, накопление и осмысление клинического опыта.

Итак, нужна ли и на чем должна базироваться фармакологическая профилактика последствий медицинского облучения? На первый вопрос пока однозначного ответа нет, но постановка вопроса является своевременной. И прежде всего, она должна основываться на понимании тонких, по мере возможности, исходных механизмов возникновения последствий облучения, свойственных относительно невысоким дозам в классической рентгенодиагностике, а также при новых дозообразующих видах медицинского облучения – компьютерной томографии, интервенционных методах и т.д.

Как свидетельствуют многочисленные исследования отечественных и зарубежных авторов, первопричиной многих расстройств радиогенной природы является активизация процессов свободнорадикального окисления, избыточное образование активных липидных перекисей, токсичных для организма [8,13,20]. Следствием этого является нарушение функций цитомембран, в том числе энергосопрягающих мембран митохондрий, которым свойственны и другие важнейшие функции. При этом нарушается работа внутриклеточных сигнальных систем, связанных с активностью ферментов, локализованных в мембранах [18], систем микросомального окисления и т.д., приводящих далее к нарушению функций определенных генетических структур, появлению цитогенетических нарушений или синдрома РИНСГ [8,11,13].

На предупреждение этих первичных расстройств и должна быть направлена фармакологическая защита пациентов при медицинском облучении. Она должна помочь репаративным возможностям организма справиться с негативными последствиями облучения в виде различного рода клеточных повреждений и не допустить их проявления на органном уровне и на уровне организма. В этом плане предпочтение следует отдавать прежде всего препаратам с противорадикальными, антиоксидантными, мембранотропными, антимутагенными и антиканцерогенными свойствами, действующими в условиях облучения малыми дозами (при этом нетоксичными и доступными по цене). Именно такими свойствами обладают многие производные 1,4-дигидропиридина [20]. Существует необходимость и специальной органопротекции, которой также обладают 1,4-дигидропиридины.

Поэтому считаем необходимой постановку вопроса о перспективности использования антиоксидантов этой группы в медицинской практике и целесообразности их дальнейшего изучения и апробации в клинике. Сказанное не исключает перспективы использования для фармакологической защиты пациентов при медицинском облучении и других, имеющихся в свободной продаже, антиоксидантов и антиоксидантных комплексов. Все они должны применяться на основании рекомендаций лечащего врача, для чего необходима соответствующая подготовительная работа и повышение общего уровня подготовки врачей в области радиационной медицины и радиационной защиты.

Список использованной литературы

1. Дозы облучения населения России в 2006 году [Текст]: справочник / А.Н. Барковский, Н.И. Барышков, В.Ю. Голиков [и др.]; – СПб., 2007. – 60 с.
2. Калистратова, В.С. Роль мощности дозы в проявлении стохастических эффектов и сокращении продолжительности жизни при действии инкорпорированных радионуклидов и источников внешнего излучения [Текст] / В.С. Калистратова // Мед. радиология и радиац. безопасность. – 2004. – Т. 49, № 3. – С. 5-27.
3. Sources and Effects of Ionizing Radiation [Text]. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. UNSCEAR 2000 Report to the General Assembly. Vol.I.UN. – New York, 2000. – 654 p.
4. Лучевая диагностика и лучевая терапия на пороге третьего тысячелетия [Текст]: монография / под общ. ред. М.М. Власовой. – СПб.: Норма, 2003. – 468 с.
5. Нормы радиационной безопасности НРБ-99 [Текст] / Санитарные правила и нормативы СП 2.6.1.758-99. – М.: Минздрав России, 1999. – 116 с.
6. Medical radiation exposure [Text]. UNSCEAR UN A/AC.82/R.663. Vienna. 2007.
7. Голиков, В.Я. Основные направления ограничения облучения населения при рентгенорадиологических исследованиях [Текст] / В.Я. Голиков, С.И. Иванов, В.Г. Симонова // Современные проблемы обеспечения радиационной безопасности населения: сб. докл. и тезисов. – СПб., 2006. – С. 101-105.
8. Цыб, А.Ф. Радиация и патология [Текст]: учеб. пособие / А.Ф. Цыб, Р.С. Будатов, И.А. Замулаева [и др.]; под общ. ред. А.Ф. Цыба. – М.: Высш.школа, 2005. – 341 с.
9. Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation [Text]. BEIR VII. Phase 2. The National Academies Press. Washington, D.C. 2006.
10. Cristy, M. Mathematical phantoms representing children of various ages for use in estimates of internal dose [Text] / Oak Ridge National Laboratory. ORNL/NUREG/TM-367, 1980. – 97 p.
11. Муксимова, К.Н. Клеточные и молекулярные основы перестройки кроветворения при длительном радиогенном воздействии [Текст]: монография / К.Н. Муксимова, Г.С. Мушкачева. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 160 с.
12. Ярилин, А.А. Основы иммунологии [Текст]: монография / А.А. Ярилин. – М.: Медицина, 1999. – 608 с.
13. Хавинсон, В.Х. Пептидергическая регуляция гомеостаза [Текст]: монография / В.Х. Хавинсон, И.М. Кветной, В.В. Южаков [и др.]. – СПб.: Наука, 2003. – 194 с.
14. Матвеев, С.Ю. Комплексная патогенетическая терапия остеопенического синдрома у ЛПА на ЧАЭС [Текст] / С.Ю. Матвеев // Медицинские аспекты радиационной и химической безопасности: мат. конф. ВМА. – СПб., 2000. – С. 356-360.
15. Белавина, Е.А. Организационно-методическое обеспечение лучевой диагностики и профилактики рака молочной

- железы у женщин в Санкт-Петербурге [текст] / Автореф. дис. ... канд. мед. наук; спец. 14.00.33, 14.00.19: / Белафина Е.А. – СПб., 2006 – 20 с.
16. ICRP Publication 103. Recommendations of ICRP. Annals of the ICRP [Text]. Volume 37/2-4. -Pergamon, 2007.
17. Гальперин, Э.А. Лучевая терапия в детской онкологии [Текст]: монография/ Э.А. Гальперин, Л.С. Констаин, Н.Дж. Тарбел, Л.Е. Канн; пер. с англ. – М.: Медицина. – 1999. – 748 с.
18. Лобанок, Л.М. Модифицирующее действие низкоинтенсивных ИИ на вазоконстрикторные эффекты ангиотензина I и ангиотензина II: возрастные аспекты [Текст] / Л.М. Лобанок, Н.Г. Соловьева // Изв. НАН Белоруссии. Сер. мед.биол.наук.- 2002. – №2.- С. 10-61.
19. Панов, М.Г. Распространенность патологии сердечно-сосудистой системы у молодых людей из районов с различной степенью радионуклидного загрязнения территорий [Текст] / М.Г. Панов // Совр. пробл. обесп. РБ населения: сб. докл. и тез. науч.-практ.конф. – СПб, 2006. – С. 209-211.
20. Иванов, Е.В. Дигидропиридины в лечении и профилактике лучевых повреждений [Текст] / Е.В. Иванов, Т.В. Пономарева, И.К. Романович, Г.Н. Меркушев. – СПб., 2008. (в печати).
21. Белячков, Ю.А. Радиационная безопасность пациентов при проведении радионуклидных диагностических исследований [текст] / Автореф. дис. ... канд. биол. наук; спец. 14.00.07: / Белячков Ю.А. -Л., 1990.-20с.

T.V. Ponomareva, S.A. Kalnitsky, N.M. Vishnjakova

Medical exposure and strategy of its prophylaxis

FSO «Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev»
of Federal Service for Surveillance on Consumer Rights protection and Human Well-being, Saint-Petersburg

Abstract: The characteristic of a modern medical exposure of the population is submitted. The features of the using of ionizing irradiation sources in medicine, including patients' exposure doses, are presented. The medicine exposure of the critical groups of the population, including children and women, is considered. The accent is made on most dose forming kinds of X-ray examinations: computed tomography, special and intervention researches and also nuclear medicine. The aspects of wide use of ionizing radiation sources in medicine are mentioned: in mass screening photofluorography X-ray and in dental practice. The necessity of amplification of radiation protection for light potential increase of medical exposure is shown at the technological revolution. The main attention is given to pharmacological protection of patients.

Key words: ionizing irradiation sources, medical exposure, diagnostic radiology, radiation protection, dose, children, prophylaxis, pharmacological protection of the patients.