

Оценка доз облучения пациентов при проведении интервенционных рентгенологических исследований

В.Ю. Голиков, С.С. Сарычева, М.И. Балонов, С.А. Кальницкий

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

Работа посвящена разработке методов оценки доз облучения пациентов при проведении интервенционных рентгенологических исследований. В качестве контролируемых дозиметрических величин, характеризующих облучение пациентов, использовали эффективную дозу и максимальную поглощенную дозу в коже в качестве мер риска возникновения стохастических и детерминистских эффектов соответственно. Собраны и проанализированы значения физико-технических параметров проведения различных видов интервенционных рентгенологических исследований, влияющие на дозы облучения пациентов. Определены коэффициенты перехода от величин, измеряемых в ходе проведения интервенционных рентгенологических исследований к значениям контролируемых дозиметрических величин.

Ключевые слова: интервенционные рентгенологические исследования, пациент, эффективная доза, максимальная поглощенная доза в коже.

Введение

К интервенционным исследованиям (ИИ) относят рентгенологические исследования, характеризующиеся сложностью проведения или введением в организм дополнительных веществ и приспособлений. Как правило, это хирургические вмешательства, проводимые чрескожным доступом под контролем лучевой визуализации с использованием специальных инструментов [1]. Эти исследования можно подразделить на два класса: диагностические и терапевтические. Большую часть диагностических ИИ занимает ангиография – рентгенологическое исследование сосудов. Терапевтические ИИ представляют собой рентгенологические исследования, совмещенные с хирургическими лечебными манипуляциями.

Интервенционные исследования являются эффективными с точки зрения постановки диагноза, малотравматичными и экономически выгодными (с точки зрения времени пребывания пациентов в стационаре) по сравнению с традиционно используемыми хирургическими вмешательствами. Методы лучевой визуализации, применяемые в интервенционной радиологии, могут быть различны, но в подавляющем большинстве случаев используют специальные рентгеновские ангиографические установки, позволяющие вести контроль процедуры в режиме рентгеноскопии и сопровождать исследование серией снимков интересующей анатомической области в режиме рентгенографии. По сравнению с обычными рентгенологическими исследованиями ИИ характеризуются значительно большими уровнями облучения, как пациентов, так и персонала. Более того, при проведении некоторых из них существует риск возникновения детерминистских эффектов в коже (эритема, эпилляция). Таким образом, система контроля доз облучения пациентов при проведении ИИ должна включать контроль облучения кожи с целью предотвращения возникновения детерминистских эффектов и контроль эффективной дозы с целью оптимизации проведения исследо-

вания для уменьшения риска возникновения стохастических эффектов.

Целью настоящей работы являлась разработка методов оценки контролируемых величин (максимальная доза в коже, эффективная доза) на основе такой измеряемой в ходе проведения ИИ дозиметрической величины, как произведение дозы на площадь (ПДП).

Оценка условий и параметров проведения интервенционных исследований

Для оценки физико-технических и дозиметрических параметров были изучены условия проведения различных видов ИИ в следующих медицинских учреждениях г. Санкт-Петербурга и Ленинградской области: Центральный научно-исследовательский рентгенорадиологический институт, Покровская больница, Медицинская академия последипломного образования, Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, Мариинская больница, Ленинградская областная клиническая больница.

Среди всех возможных типов ИИ были выделены и изучались следующие:

- исследования сосудов сердца,
- исследования сосудов головного мозга и каротидных зон,
- исследования в брюшной области и области таза,
- исследования сосудов верхних и нижних конечностей.

По данным за 2006 год, около 60% всех ИИ в России составляли исследования сосудов сердца (*ангиография и ангиопластика*). В этом случае область исследования, а также область, подвергающейся наиболее интенсивному облучению, являются органы грудной клетки. Ангиография и ангиопластика сосудов сердца характеризуются высокими дозами и возможностью превышения порога детерминистских эффектов в коже пациента [2]. Очаги поражения кожи при превышении порога дозы могут наблюдаться на спине пациента в области сердца.

Ангиография и ангиопластика сосудов головного мозга и каротидных зон по частоте и важности исследований располагаются вслед за кардиологическими исследованиями. При этом наиболее интенсивному облучению подвергается область головы и шеи. Этот тип ИИ характеризуется сложностью проведения и возможными превышениями порога детерминистских эффектов для кожи. При этом областью возможного поражения является кожа затылочной части головы.

Наиболее распространенными процедурами в брюшной области и области таза являются исследования состояния сосудов печени и почек, а также исследование патологий мочеполовой системы и желчных протоков. Все процедуры этого типа характеризуются схожими параметрами проведения исследований и локализацией облучения, а также преимущественным использованием больших размеров полей излучения [3].

Эндоваскулярные исследования сосудов верхних и нижних конечностей проводятся реже и в подавляющем большинстве являются диагностическими исследованиями. В случае исследования верхних конечностей основная дозовая нагрузка ложится на область плеча и части грудной клетки [4]. Более 60% дозы при исследовании нижних конечностей обуславливает облучение органов таза [4, 5]. Данные ИИ сопровождаются более низкими значениями дозиметрических показателей у пациентов как в терминах ПДП, так и суммарной входной кожной дозы (СКД).

Для указанных выше видов ИИ были собраны и проанализированы:

- *параметры рентгеновских ангиографических установок:* а) материал и толщина фильтра рентгеновской трубки, б) характеристики работы аппарата в режимах рентге-

носкопии (импульсный/непрерывный) и рентгенографии (частота снимков – кадр/секунду);

- *технические параметры генерирования излучения:*

а) диапазон изменения напряжения на аноде трубки в ходе процедуры, б) средние значения тока при различных режимах, в) время экспозиции для одного снимка в режиме рентгенографии и д) средние значения мАс;

- *геометрические параметры исследований:* а) расстояния источник – приемник, и источник – пациент, б) положение рентгеновской трубки по отношению к пациенту, в) размер поля излучения;

- *дозиметрические данные:* а) суммарное значение ПДП и СКД за исследование, б) время облучения пациента в режимах рентгеноскопии и рентгенографии, в) количество сделанных за исследование снимков.

Всего были собраны сведения о 439 различных интервенционных диагностических и терапевтических исследованиях. В таблице 1 представлены значения основных физико-технических и геометрических параметров проведения ИИ.

В таблице 2 представлены полученные в результате проведения измерений дозиметрические показатели: ПДП, время работы рентгеновской трубки в режиме рентгеноскопии ($T_{\text{скоп}}$), число выполненных снимков и значение СКД за исследование. Численные данные представлены в форме средних значений, стандартных отклонений, минимальных и максимальных значений (в скобках).

На рисунках 1–3 представлены результаты сравнения значений ПДП, измеренных в ходе проведения собственного исследования, с соответствующими данными других работ [3–8].

В целом, можно отметить хорошее согласие минимальных, средних и максимальных значений ПДП, полученных

Таблица 1

Основные физико-технические и геометрические параметры ИИ

Область исследования	Расстояние источник – приемник, см	Расстояние источник – пациент, см	Диаметр поля на приемнике излучения, см	Диаметр поля на входе в тело пациента, см	Напряжение на трубке, кВ
Голова	115 (110–120)*	65 (60–70)	20 (16–30)	12 (6–15)	80 (70–90)
Сердце	115 (110–120)	70 (50–70)	15 (12–20)	10 (8,5–12)	85 (75–100)
Брюшная область	100 (99–107)	60 (55–60)	30 (28–40)	18 (16–22)	75 (70–80)
Конечности	110	65	25 (17–40)	15 (10–20)	70 (60–100)

* В скобках приведен диапазон возможных расстояний.

Таблица 2

Дозиметрические параметры ИИ

Область и вид исследования	N	ПДП, Гр·см ²	$T_{\text{скоп}}$, мин.	Число снимков	СКД, Гр	
Голова	Диагностика	138	86±51 (13–313)	1,5±0,9 (0,3–9,9)	343±196 (60–1125)	0,7±0,7 (0,1–6,6)
	Терапия	66	145±104 (20–547)	4,1±3,9 (1,4–26)	249±236 (85–1572)	2,0±1,7 (0,1–7,4)
Сердце	Диагностика	40	49,3±31,8 (13–172)	6,2±4,6 (0,8–19)	_____	0,6±0,5 (0,1–2,8)
	Терапия	19	84±79 (14–377)	14±17 (3,3–73)	_____	1,2±1,1 (0,2–5,6)
Брюшная область	Диагностика	49	106±88 (11–335)	2,0±2,1 (0,2–9,8)	83±63 (11–250)	0,4±0,3 (0,1–1,3)
	Терапия	44	233±221 (16–855)	15±16 (0,9–80)	62±43 (4–173)	1,0±1,1 (0,1–5,0)
Таз	Диагностика	19	124±74 (27–314)	2,3±1,5 (0,5–10,4)	76±44 (25–180)	0,6±0,4 (0,1–1,5)
	Терапия	27	152±118 (32–562)	9,0±6,1 (1,2–23)	43±34 (3–145)	0,8±0,5 (0,1–1,6)
Верхние конечности	Диагностика	2	29±20 (15–44)	6,9±6,3 (2,4–11,4)	_____	_____
Нижние конечности	Диагностика	23	25±18 (33–91)	1,4±0,6 (0,5–3,1)	48±7 (41–66)	_____
	Терапия	12	99±94 (46–389)	4,0±3,5 (1,3–13,6)	57±16 (31–84)	_____

Рис. 1. Сравнение минимальных, средних и максимальных значений ПДП при проведении ИИ сосудов головного мозга и каротидных зон, полученных в настоящей работе, с данными литературы [3–8]

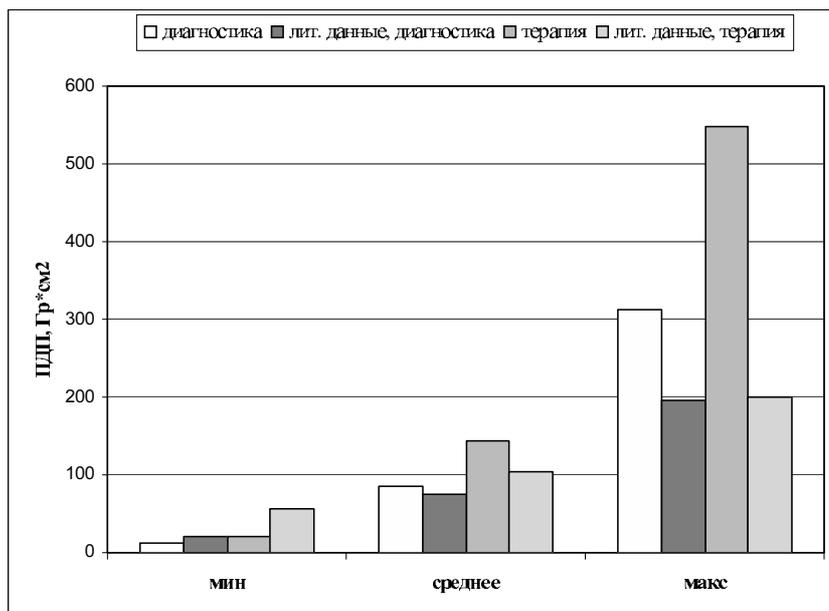


Рис. 2. Сравнение минимальных, средних и максимальных значений ПДП при проведении ИИ сосудов сердца и коронарных сосудов, полученных в настоящей работе, с данными литературы [3–8]

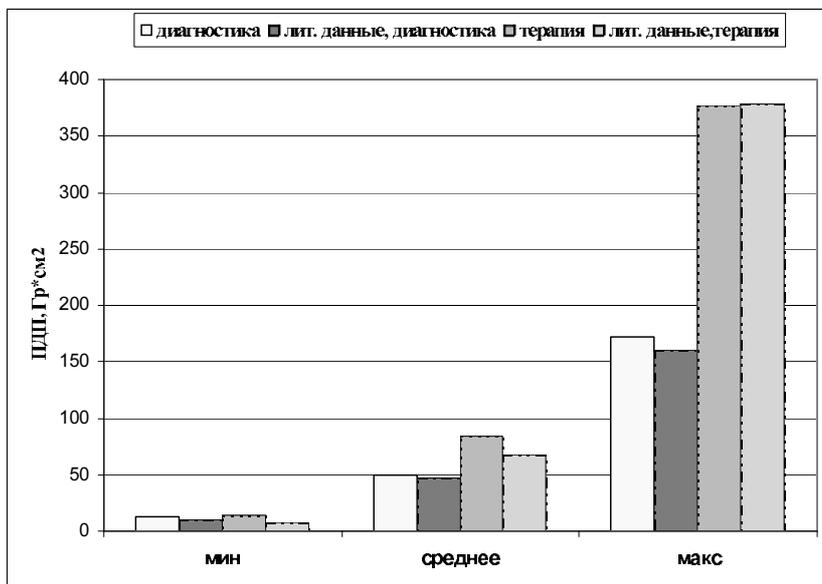
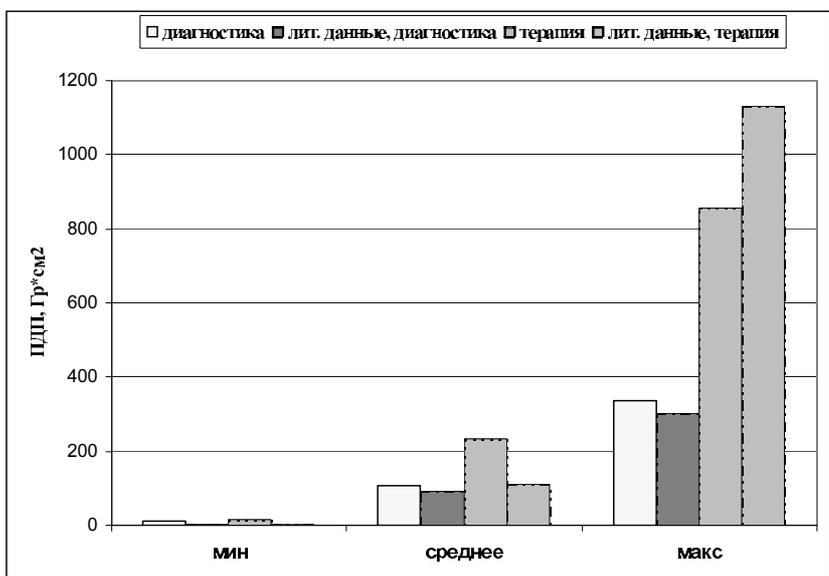


Рис. 3. Сравнение минимальных, средних и максимальных значений ПДП при проведении ИИ брюшной области, полученных в настоящей работе, с данными литературы [3–8]



в настоящей работе, с данными литературы, особенно при проведении ИИ сосудов сердца. Также надо отметить, что в подавляющем большинстве случаев значения ПДП при терапевтических процедурах превышают соответствующие значения ПДП при диагностических процедурах. Наибольшие значения ПДП, полученные при проведении ИИ в брюшной области тела пациента, связаны с наибольшими размерами полей излучения при проведении данных процедур по сравнению с другими видами исследований.

Система контроля доз облучения пациентов при проведении интервенционных исследований

Как уже отмечалось выше, система контроля доз облучения пациентов должна включать контроль эффективной дозы с целью оптимизации проведения исследования для уменьшения риска возникновения стохастических эффектов и контроль облучения кожи с целью предотвращения детерминистских эффектов.

Оценка эффективной дозы

Оценку значения эффективной дозы у пациента можно выполнить, проводя измерения ПДП в ходе исследования и используя заранее рассчитанные дозовые коэффициенты перехода от значения ПДП к эффективной дозе в зависимости от физических и геометрических параметров исследования.

Расчеты коэффициентов перехода были выполнены с помощью оригинальной компьютерной программы «EDEREX», которая позволяет в режиме реального времени рассчитывать средние поглощенные дозы более чем в 20 органах и тканях, а также значение эффективной дозы для пациента заданного пола и возраста (размера) и произвольной рентгенологической процедуры [9, 10].

При проведении ИИ поле излучения не является стационарным как в отношении его размера, так и в отношении анатомической области тела пациента, подвергающейся облучению. Так, например, анатомической областью, подвергающейся наиболее интенсивному облучению при выполнении исследований сосудов сердца, является грудная клетка. Менее интенсивному облучению в этом случае подвергаются области живота и шеи. Упрощающим обстоятельством при оценке значения эффективной дозы является тот факт, что дозовые коэффициенты перехода от значения ПДП к эффективной дозе для отдельных видов ИИ относительно мало зависят как от положения пучка по отношению к телу пациента, так и от площади пучка. Так, например, собственные расчеты с помощью программы «EDEREX» показали, что для 9 положений пучка излучения диаметром 20 см относительно грудной клетки при проведении исследований сосудов сердца при напряжении на рентгеновской трубке 90 кВ среднее значение дозового коэффициента перехода от ПДП к значению эффективной дозы и его стандартное отклонение составили $0,24 \pm 0,05$ мЗв/(Гр·см²). При уменьшении диаметра пучка до 12 см значение дозового коэффициента уменьшилось менее чем на 10%. Таким образом, для каждого вида ИИ была выполнена серия расчетов для различных значений параметров проведения исследования, и затем использовались усредненные для всего исследования значения коэффициентов перехода.

Значение эффективной дозы E у пациента при проведении ИИ определяется с помощью выражения:

$$E = \Phi \cdot K_d^E, \text{ мЗв}, \quad (1)$$

где: Φ – измеренное в ходе проведения исследования значение ПДП, Гр·см²;

K_d^E – дозовый коэффициент перехода от измеренного значения ПДП к эффективной дозе, мЗв/(Гр·см²).

Значения дозовых коэффициентов, рассчитанных с помощью компьютерной программы «EDEREX», приведены в таблице 3.

Таблица 3

Значения дозовых коэффициентов перехода (K_d^E) от измеренного значения ПДП к эффективной дозе у взрослого пациента для различных интервенционных исследований

Область исследования	Напряжение на рентгеновской трубке, кВ					
	60	70	80	90	100	110
Коэффициент перехода K_d^E , мЗв/(Гр·см ²)						
Сосуды сердца	–	0,19	0,22	0,24	0,27	0,29
Сосуды головного мозга	0,06	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12
Каротидная зона	0,09	0,12	0,14	0,15	0,17	0,18
Органы брюшной полости и таза	0,12	0,16	0,19	0,21	0,24	0,26
Сосуды нижних конечностей	0,08	0,11	0,13	0,15	0,17	0,19
Сосуды верхних конечностей	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,08

Рассчитанные в данной работе значения дозовых коэффициентов перехода от значения ПДП к эффективной дозе хорошо согласуются с результатами, опубликованными в литературе. Так, для ИИ сосудов сердца значение K_d^E лежит в пределах (0,18–0,27) [3, 4], для исследований сосудов головного мозга – (0,04–0,1) [6, 7], для исследований брюшной области и области таза – (0,14–0,17) [3, 4].

Оценка максимальной кожной дозы

Детерминистские эффекты характеризуются наличием пороговых значений дозы и увеличением тяжести эффекта с ростом дозы выше порога. Для кожи порог возникновения временной эритемы соответствует поглощенной дозе в коже, равной 2 Гр, а порог постоянной эпиляции – 7 Гр [11].

Поскольку радиационные поражения кожи образуются непосредственно в месте лучевого воздействия, то адекватной дозиметрической величиной в данном случае является максимальное значение поглощенной дозы на облучаемом участке кожи (МКД). В связи с тем, что в ходе процедуры могут меняться как физико-технические параметры исследования, так и положение и размер пучка излучения на теле пациента, определение локализации и максимального значения поглощенной дозы на коже является сложной задачей. Большинство исследовательских работ, имеющих целью выявление зависимости МКД от таких измеряемых величин, как ПДП или время рентгеноскопии $T_{\text{скоп}}$, проводились с использованием сетки термомолюминесцентных дозиметров или специальных фотоэмульсионных пленок в качестве детекторов, располагаемых между ку-

шеткой ангиографической установки и пациентом в ходе интервенционных рентгенологических процедур [2, 12, 13]. Создавались так называемые карты распределения кожной дозы, что позволяет наглядно увидеть распределение дозы, определить локализацию максимума дозы и оценить его численное значение. Если во время процедуры поле излучения перемещается по отношению к телу пациента так, что ни на одном участке кожи поле не присутствует постоянно во время проведения исследования, то МКД может быть меньше, а иногда и значительно меньше СКД. Значение же СКД является измеряемой или легко вычисляемой величиной при наличии измеренных значений ПДП и геометрических параметров облучения пациента во время проведения ИИ.

Для некоторых типов ИИ имеется широкое распределение дозы по облучаемой поверхности тела в отличие от обычного рентгенологического исследования. Особенно это характерно для ИИ сосудов сердца и коронарных сосудов и сосудов головного мозга, и в меньшей степени для ИИ брюшной области и области таза. Применение на практике инструментальных методов определения МКД трудно реализуемо. Поэтому оптимальной технологией реалистической оценки МКД является, на наш взгляд, использование измеренных значений ПДП и поиск соотношений между этими значениями и значениями МКД, в зависимости от типа ИИ. Более консервативным подходом является замена реалистической оценки МКД величиной суммарной входной кожной дозы СКД. Однако это может привести к неоправданному ограничению действий врача, выполняющего ИИ.

Соотношения между значениями ПДП, измеренными за время проведения исследования и МКД, оценивались отдельно для диагностических и терапевтических ИИ. При этом использовались статистика учета изменений геометрических параметров проведения процедур, литературные данные по изучению распределения кожных доз с использованием пленочной и ТЛД дозиметрии, а также опыт оперирующих врачей. Предварительные результаты оценок значений дозовых коэффициентов перехода от измеренного значения ПДП к МКД у пациента для различных диагностических и терапевтических ИИ представлены в таблице 4.

Значение МКД у пациента D_{\max}^S за время проведения ИИ определяется с помощью выражения:

$$D_{\max}^S = \Phi \cdot K_d^S, \text{ мГр} \quad (2)$$

где: Φ – измеренное в ходе проведения исследования значение ПДП, Гр·см²;

K_d^S – дозовый коэффициент перехода от измеренного значения ПДП к МКД у пациента, мГр/(Гр·см²).

Таблица 4

Оцененные значения дозовых коэффициентов перехода K_d^S , мГр/(Гр·см²), от измеренного значения ПДП к МКД у пациента для различных ИИ

Область исследования	Тип процедуры	
	Диагностическая	Терапевтическая
Сосуды сердца	3,5	7,0
Сосуды головного мозга и каротидные зоны	7,0	7,0
Органы живота и таза	4,0	4,0

Оценка доз облучения пациентов при проведении интервенционных рентгенологических процедур в медицинских учреждениях Санкт-Петербурга и Ленинградской области

Оцененные в данной работе значения физико-технических, геометрических и дозиметрических параметров ИИ, проводимых в медицинских учреждениях Санкт-Петербурга и Ленинградской области, позволили определить как эффективные дозы, так и МКД у пациентов. Их значения, представленные в виде средних величин, стандартных отклонений, минимальных и максимальных значений, приведены в таблице 5.

Как можно видеть из результатов, представленных в таблице 5, уровень облучения пациентов при проведении ИИ значительно выше, чем при обычной рентгенодиагностике, где значения средних эффективных доз на процедуру, как правило, меньше 1 мЗв. Максимальные значения эффективной дозы – 154 и 101 мЗв – были получены при терапевтических процедурах в брюшной области (химио-эмболизация сосудов печени) и области таза (химио-эмболизация левой почки) соответственно. Также видно, что для некоторых процедур оцененное значение МКД превышает пороговое значение для возникновения кожной эритемы – 2 Гр.

Ограничение облучения пациентов при проведении интервенционных исследований

При превышении в ходе интервенционных исследований контрольных значений измеряемых ПДП, приведенных ниже в таблице 6, возникает значительная вероятность превышения дозового порога возникновения

Таблица 5

Эффективные дозы (Е) и МКД у пациентов при выполнении ИИ в медицинских учреждениях Санкт-Петербурга и Ленинградской области

Область и вид исследования		Количество процедур	Е, мЗв	МКД, Гр
Голова	Диагностика	138	7.7±4,6 (1,2–28,2)	0,6±0,4 (0,1–2,2)
	Терапия	66	16,8±11,9 (1,8–49,3)	1,0±0,7 (0,1–3,8)
Сердце	Диагностика	40	9,8±6,4 (2,6–34,4)	0,2±0,1 (0,05–0,6)
	Терапия	19	16,8±15,8 (2,9–75,4)	0,6±0,5 (0,1–2,6)
Брюшная область	Диагностика	49	19,1±15,8 (1,9–60,2)	0,4±0,3 (0,1–1,3)
	Терапия	44	42,0±39,8 (2,9–154,0)	0,9±0,8 (0,1–3,4)
Таз	Диагностика	19	22,3±13,7 (4,8–56,5)	0,5±0,3 (0,1–1,3)
	Терапия	27	27,3±21,2 (5,7–101,1)	0,7±0,5 (0,1–1,6)

кожной эритемы у пациента. При превышении контрольных значений ПДП следует наблюдать за состоянием кожи пациента в месте возможного переоблучения в течении 14 дней и при необходимости применять терапевтические меры.

Таблица 6

Контрольные значения ПДП для предотвращения детерминистских эффектов в коже, Гр·см²

Вид исследования	Контрольные значения ПДП, Гр·см ²
Ангиография сосудов сердца	600
Ангиопластика сосудов сердца	300
Ангиография сосудов головы и каротидных зон	300
Эмболизация сосудов головы	300
Диагностика органов брюшной полости и таза	500
Терапия органов брюшной полости и таза	500

В практике проведения ИИ следует использовать следующие основные пути снижения доз у пациентов [11]:

- минимизировать время проведения рентгеноскопии, особенно с высокой мощностью дозы, и количество снимков за исследование;
- использовать как можно меньший ток и как можно более высокое напряжение на аноде рентгеновской трубки;
- располагать рентгеновскую трубку как можно дальше от пациента, а приемник изображения – как можно ближе к пациенту;
- коллимировать пучок излучения в соответствии с размерами исследуемой области;
- при режиме рентгенографии уменьшать частоту съемки (количество кадров в секунду) до необходимого и достаточного уровня;
- по возможности периодически менять угол наклона рентгеновской трубки в ходе исследования;
- по возможности ограничивать использование цифрового увеличения (выбора малых размеров поля излучения);
- в основном, работать в режиме низкой мощности дозы, режимы средней и высокой мощности дозы использовать только для крупных пациентов.

Литература

1. Adam A The definition of interventional radiology (or, When is a barium enema an interventional procedure?) // Eur. Radiol., 1998. No. 8. P. 1014–1015.
2. Vano E. Skin radiation injuries in patients following repeated coronary angioplasty procedures / E. Vano, J. Goicolea, C. Galvan [et al.] // Br. J. Radiol., 2001. November 1, No. 74 (887). P. 1023–1031.
3. McParland B.J. A study of patient radiation doses in interventional radiological procedures // Br. J. Radiol., 1998. V. 71. P. 175–185.
4. Bor D. Comparison of effective doses obtained from dose-area product and air kerma measurements in interventional radiology / D. Bor, T. Sancak, T. Olgar [et al.] // Br. J. Radiol., 2004. V. 77. P. 315–322.
5. Struelens L. Data analysis from a multi-centre, comparative study of angiographic examinations leading to practical guidelines for the optimization of patient doses / L. Struelens, F. Vanhavere, H. Bosmans [et al.] // Radiation protection Dosimetry, 2005. V. 117, No 1–3. P. 87–92.
6. Tsapaki V. Patient dose value in a dedicated Greek cardiac centre / V. Tsapaki, S. Kottou, E. Vano [et al.] // Br. J. Radiol., 2003. V. 76. P. 726–730.
7. Lobotessi H. Effective dose to a patient undergoing coronary angiography / H. Lobotessi, A. Karoussou, V. Neofotistou [et al.] // Radiation protection Dosimetry, 2001. V. 94, No 1-2. P. 173–176.
8. Delichas M.G. Radiation doses to patients undergoing coronary angiography and percutaneous transluminal coronary angioplasty / M.G. Delichas, K. Psarrakos, E. Molyvda-Athanassopoulou [et al.] // Radiation protection Dosimetry, 2003. V. 103, No.2. P. 149–154.
9. Методические указания (МУК 2.6.1.1797-03). «Контроль эффективных доз облучения пациентов при медицинских рентгенологических исследованиях»: М.: Минздрав России, 2003.
10. Голиков В.Ю. Оценка эффективных доз облучения пациентов при проведении рентгенологических исследований / В.Ю. Голиков, А.Н. Барковский, Н.К. Барышков, А.Ю. Власов // Сборник научных трудов «Радиационная гигиена». СПб.: ФГУН НИИРГ им. Проф. П.В. Рамзаева, 2003. С. 75–88.
11. Recommendation of the ICRP: ICRP Publication 85 // Annals of the ICRP, 2000. P. 7–67.
12. Theodorakou C. A study on radiation doses and irradiated areas in cerebral embolization / C. Theodorakou and J. A Horrocks / Br. J. Radiol., 2003. V. 76. P. 546–552.
13. Koichi Chida. Relationship between Fluoroscopic Time, Dose-Area Product, Body Weight and Maximum Radiation Skin Dose in Cardiac Interventional Procedures / Koichi Chida, Haruo Saito, Hiroki Otani [et al.] // AJR, 2006. V. 186. P. 774–778.

V.Yu. Golikov, S.S. Sarycheva, M.I. Balonov, S.A. Kalnitsky

Estimation of patients exposure under intervention radiological examinations

Federal Scientific Organization «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 work is devoted to development of methods for patient dose estimation under intervention radiological examinations. As the controllable dosimetric values describing an irradiation of patients used an effective dose and maximal absorbed dose in skin as measures of risk occurrence of stochastic and deterministic effects, respectively. The values of technical parameters influencing on patients doses for various kinds of the intervention radiological examinations are collected and analyzed. The conversion from measurable values during intervention radiological examinations to controllable dosimetric values are determined.

Key words: *intervention radiological examinations, patient, effective dose, maximal absorbed dose in skin.*

Поступила 24.08.2009 г.

В.Ю. Голиков
Тел. (812) 232-73-46;
E-mail: sg235@rambler.ru