

Оценка рисков медицинского облучения на основе данных радиационно-гигиенической паспортизации в субъектах Российской Федерации

В.Ю. Голиков

Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева, Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия

Целью работы являлась разработка методологии оценки коллективного риска медицинского облучения на основе результатов радиационно-гигиенической паспортизации в субъектах Российской Федерации, т.е. используя значения коллективных эффективных доз для широких групп медицинских технологий: флюорографии, рентгенографии, рентгеноскопии, компьютерной томографии. Использование концепции эффективной дозы для определения рисков медицинского облучения имеет ряд существенных ограничений. Половозрастной состав работников или всего населения (именно для этих категорий лиц была развита концепция эффективной дозы) может существенно отличаться от такового у пациентов. Оценки пожизненного риска возникновения стохастических эффектов у детей в 2–3 раза выше, номинальных значений, которые используются в концепции эффективной дозы, а для пожилых людей (около 60 лет на момент облучения) они, наоборот, в 4–5 раз ниже. В работе предлагается алгоритм оценки корректирующих факторов к значениям эффективных доз с целью учета половозрастной зависимости коэффициентов риска радиогенного рака, что позволяет более корректно оценивать коллективный риск от проведения рентгенорадиологических медицинских исследований. В связи с тем, что возрастной состав пациентов, как правило, смещен в сторону пожилых людей, для которых коэффициент риска меньше номинального, используемого в концепции эффективной дозы, значения этих корректирующих факторов для большинства рентгенорадиологических исследований меньше единицы. Таким образом, использование концепции эффективной дозы в большинстве случаев приводит к консервативной оценке коллективного риска медицинского облучения.

Ключевые слова: рентгенорадиологические исследования, медицинское облучение, пациенты, риск радиогенного рака, эффективная доза.

Введение

Медицинское облучение определяется [1] как облучение, которому подвергаются:

- пациенты при прохождении ими диагностических, интервенционных или терапевтических медицинских исследований;
- лица, за исключением подвергающихся профессиональному облучению, которые сознательно и добровольно помогают в оказании поддержки и создании комфортных условий для пациентов, находящихся в больнице или дома;
- добровольцы в рамках программ медико-биологических исследований, предусматривающих их облучение, но, в отличие от пациентов, не приносящих им прямой выгоды.

Медицинское облучение следует обосновывать, сопоставляя диагностические или терапевтические выгоды, которые оно приносит, с радиационным ущербом, который оно может причинить, принимая во внимание выгоды и риски имеющихся альтернативных методов, не связанных с облучением.

Разработанная для системы радиационной защиты персонала и населения концепция эффективной дозы позволяет суммировать воздействия различных видов облучения: внешнего и внутреннего, всего тела или его части. Эффективная доза является единой мерой воздействия ионизирующего излучения на «условного» индивида (reference person) со средними возрастными и гендерными характеристиками, пропорциональной суммарному радиационному ущербу от стохастических эффектов. Как определено МКРЗ [1], понятие радиационного ущерба включает потерю жизни от смертельных раков и наследственных эффектов и снижение качества жизни от несмертельных раков и наследственных эффектов. Значение эффективной дозы рассчитывается как взвешенная сумма эквивалентных доз в органах и тканях с помощью взвешивающих тканевых коэффициентов (w_T), определенных МКРЗ. Значения взвешивающих тканевых коэффициентов получены на основе эпидемиологических исследований индукции рака, а также из данных ге-

✉ Голиков Владислав Юрьевич

Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева. Адрес для переписки: 197101, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8. Телефон: 8-921-302-21-91. E-mail: sg235@rambler.ru

нетических экспериментов на животных. Более того, они являются усредненными для людей обоих полов и всех возрастов. Для ситуаций планового облучения населения и персонала устанавливаются пределы доз в терминах эффективной дозы. При медицинском облучении пациентов пределы доз не устанавливаются, и все внимание на практике направлено на обоснование и оптимизацию выполнения исследования.

До настоящего времени МКРЗ не предлагала каких-либо рекомендаций по определению радиационных рисков медицинского облучения. Однако на практике для этого широко используются значения эффективной дозы для отдельных медицинских исследований и номинальные коэффициенты риска, усредненные по возрасту и полу.

Такой подход к определению рисков медицинского облучения имеет ряд существенных ограничений [2–4]. Половозрастной состав работников или всего населения (именно для этих категорий лиц была разработана концепция эффективной дозы) может существенно отличаться от такового у пациентов. Более того, половозрастной состав пациентов, подвергающихся различным медицинским исследованиям, также может быть разным. Оценки пожизненного риска возникновения стохастических эффектов у детей в 2–3 раза выше номинальных значений, которые используются в концепции эффективной дозы, а для пожилых людей (около 60 лет на момент облучения) они, наоборот, в 4–5 раз ниже [5]. Таким образом, использование концепции эффективной дозы для оценки риска от медицинского облучения является проблематичным. Для этих целей лучше использовать значения органных доз и половозрастные значения коэффициентов риска. Упрощенный способ оценки индивидуального риска у пациента, подвергающегося медицинскому облучению, предложен в недавно утвержденных МР 2.6.1.098-15 «Оценка радиационного риска у пациентов при проведении рентгенодиагностических исследований». Такого рода рекомендации по оценке риска медицинского облучения должны помочь врачу в обосновании проведения медицинского исследования и информировании пациента о возможных рисках, связанных с этим исследованием.

Цель исследования – разработка алгоритма оценки коллективного риска, связанного с медицинским облучением, применительно к отдельным регионам РФ с использованием исходных для расчета данных, содержащихся в радиационно-гигиенических паспортах субъектов РФ.

Материалы и методы

Оценка рисков радиогенного рака при равномерном облучении

Последние модели радиационного риска МКРЗ представлены в Публикации 103 (Приложение А). В основном, они базируются на многолетних эпидемиологических наблюдениях за выжившими после бомбардировок японских городов Хиросима и Нагасаки в 1945 г. Модели и их параметры представлены как для риска заболеваемости раком различных локализаций, так и для риска смертности с учетом вреда от снижения качества жизни по причине возникновения рака, в зависимости от возраста при облучении и пола для следующих органов: молочная железа, легкие, желудок, толстая кишка, красный костный мозг, мочевой пузырь, печень, щитовидная железа, пищевод, яичники и «остальные» органы (все другие органы вместе). Значения пожизненного атрибутивного радиогенного риска в модели МКРЗ (Публикация 103) оценивались с использованием усредненных данных регистров фонового рака для 4 азиатских (Шанхай, Осака, Хиросима и Нагасаки) и 3 европейско-американских популяций (Швеция, Англия и США).

В настоящей работе для оценки риска радиогенного рака при выполнении рентгенодиагностических исследований (РПИ) следовали методологии, изложенной в [6], где расчеты риска представлены для европейско-американской популяции (Швеция, Англия и США). В качестве исходных данных использовали пожизненные атрибутивные риски смертности (с учетом вреда от снижения качества жизни) для отдельных органов в зависимости от пола (эти риски усредняли) и возраста при равномерном облучении. На рисунке 1 для сравнения представлены возрастные зависимости пожизненного атрибутивного риска смертности от радиогенного рака (все органы), рассчитанные для европейско-американской популяции (Швеция, Англия и США) [6] и для российской популяции [7].

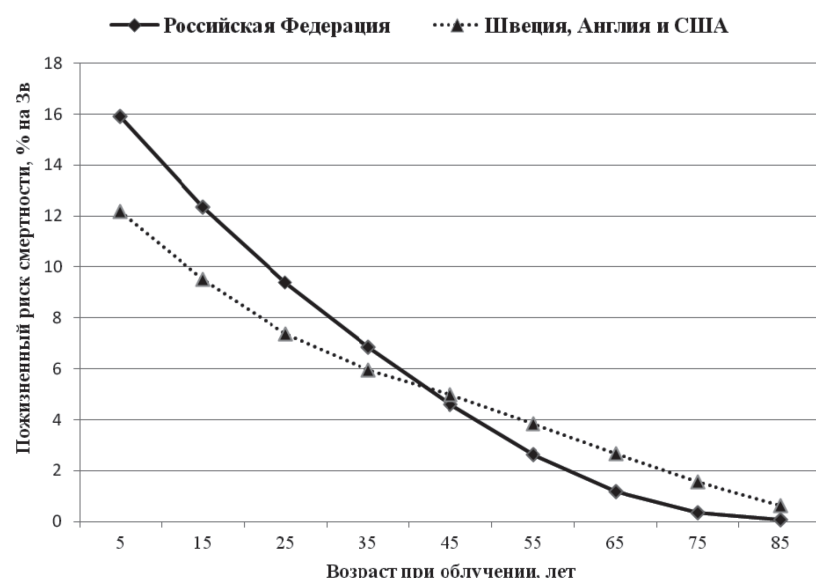


Рис. 1. Возрастные зависимости пожизненного атрибутивного риска смертности от радиогенного рака (все органы) при равномерном облучении, рассчитанные для европейско-американской популяции (Швеция, Англия и США) [6] и для российской популяции [7]

Если сравнивать усредненные по возрасту значения пожизненного атрибутивного риска для европейско-американской и для российской популяции, то они различаются всего лишь на 8%. Однако для отдельных диапазонов возрастов различия больше. Так, в младшем возрасте (до 10 лет) для российской популяции оценки значений пожизненного атрибутивного риска на 30% выше, чем для европейско-американской, и наоборот, для пожилых людей (~65 лет), – в два раза ниже.

На рисунке 2 представлены оценки значений пожизненного атрибутивного риска, но уже для отдельных органов. Видно, что характер возрастных зависимостей риска радиогенного рака может быть различным для разных органов. Так, например, для желудка и щитовидной железы наблюдается достаточно выраженный спад значений риска с возрастом, в то время как для красного костного мозга (ККМ) он менее выражен, а для легких и пищевода наблюдается максимум в районе 45 и 75 лет соответственно. Отсюда следует, что риск радиогенного рака той или иной медицинской процедуры будет варьироваться в зависимости от возрастного состава пациентов, характерного для этой процедуры. Иными словами, для корректного расчета коллективного риска за счет использования тех или иных медицинских технологий нужно знать половозрастной состав пациентов.

Исходные данные о половозрастном распределении пациентов

К сожалению, данные о половозрастном распределении пациентов в России не собираются. В качестве таких данных использовали европейские статистические данные [8]. Европейский половозрастной состав пациентов структурировали в соответствии с медицинскими технологиями, представленными в радиационно-гигиенических паспортах субъектов РФ: флюорография, рентгенография, рентгеноскопия и компьютерная томография. Для флюорографии использовали половозрастной состав пациентов из Европы, соответствующий рентгенографии легких, с поправкой на то, что в РФ флюорографию начинают делать с возраста 14 лет. Для рентгенографии использовали половозрастной состав пациентов для следующих процедур: легкие, шейный отдел позвоночника (ШОП), грудной отдел позвоночника (ГОП), поясничный отдел позвоночника (ПОП), брюшная полость (БП) и таз. Для рентгеноскопии использовали распределение пациентов, подвергающихся рентгеноскопии пищевода, желудка и кишечника, а для компьютерной томографии – сканированию головы, грудной клетки, брюшной полости и всего туловища. На рисунках 3, 4 и 5 представлены используемые в дальнейших расчетах усредненные по полу возрастные распределения пациентов.

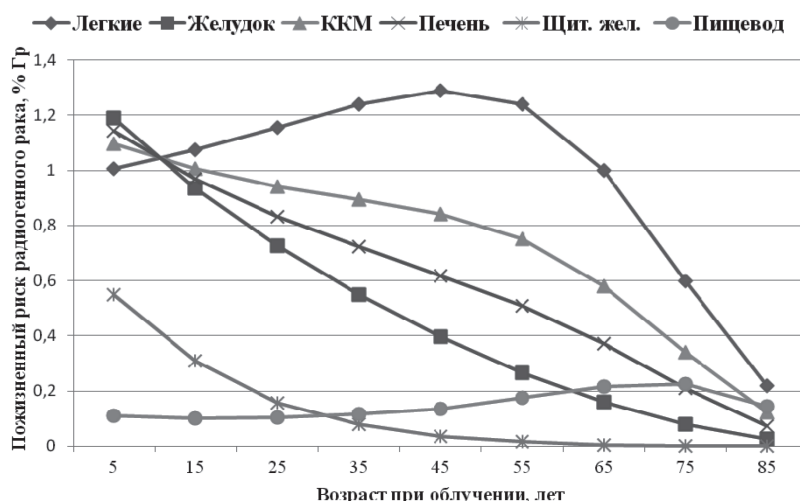


Рис. 2. Возрастные зависимости пожизненного атрибутивного риска смертности от радиогенного рака для отдельных органов при равномерном облучении, рассчитанные для европейско-американской популяции (Швеция, Англия и США) [6]

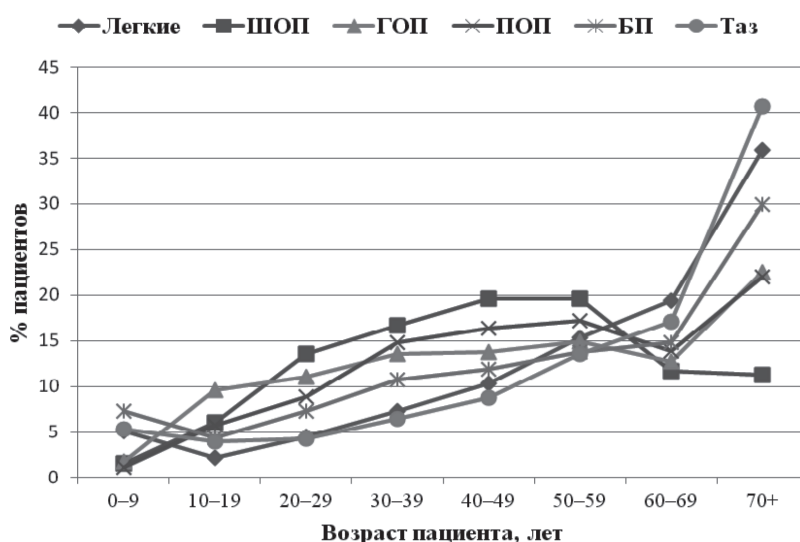


Рис. 3. Возрастной состав пациентов (%), характерный для рентгенографии различных отделов организма

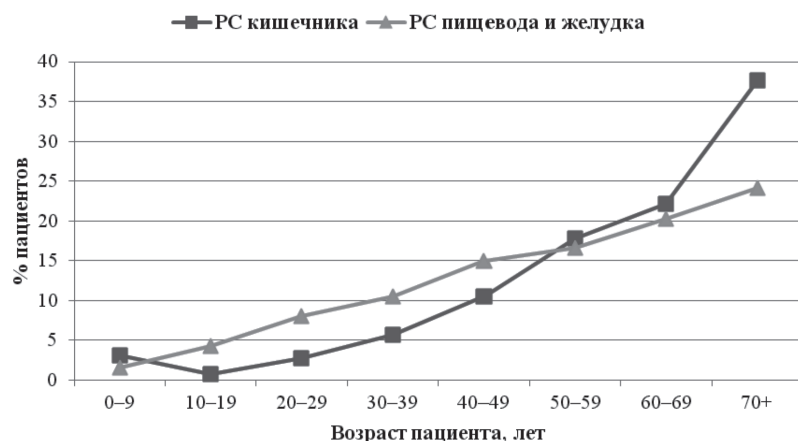


Рис. 4. Возрастной состав пациентов (%), характерный для рентгеноскопии различных отделов организма

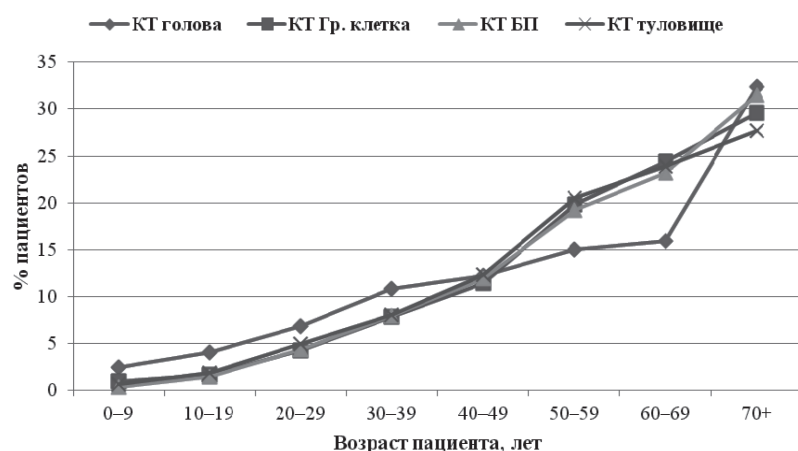


Рис. 5. Возрастной состав пациентов (%), характерный для компьютерной томографии различных отделов организма

Представленные данные по возрастному распределению пациентов, подвергающихся различным типам медицинских исследований, свидетельствуют, что их количество в подавляющем большинстве случаев растет с увеличением возраста. Напомним, что с увеличением возраста пациента радиогенный риск, наоборот, падает.

Оценка рисков наследственных эффектов

В отсутствие прямых данных на людях МКРЗ использовала экспериментальные данные, полученные на животных, для оценки коэффициента риска радиационно-индуцированных наследственных эффектов в первых двух поколениях. В Публикации 103 МКРЗ приводит значение 0,54% на Гр для репродуктивной части популяции или 0,22% на Гр для всей популяции.

В настоящей работе для оценки коэффициента риска радиационно-индуцированных наследственных эффектов в первых двух поколениях использовали значение 0,5% на Гр поглощенной дозы в гонадах для всех мужчин и женщин репродуктивного возраста (до 40 лет). Для пациентов старше 40 лет значение коэффициента риска полагалось равным нулю.

Оценка рисков для различных типов медицинских исследований

Из вышеизложенного очевидно, что радиогенный риск рака и наследственных эффектов, зависящий от возраста и пола пациента, будет также варьироваться в

зависимости от того, какие органы и в какой степени подвергаются облучению при выполнении конкретного РРИ. Учитывая то, что в радиационно-гигиенических паспортах субъектов РФ содержатся значения эффективных доз, целью работы являлся расчет корректирующих факторов к значениям эффективной дозы при выполнении различных видов РРИ с целью учета зависимости радиогенного риска от пола и возраста пациента.

Значения корректирующих факторов можно получить следующим образом:

1. Оцениваются возрастные зависимости риска радиогенного рака (значения по полу усредняем) для разных РРИ, используя типичные значения органных доз, характерные для данного РРИ и соответствующие коэффициенты риска для отдельных органов (см. рис. 2).

2. Вычисляются отношения значений риска радиогенного рака для пациентов разных возрастов, определяемые, как сказано в п. 1, к значению риска, определяемого с помощью эффективной дозы и номинального значения риска, усредненного по возрасту и полу.

3. С учетом распределения пациентов по возрасту рассчитывается корректирующий фактор к значению эффективной дозы при проведении данного РРИ.

Решить поставленную задачу, основываясь на российских данных, пока что не представляется возможным, т.к. в РФ не собираются данные о половозрастном распределении пациентов РРИ, а представительные данные о режимах проведения различных видов РРИ, необходимые

для оценки типичных органных доз, существуют всего для нескольких субъектов РФ [9–11]. Поэтому для демонстрации работоспособности такого подхода использовались европейские данные [6, 8]. В качестве верификации там, где это было возможно, европейские данные о дозах облучения пациентов при выполнении отдельных РРИ сравнивали с аналогичными данными для пациентов в РФ. Результаты такого сравнения для 4 видов рентгенографических процедур представлены в таблице 1. В данном случае нас интересовало не столько сравнение абсолютных значений доз (они могут существенно различаться), сколько отношений органных доз к эффективной дозе. Из данных таблицы 1 видно, что эти отношения в 90% случаев различаются не более чем на 20%. Учитывая это, использовались английские данные о половозрастных коэффициентах риска для отдельных РРИ [6], представляющие собой значения пожизненного риска радиогенного рака, нормированные на единицу эффективной дозы для этого исследования.

На рисунках 6, 7 и 8 представлены возрастные зависимости (данные по полу усреднены) пожизненного риска радиогенного рака, нормированные на единицу эффективной дозы, для разных РРИ. Там же представлены

аналогичные зависимости для равномерного облучения тела пациента, т.е. когда в формировании суммарного радиогенного риска участвуют все радиочувствительные органы. Можно отметить, что кривые возрастной зависимости пожизненного риска радиогенного рака для исследований области грудной клетки (легкие, ГОП) лежат существенно выше кривой равномерного облучения для пациентов старше ~35 лет. Это связано с тем, что для таких органов, как легкие, пищевод и ККМ, которые подвергаются наибольшему облучению в этом случае, риск радиогенного рака либо медленно уменьшается с увеличением возраста пациента (ККМ), либо достигает максимальных значений в возрасте 45 лет (легкие) или 75 лет (пищевод), тогда как при равномерном облучении организма наблюдается выраженное уменьшение риска с возрастом. Однако при исследованиях ШОП наблюдается обратная картина, т.к. для наиболее облучаемого органа в этом случае (щитовидная железа) риск радиогенного рака резко уменьшается с увеличением возраста, гораздо быстрее, чем в случае равномерного облучения. Для ряда РРИ возрастные зависимости пожизненного риска радиогенного рака мало отличаются от аналогичной зависимости для равномерного облучения.

Таблица 1

Сравнение доз в органах и их отношений к эффективной дозе при проведении некоторых рентгенографических процедур в Англии и РФ

Область исследования (проекция)	Два органа с максимальными поглощенными дозами (мГр)		Эффективная доза ¹⁾ /доза в органе, мЗв/мГр	
	Англия [6]	РФ [4]	Англия [6]	РФ [4]
Череп (ПЗ ²⁾)	Головной мозг/слюнные железы			
	0,52/0,37	0,62/0,57	0,063/0,090	0,053/0,06
Легкие (ЗП ³⁾)	Надпочечники/легкие			
	0,052/0,046	0,41/0,38	0,27/0,30	0,27/0,29
ПОП (ПЗ)	Желудок/желчный пузырь			
	1,3/1,1	1,8/1,8	0,30/0,35	0,36/0,36
Таз (ПЗ)	Мочевой пузырь/простата			
	1,3/0,87	2,9/1,9	0,22/0,32	0,18/0,28

¹⁾ - согласно Публикации 103 МКРЗ; ²⁾ - передне-заднее облучение; ³⁾ - задне-переднее облучение.

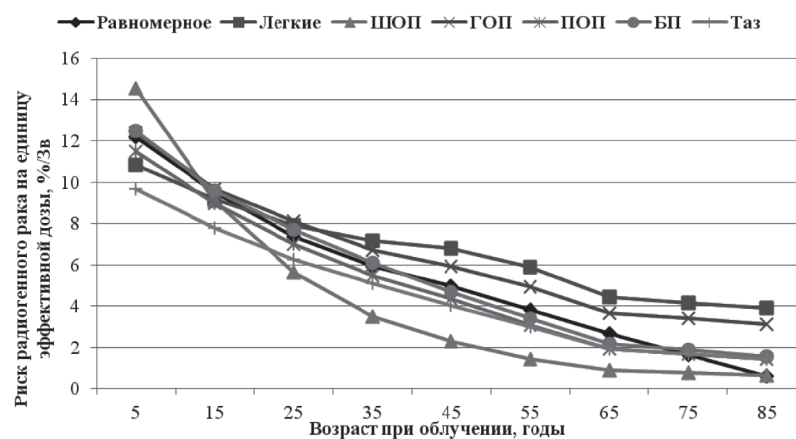


Рис. 6. Возрастные зависимости пожизненного риска смертности от радиогенного рака для отдельных рентгенографических исследований и при равномерном облучении [6]

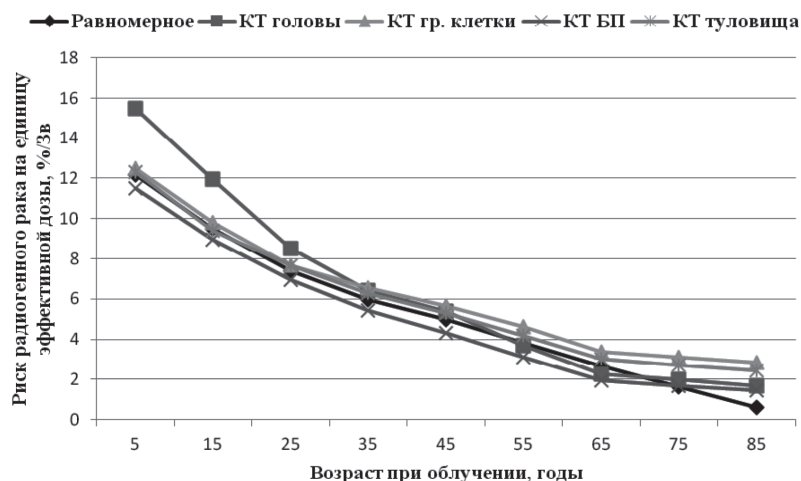


Рис. 7. Возрастные зависимости пожизненного риска смертности от радиогенного рака для отдельных КТ-исследований и при равномерном облучении [6]

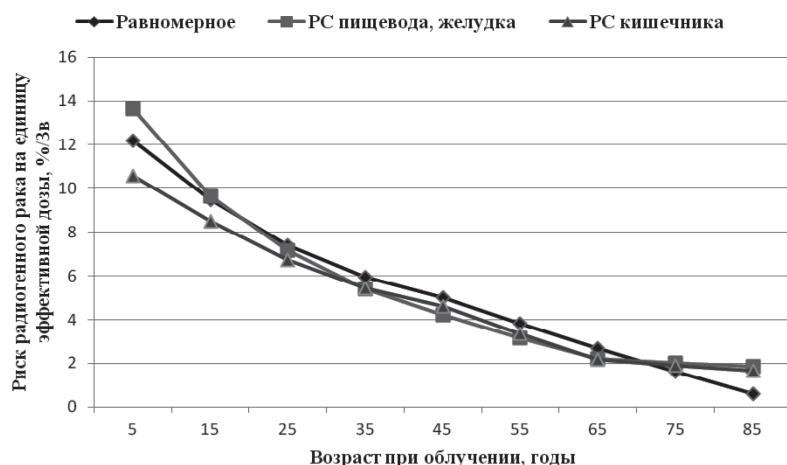


Рис. 8. Возрастные зависимости пожизненного риска смертности от радиогенного рака для отдельных рентгеноскопических (РС) исследований и при равномерном облучении [6]

Учет влияния возможных наследственных эффектов за счет облучения гонад у пациентов репродуктивного возраста может увеличить суммарное значение коэффициента риска при равномерном облучении не более чем на 9% (0,5% / 5,5%). Предварительные расчеты показали, что для реальных РРИ с их возрастным распределением пациентов, сдвинутым в область нерепродуктивного возраста, эта добавка к риску радиогенного рака за счет наследственных эффектов не превышает 5% и в дальнейшем в расчетах не учитывалась.

Результаты и обсуждение

С использованием вышеописанной методологии и исходных данных, были рассчитаны значения корректирующих факторов к эффективным дозам, позволяющие более корректно учесть риск радиогенного рака с учетом половозрастных распределений пациентов, характерных для различных РРИ.

Рентгенография была представлена исследованиями следующих отделов организма: легких, ШОП, ГОП, ПОП,

БП и таза; компьютерная томография – исследованиями черепа, грудной клетки, БП и всего туловища; рентгеноскопия – исследованиями пищевода и желудка, кишечника. Исследования указанных отделов организма в рамках каждой из рассматриваемых медицинских технологий, согласно данным формы № 3-ДОЗ для РФ за 2013 г., дают вклад в коллективную дозу медицинского облучения от 74% до 80%.

В качестве примера рассчитаем значение корректирующего фактора к эффективной дозе при проведении рентгенографии ПОП. Необходимые для расчета данные и результаты представлены в таблице 2. Используется возрастное распределение пациентов по десятилетним интервалам (столбец 2) и соответствующий каждому возрастному интервалу корректирующий фактор (столбец 3) для процедуры рентгенографии ПОП (см. рис. 6). Суммарное значение корректирующего фактора к эффективной дозе при проведении рентгенографии ПОП рассчитывается суммированием произведений данных из 2-го и 3-го столбцов таблицы 2.

Таблица 2

Исходные данные и результаты расчета значения корректирующего фактора к эффективной дозе при проведении рентгенографии ПОП

Возраст пациента	Возрастной корректирующий фактор для исследования ПОП	Распределение пациентов, %	Суммарное значение корректирующего фактора для исследования ПОП
0–9	2,09	1,14	0,71
10–19	1,64	5,72	
20–29	1,27	8,88	
30–39	1,00	14,83	
40–49	0,79	16,36	
50–59	0,56	17,16	
60–69	0,35	13,90	
70+	0,26	22,01	

Окончательные результаты расчетов значений корректирующих факторов к эффективной дозе при проведении как отдельных РРИ, так и более широких групп медицинских исследований (флюорография, рентгенография, рентгеноскопия и компьютерная томография) представлены в таблице 3. Переход от значений корректирующих факторов для отдельных РРИ к их значениям для широких групп медицинских исследований осуществлялся путем арифметического усреднения первых. Для сравнения, используя данные формы № 3-ДОЗ для России за 2013 г., рассчитали корректирующие факторы для тех же групп медицинских исследований путем взвешивания факторов отдельных РРИ по доле их вклада в коллективную дозу соответствующей медицинской технологии. Полученные таким образом значения корректирующих факторов не отличались от средних арифметических значений более чем на 5%.

Таблица 3

Корректирующие факторы к значениям эффективных доз

РРИ	Корректирующий фактор
<i>Флюорография органов грудной клетки</i>	$K_{\Phi} = 0,9$
<i>Рентгенография</i>	$K_{РГ} = 0,8$
легких	1,00
ШОП	0,55
ГОП	1,04
ПОП	0,71
БП	0,79
таза	0,56
<i>Компьютерная томография</i>	$K_{КТ} = 0,7$
черепа	0,78
грудной клетки	0,79
БП	0,53
всего туловища	0,74
<i>Рентгеноскопия</i>	$K_{РС} = 0,7$
пищевода и желудка	0,78
кишечника	0,55

Видно, что абсолютные значения корректирующих факторов для подавляющего числа РРИ меньше единицы. Это связано, в основном, с тем, что возрастной состав пациентов смещен в сторону пожилых людей, для которых коэффициент риска меньше номинального, используемого в концепции эффективной дозы. Таким образом, в отличие от индивидуального риска, когда использование концепции эффективной дозы для молодых пациентов будет приводить к недооценке риска, при расчете коллективного риска конкретного РРИ с учетом возрастного состава пациентов в подавляющем большинстве случаев использование концепции эффективной дозы будет консервативной оценкой риска.

Расчет коллективного риска R от медицинского облучения с коррекцией на возрастную зависимость коэффициентов риска радиогенного рака, используя данные, содержащиеся в результатах радиационно-гигиенической паспортизации в субъектах РФ, можно выполнить с помощью соотношения:

$$R = 0,055 \times (0,9 \times E_{\Phi}^{\text{колл}} + 0,8 \times E_{РГ}^{\text{колл}} + 0,7 \times E_{РС}^{\text{колл}} + 0,7 \times E_{КТ}^{\text{колл}}) \quad (1)$$

где: R – коллективный риск возникновения стохастических эффектов в течение всей оставшейся жизни; $E_{\Phi}^{\text{колл}}$, $E_{РГ}^{\text{колл}}$, $E_{РС}^{\text{колл}}$, $E_{КТ}^{\text{колл}}$ – значения коллективных эффективных доз для различных медицинских технологий проведения РРИ (эти данные представлены в радиационно-гигиенических паспортах субъектов РФ), чел \times Зв; 0,055 Зв $^{-1}$ – номинальный коэффициент риска радиогенного рака (усредненный по возрасту и полу).

Основываясь на данных радиационно-гигиенической паспортизации в субъектах РФ за 2013 г., можно показать, что использование вышеописанного подхода, учитывающего половозрастную зависимость коэффициентов риска вместо концепции эффективной дозы с номинальным коэффициентом риска, уменьшит значение коллективного риска за счет выполнения медицинских исследований в РФ в 2013 г. на 26%.

Закключение

Разработан подход, позволяющий более корректно, с учетом половозрастных зависимостей коэффициентов риска радиогенного рака и распределения пациентов,

оценивать коллективный риск от проведения рентгенорадиологических медицинских исследований.

К сожалению, пока что не представляется возможным полностью реализовать его, основываясь на российских данных. Для решения этой задачи необходимо изменить содержание собираемых статистических данных в отношении медицинского облучения в РФ (форма № 3-ДОЗ). Представляется необходимым дополнить их данными о половозрастном составе пациентов, подвергающихся различным РРИ, и основными параметрами режимов проведения РРИ. Последние необходимы для оценки типичных значений органных и эффективных доз с целью расчета специфических значений коэффициентов риска для отдельных РРИ или более укрупненных медицинских технологий (рентгенография, компьютерная томография и т.п.).

Литература

1. Международная комиссия по радиационной защите. Публикация 103 МКРЗ / под ред. Д. Валентина. – М.: ФМБЦ им. А.И. Бурназяна, 2009.
2. Martin, C.J. Effective dose: how should it be applied to medical exposures? Br J Radiol, 2007, 80, 639-647.
3. Brenner, D.J. Effective dose: a flawed concept that could and should be replaced. Br J Radiol, 2008, 81, 521-523.
4. Балонов, М.И. Риск стохастических эффектов облучения вследствие рентгенографических исследований: зависимость от пола и возраста пациента/ М.И. Балонов, В.Ю. Голиков, С.А. Кальницкий [и др.] // Медицинская радиология и радиационная безопасность. – 2011. – Т 56, № 4. – С. 71-79.
5. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation 2006 Report: Effects of ionizing radiation – UNSCEAR, 2006, Volume 1. United Nations, New York
6. Wall, B.F., Haylock, R., Jansen, J.T.M., Hillier, M.C., Hart, D., Shrimpton, P.C., Radiation Risks from Medical X-ray Examinations as a Function of the Age and Sex of the Patient. Report HPACRCE-028. Health Protection Agency, 2011, Chilton.
7. Методические рекомендации. Оценка радиационного риска у пациентов при проведении рентгенорадиологических исследований (МР 2.6.1. 098-15). – М.: Роспотребнадзор, 2015.
8. European Guidance on Estimating Population Doses from Medical X-Ray Procedures. Radiation Protection, 2008, №154, European Commission.
9. Голиков, В.Ю. Уровни облучения пациентов при проведении рентгенологических исследований в Санкт-Петербурге и Ленинградской области / В.Ю. Голиков, М.И. Балонов, С.А. Кальницкий // Радиационная гигиена. – 2011. – Т. 4, № 1. – С. 5–13.
10. Братилова, А.А. Уровни облучения пациентов при проведении рентгеновской компьютерной томографии в медицинских организациях Санкт-Петербурга и Ленинградской области / А.В. Братилова, В.Ю. Голиков, С.А. Кальницкий // Радиационная гигиена. – 2014. – Т. 7, № 3. – С. 33–38.
11. Балонов, М.И. Современные уровни медицинского облучения в России / М.И. Балонов [и др.] // Радиационная гигиена. – 2015. – Т. 8, № 3. – С. 67–79.

Поступила: 19.10.2015 г.

Голиков Владислав Юрьевич – старший научный сотрудник, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева, Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. Адрес: 197101, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8. Телефон: 8-921-302-21-91. E-mail: sg235@rambler.ru

• **Голиков В.Ю. Оценка рисков медицинского облучения на основе данных радиационно-гигиенической паспортизации в субъектах Российской Федерации // Радиационная гигиена. – 2015. – Т. 8, № 4. – С. 6–14.**

Medical irradiation risk assessment based on the data of radiation-hygienic passportization in the regions of the Russian Federation

Golikov Vladislav Ju. — Senior Researcher, Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being (Mira St., 8, Saint-Petersburg, 197101, Russia; e-mail: sg235@rambler.ru)

Abstract

This article is aimed at methodology development for collective risk assessment of medical irradiation, basing on results of radiation-hygienic passportization in the Russian Federation regions, i.e. using values of collective effective doses for big groups of medical technologies: photoroentgenography, roentgenography, roentgenoscopy, and computer tomography. Use of the effective dose concept for medical irradiation risk definition involves a number of essential restrictions. Age and sex of the employees and of general population (effective dose concept has been developed for these groups of people) may essentially differ from those in patients. Lifelong risk of stochastic effects occurrence in children is 2-3 times higher than the rating values used in effective dose concept, while for elderly people (about 60 years at irradiation time) it's 4-5 times lower. The article suggests the algorithm of effective doses values correcting factors assessment for consideration of dependence of radiogenic cancer risk factors on age and sex. This enables to assess more correctly collective risk of radiology and nuclear medicine imaging. Since patients tend to be elderly and their risk factor is below the rating used in the effective dose concept, the values of these correcting factors for most radiology and nuclear medicine imaging are below one. Thus, in most cases, the effective dose concept leads to conservative assessment of medical irradiation collective risk.

Key words: radiology and nuclear medicine imaging, medical irradiation, patients, radiogenic cancer risk, effective dose.

References

1. Mezhdunarodnaja komissija po radiacionnoj zashhite. Publikacija 103 MKRZ/Pod red. D. Valentina [International Commission on Radiation Protection. Publication 103 MKRZ/under the editorship of D. Valentine], M, A.I. Burnazyan FMBTS, 2009.
2. Martin, C.J. Effective dose: how should it be applied to medical exposures? Br J Radiol, 2007. 80, 639-647.
3. Brenner, D.J. Effective dose: a flawed concept that could and should be replaced. Br J Radiol, 2008, 81, 521-523.
4. Balonov M.I., Golikov V.Ju., Kal'nickij S.A. [et al] Risk stohasticheskikh jeffektov obluchenija vsledstvie rentgenograficheskikh issledovanij: zavisimost' ot pola i vozrasta pacienta [Risk of irradiation stochastic effects due to radiographic imaging: dependence on the patient's sex and age]. Medicinskaja radiologija i radiacionnaja bezopasnost' - Medical radiology and radiation safety, 2011, vol. 56, No 4, pp. 71-79.
5. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation 2006 Report: Effects of ionizing radiation – UNSCEAR, 2006, Volume 1. United Nations, New York
6. Wall, B.F., Haylock, R., Jansen, J.T.M., Hillier, M.C., Hart, D., Shrimpton, P.C., Radiation Risks from Medical X-ray Examinations as a Function of the Age and Sex of the Patient. Report HPACRCE-028. Health Protection Agency, 2011, Chilton.
7. Metodicheskie rekomendacii. Ocenka radiacionnogo riska u pacientov pri provedenii rentgenoradiologicheskikh issledovanij (MR 2.6.1. 098-15) [Guidelines. Radiation risk assessment in patients at carrying out of radiology and nuclear medicine imaging (MP 2.6.1. 098-15)], M, Rospotrebnadzor, 2015.
8. European Guidance on Estimating Population Doses from Medical X-Ray Procedures. Radiation Protection, 2008, No154, European Commission.
9. Golikov V.Ju., Balonov M.I., Kal'nickij S.A. Urovni obluchenija pacientov pri provedenii rentgenologicheskikh issledovanij v Sankt-Peterburge i Leningradskoj oblasti [Levels of patients irradiation at carrying out of radiological imaging in Saint-Petersburg and the Leningrad region]] Radiacionnaja gigiena -Radiation Hygiene, 2011, Volume 4, No 1, pp. 5-13.
10. Bratilova A.V., Golikov V.Ju., Kal'nickij S.A. Urovni obluchenija pacientov pri provedenii rentgenovskoj komp'juternoj tomografii v medicinskih organizacijah Sankt-Peterburga i Leningradskoj oblasti [Levels patients irradiation at carrying out of X-ray computer tomography in the medical institutions of Saint-Petersburg and the Leningrad region]. Radiacionnaja gigiena -Radiation Hygiene, 2014, vol. 7, No 3, pp. 33-38.
11. Balonov M.I., Golikov V.Ju., Zvonova I.A. [et al] Sovremennye urovni medicinskogo obluchenija v Rossii [Modern levels of medical irradiation in Russia].]. Radiacionnaja gigiena -Radiation Hygiene, 2015, vol. 8, No 3, pp. 67-79.

• **Golikov Vladislav Ju. Ocenka riskov medicinskogo obluchenija na osnove dannyh radiacionno-gigienicheskoy pasportizacii v sub#ektah Rossijskoj Federacii [Medical irradiation risk assessment based on the data of radiation-hygienic passportization in the Russian Federation entities]. Radiacionnaja gigiena – Radiation Hygiene, 2015, Vol. 8, №4, pp. 6-14.**



Golikov Vladislav Ju.

Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev

Address for correspondence: Mira St., 8, Saint-Petersburg, 197101, Russia; e-mail: sg235@rambler.ru