

Оценка доз медицинского облучения при рентгенографических стоматологических исследованиях

И.Г. Шацкий

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, Россия

Цель исследования заключается в оценке эффективных доз пациентов при выполнении денальных исследований (внутриротовых прицельных снимков), сравнении полученных данных с литературными, а также со справочными значениями, приведенными в методических рекомендациях «Заполнение форм федерального государственного статистического наблюдения № 3-ДОЗ» и до сих пор нередко используемыми для заполнения формы вместо измеренных значений. В рамках данной работы в 2016–2018 гг. были обследованы 44 рентгеностоматологических аппарата в 37 стоматологических медицинских организациях в г. Санкт-Петербурге и Ленинградской области. Были включены семь рентгенографических исследований: прицельные снимки трех групп зубов (резцы, премоляры и моляры) для верхней и нижней челюсти и рентгенография прикуса. Были собраны физико-технические и геометрические параметры для выбранных типов исследований стандартных пациентов: напряжения на рентгеновской трубке, общая фильтрация, радиационный выход, комбинация времени и тока экспозиции или экспозиция, область исследования, размеры поля облучения; фокусное расстояние. Далее были выполнены расчеты входной дозы в воздухе на базе значений радиационного выхода аппаратов. Затем на основании информации о параметрах проведения процедур и входной дозы были вычислены с использованием программы РСХМС эффективные дозы. Представлены полученные значения эффективных доз для всех аппаратов и исследований, включенных в данную работу. Для большинства аппаратов значения находятся в диапазоне от 0,5 до 10,7 мкЗв, что значительно меньше значений, используемых при заполнении формы 3-ДОЗ. Результаты оценки эффективной дозы достаточно однородны. Только на одном аппарате были зарегистрированы аномально высокие дозы, значительно превышающие не только значения доз на остальных аппаратах, но и значения из рекомендаций по заполнению формы 3-ДОЗ. Показаны распределения числа аппаратов по интервалам эффективной дозы. Медианы значений эффективной дозы для аппаратов с пленочными приемниками составили для резцов верхней челюсти – 3,2 мкЗв, премоляров верхней челюсти – 3,8 мкЗв, моляров верхней челюсти – 6,8 мкЗв, для резцов, премоляров и моляров нижней челюсти – 3,2; 3,4 и 5,8 мкЗв соответственно, а для рентгенографии прикуса – 6,7 мкЗв. Для аппаратов с цифровыми приемниками: 1 мкЗв, 1,2 мкЗв, 2,2 мкЗв – для верхней челюсти, 1 мкЗв, 1,3 мкЗв, 2 мкЗв – для нижней челюсти и 2,8 мкЗв – для прикуса соответственно. Обращает на себя внимание существенная ширина диапазонов без выбросов для исследований моляров обеих челюстей, что является поводом для возможного усиления оптимизационных мероприятий при проведении данных исследований. При сравнении с опубликованными данными установлено, что эффективные дозы в Санкт-Петербургских и областных стоматологических учреждениях ниже, чем значения, полученные при использовании стандартного круглого коллиматора и пленок средней и высокой чувствительности (класс D и F соответственно), а также ниже уровней доз в рекомендациях Европейской комиссии. Кроме того, результаты данного исследования существенно ниже значений, приведенных в методических рекомендациях «Заполнение форм федерального государственного статистического наблюдения № 3-ДОЗ» и до сих пор нередко используемых для заполнения формы вместо измеренных значений, что свидетельствует о завышении оценок доз пациентов при использовании справочных значений из руководства по форме 3-ДОЗ и необходимости использовать дозы пациентов, полученные на основании измерений и последующих расчетов. Однако эффективные дозы в Санкт-Петербурге и Ленинградской области выше, чем полученные при использовании квадратного коллиматора и пленок высокой чувствительности. Приведенные результаты позволяют говорить о необходимости и возможностях проведения оптимизации при рентгеностоматологических исследованиях в Санкт-Петербурге и Ленинградской области. Анализ аналогичных исследований по другим рентгенодиагностическим техникам позволяет экстраполировать данное утверждение на остальные регионы России.

Ключевые слова: медицинское облучение, рентгенографический исследования, стоматологические исследования, пациенты, эффективная доза.

Шацкий Илья Геннадьевич

Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева.

Адрес для переписки: 197101, Россия, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8; E-mail: I.Shatskiy@niirg.ru

Введение

Рентгеновские стоматологические исследования являются одним из наиболее распространенных видов рентгенологических исследований населения [1, 2], и их число имеет тенденцию к постоянному росту со временем. В последние десятилетия в России ежегодно проводится более 30 млн рентгенограмм зубов, челюстей и других костей лицевого черепа, что составляет более 20% от всех снимков, и около 40% рентгенограмм костно-суставной системы, по данным заполнения формы статистического наблюдения №3-ДОЗ «Дозы облучения пациентов при проведении медицинских рентгенорадиологических диагностических исследованиях».

К традиционной задаче рентгеновской стоматологии – выявлению и уточнению природы заболеваний зубочелюстной системы – добавляется использование рентгенологических методик при оценке динамики течения патологических процессов, определении результатов консервативного и хирургического лечения и полноты реконвалесценции.

По этой причине необходима оценка доз для возможности оптимизации проведения рентгеностоматологических исследований и разработки системы обоснования назначения процедур [3].

Цель исследования – оценка эффективных доз пациентов для дентальных исследований (внутриротовых прицельных снимков), сравнение полученных данных с литературными, а также со справочными значениями, приведенными в методических рекомендациях «Заполнение форм федерального государственного статистического наблюдения № 3-ДОЗ» и нередко используемыми для заполнения формы вместо измеренных значений.

Материалы и методы

В рамках данной работы в 2016–2018 гг. были обследованы 44 рентгеностоматологических аппарата в 37 стоматологических медицинских организациях в г. Санкт-Петербурге и Ленинградской области. Были включены 7 рентгенографических исследований: прицельные снимки трех групп зубов (резцы, премоляры и моляры) для верхней и нижней челюсти и рентгенография прикуса.

В качестве исходной информации для определения эффективной дозы использовались:

- физико-технические измеряемые параметры, определяющие поле рентгеновского излучения:
 - значение высокого напряжения на рентгеновской трубке (кВ);
 - общая толщина и материал фильтра рентгеновского аппарата (мм Al);
 - радиационный выход рентгеновского аппарата ($\text{мГр} \times \text{м}^2$)/($\text{мА} \times \text{с}$)
 - комбинация время (с) и ток (мА) экспозиции или экспозиция ($\text{мА} \times \text{с}$);
- геометрические параметры рентгенологического исследования:
 - область исследования;
 - размеры поля облучения (высота и ширина пучка на коже);
 - фокусное расстояние (расстояние от фокуса рентгеновской трубки до приемника изображения).

Сбор данных был стандартизован. Во всех организациях для каждого аппарата информация о средних параметрах проведения процедур заносилась в анкетные бланки.

Общая фильтрация рентгеновского излучения составляла не менее 2,5 мм Al, расстояние источник – приемник – 20 см для всех исследований.

При этом радиационный выход аппарата определяется на основании измерений в рамках контроля эксплуатационных параметров рентгеновского аппарата в соответствии с требованиями МУ 2.6.1.2944-11. Далее проводился расчет входной дозы в воздухе по формуле:

$$D_{\text{вх}} = R \cdot Q / (r)^2 = R \cdot i \cdot t / (r)^2, \text{ мГр (1)}$$

где R – радиационный выход, $\text{мГр} \cdot \text{м}^2 / \text{мА} \cdot \text{с}$, – определяли по МУК 2.6.1.1797-03;

r – расстояние от фокуса трубки до поверхности тела пациента, м;

Q – экспозиция, $\text{мА} \cdot \text{с}$;

i – анодный ток, мА ;

t – выдержка (продолжительность включения высокового напряжения), с.

Затем на основании исходной информации о параметрах проведения процедур и входной дозы были вычислены поглощенные дозы в органах и тканях, необходимые для оценки эффективной дозы [3, 4, 5]. Как поглощенные, так и эффективные дозы вычислялись с использованием программы РСХМС [5] для фантома стандартного взрослого человека ростом 174 см и весом 71,1 кг. Ось пучка находилась в сагиттальной плоскости фантома – для моделирования рентгенографии резцов и прикуса и под углом в 30° и 60° – для рентгенографии премоляров и моляров соответственно. При этом координаты центра пучка подбирались, исходя из проекций периапикальных областей соответствующих групп зубов на поверхность фантома. Для моделирования исследования прикуса также использовался кранио-каудальный угол 60°. Во всех случаях расстояние фокус – кожа составляло 20 см, а размер поля – 5,3×5,3 см (по площади эквивалентный круглому коллиматору диаметром 6 см).

Результаты и обсуждение

Типичные параметры проведения процедур при внутриротовой рентгенографии и рассчитанные значения эффективных доз приведены в таблице 1. Рассчитанные значения эффективных доз для всех аппаратов и всех исследований, включенных в данную работу, представлены на рисунках 1 и 2.

Для большинства аппаратов значения эффективных доз находятся в диапазоне от 0,5 до 10,7 мкЗв, что значительно меньше значений 40 мкЗв и 20 мкЗв, рекомендуемых при заполнении формы 3-ДОЗ (методические рекомендации «Заполнение форм федерального государственного статистического наблюдения № 3-ДОЗ» № 0100/1659-07-26 от 16 февраля 2007 г.). Необходимо сказать, что в новой, подготовленной в 2014 г., редакции методических указаний для этого вида дентальных исследований предлагается использовать значение эффективной дозы 10 мкЗв и 3 мкЗв для пленочных и цифровых приемников излучения соответственно.

Результаты оценки эффективной дозы для этих аппаратов достаточно однородны, что говорит о схожести условий проведения на них процедур. Но на одном аппарате зарегистрированы дозы, значительно превышающие значения доз на остальных аппаратах.

Типичные параметры проведения процедур и эффективные дозы при внутриротовой рентгенографии

Таблица 1

[Table 1

Typical parameters of the procedure and effective doses for intraoral radiography]

Исследование [Examination]	Напряжение на трубке (кВ) [X-ray tube voltage (kV)]	Время (с) [Exposure time (s)]	Входная доза (мГр) [EAK (mGy)]	Эффективная доза (мкЗв) [Effective Dose ICRP103 (μSv)]	
Пленка [film]	Верхние резцы [maxilla incisor]	50	1,43	8,75	12,4
		60	0,22	1,39	2,5
		70	0,20	1,39	3,4
	Верхние премоляры [maxilla premolar]	50	2,14	13,13	17,4
		60	0,28	1,67	2,9
		70	0,25	1,73	4,0
	Верхние моляры [maxilla molar]	50	2,14	13,13	31,0
		60	0,34	2,11	5,7
		70	0,31	2,18	7,1
	Нижние резцы [mandibula incisor]	50	1,43	8,75	14,6
		60	0,20	1,25	2,7
		70	0,16	1,11	3,2
	Нижние премоляры [mandibula premolar]	50	2,14	13,13	20,4
		60	0,21	1,37	2,8
		70	0,20	1,39	3,8
	Нижние моляры [mandibula molar]	50	2,14	13,13	33,2
		60	0,25	1,67	4,9
		70	0,25	1,67	6,0
	Прикус [bitewing]	50	2,14	13,13	18,9
		70	0,25	2,15	5,9
	Цифровой приемник [digital detector]	Верхние резцы [maxilla incisor]	60	0,06	0,54
65			0,06	0,46	1,0
70			0,06	0,66	1,6
Верхние премоляры [maxilla premolar]		60	0,08	0,52	1,0
		63	0,06	0,73	1,5
		65	0,08	0,57	1,1
Верхние моляры [maxilla molar]		60	0,08	0,81	1,8
		63	0,10	0,65	1,9
		65	0,08	0,97	2,9
Нижние резцы [mandibula incisor]		60	0,05	0,44	1,0
		63	0,05	0,37	0,9
		65	0,05	0,47	1,2
Нижние премоляры [mandibula premolar]		60	0,06	0,41	0,9
		63	0,05	0,61	1,5
		65	0,06	0,47	1,1
Нижние моляры [mandibula molar]		60	0,07	0,63	1,6
		63	0,06	0,41	1,3
		65	0,06	0,73	2,4
Прикус [bitewing]		60	0,08	0,60	1,9
		63	0,08	0,74	2,7
		65	0,05	0,32	0,7
	70	0,08	1,16	2,9	

Типичный ток (мА) [current (mA)] – 7 мА.

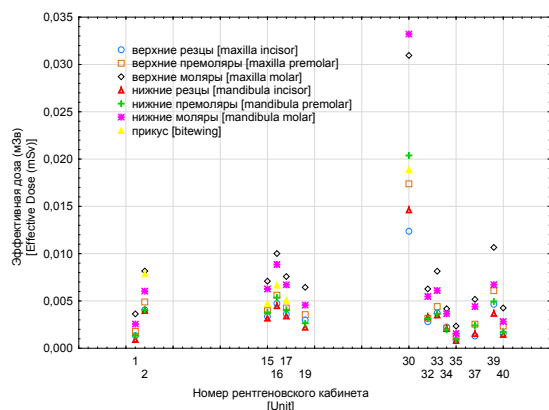


Рис 1. Значения эффективной дозы у пациентов при рентгенографических стоматологических исследованиях на аппаратах с пленкой в Санкт-Петербурге и Ленинградской области

[Fig. 1. Values of the effective dose of patients for radiographic dental studies on x-ray units with films in St. Petersburg and Leningrad region]

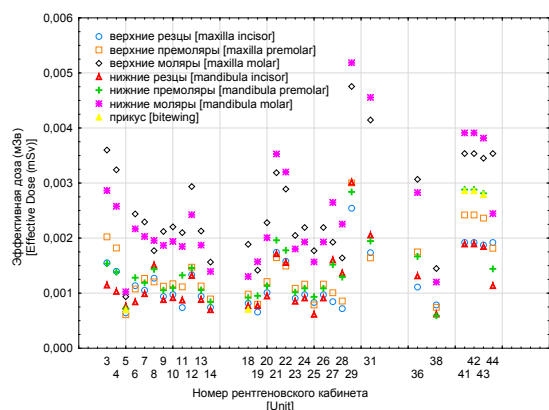


Рис 2. Значения эффективной дозы у пациентов при рентгенографических стоматологических исследованиях на аппаратах с цифровым приемником в Санкт-Петербурге и Ленинградской области

[Fig. 2. Values of the effective dose of patients for radiographic dental studies on x-ray units with digital detector in St. Petersburg and Leningrad region]

Типичные значения эффективных доз, а также органов с наибольшими поглощенными дозами и значения поглощенных доз в них для каждого вида исследований, рассмотренного в работе, представлены в таблице 2.

Максимальные поглощенные дозы наблюдаются в слизистой оболочке рта, только для исследований моляров уступая слюнным железам. В целом, красный костный мозг и щитовидная железа (ткани с большими взвешивающими коэффициентами w_T) получают лишь небольшую долю дозы, за исключением исследований прикуса, где щитовидная железа является органом со второй по величине поглощенной дозой.

Для остальных органов значения поглощенных доз существенно меньше приведенных в таблице 2, и можно признать, что они не вносят значительного вклада в расчет эффективной дозы.

Медианы значений эффективной дозы для аппаратов с пленочными приемниками составили для резцов верхней че-

люсти 3,2 мкЗв, премоляров верхней челюсти – 3,8 мкЗв, моляров верхней челюсти – 6,8 мкЗв, для резцов, премоляров и моляров нижней челюсти – 3,2 мкЗв; 3,4 мкЗв и 5,8 мкЗв соответственно, а для рентгенографии прикуса – 6,7 мкЗв. Для аппаратов с цифровыми приемниками: 1 мкЗв, 1,2 мкЗв, 2,2 мкЗв – для верхней челюсти, 1 мкЗв, 1,3 мкЗв, 2 мкЗв – для нижней челюсти и 2,8 мкЗв для прикуса соответственно.

Также на рисунках 3 и 4 показаны квантили и диапазоны без выбросов значений эффективной дозы для различных исследований. Обращает на себя внимание существенная ширина диапазонов без выбросов для исследований моляров обеих челюстей, что является поводом для возможного усиления оптимизационных мероприятий при проведении данных исследований. Медианы значений в распределении эффективных доз для аппаратов с пленочным приемником смещены в сторону высоких доз, что позволяет говорить о недостаточной оптимизации для этого варианта исследований. Для аппаратов с цифровыми приемниками, наоборот, медианы смещены в сторону низких значений, что свидетельствует о достаточно высоком уровне оптимизации проведения рентгеностоматологических исследований.

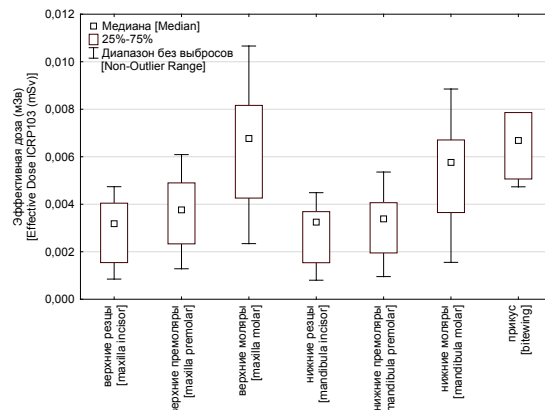


Рис 3. Медианы, квантили и диапазоны без выбросов значений эффективной дозы для различных исследований на аппаратах с пленкой

[Fig. 3. Medians, quantiles and ranges without emission of effective dose values for various examinations on x-ray units with films]

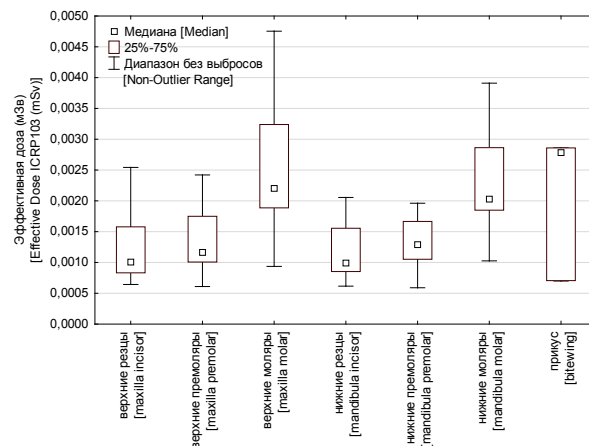


Рис 4. Медианы, квантили и диапазоны без выбросов значений эффективной дозы для различных исследований на аппаратах с цифровыми приемниками

[Fig. 4. Medians, quantiles and ranges without emission of effective dose values for various examinations on x-ray units with digital detectors]

Таблица 2
[Table 2]

Эффективная доза (мкЗв) за исследование и органы с наибольшими поглощенными дозами (мкГр)
Effective dose (μSv) for the examination and organs with the highest absorbed doses (μGy)

Исследование [Examination]	Орган, поглощенная доза (мкГр) [Organ, organ dose (μGy)]						Эффективная доза (мкЗв) [Effective Dose (μSv)]		
	Слизистая рта [Oral mucosa], 147,4	ВДП ¹⁾ [Extrathoracic airways], 67,2	Скелет [Skeleton], 23,1	Головной мозг [Brain], 11,2	Лимфатические узлы [Lymph nodes], 9,8	Слюнные железы [Salivary glands], 9		ККМ ²⁾ [RBM], 4,6	Кожа [Skin], 4
Верхние резцы [maxilla incisor]	Слизистая рта [Oral mucosa], 147,4	ВДП ¹⁾ [Extrathoracic airways], 67,2	Скелет [Skeleton], 23,1	Головной мозг [Brain], 11,2	Лимфатические узлы [Lymph nodes], 9,8	Слюнные железы [Salivary glands], 9	ККМ ²⁾ [RBM], 4,6	Кожа [Skin], 4	3,2
Верхние премоляры [maxilla premolar]	Слизистая рта [Oral mucosa], 170,3	ВДП [Extrathoracic airways], 71,2	Скелет [Skeleton], 26,5	Головной мозг [Brain], 16,6	Слюнные железы [Salivary glands], 14,6	Лимфатические узлы [Lymph nodes], 10,9	ККМ [RBM], 5,3	Кожа [Skin], 5	3,8
Верхние моляры [maxilla molar]	Слюнные железы [Salivary glands], 370,9	Слизистая рта [Oral mucosa], 132,9	Лимфатические узлы [Lymph nodes], 33	Скелет [Skeleton], 26,2	Головной мозг [Brain], 24,3	ВДП ¹⁾ [Extrathoracic airways], 23,8	Кожа [Skin], 6,8	ККМ [RBM], 5,3	6,8
Нижние резцы [mandibula incisor]	Слизистая рта [Oral mucosa], 138,4	ВДП [Extrathoracic airways], 44	Слюнные железы [Salivary glands], 39,8	Скелет [Skeleton], 17,4	Лимфатические узлы [Lymph nodes], 9,5	Щитовидная железа [Thyroid], 8	Кожа [Skin], 4,5	ККМ [RBM], 3,5	3,2
Нижние премоляры [mandibula premolar]	Слизистая рта [Oral mucosa], 147,1	ВДП [Extrathoracic airways], 46,6	Слюнные железы [Salivary glands], 45,7	Скелет [Skeleton], 18,1	Лимфатические узлы [Lymph nodes], 10,3	Щитовидная железа [Thyroid], 7	Кожа [Skin], 5,5	ККМ [RBM], 3,5	3,4
Нижние моляры [mandibula molar]	Слюнные железы [Salivary glands], 320,7	Слизистая рта [Oral mucosa], 110,6	Лимфатические узлы [Lymph nodes], 30,3	ВДП [Extrathoracic airways], 28,4	Скелет [Skeleton], 16,1	Кожа [Skin], 7,3	Щитовидная железа [Thyroid], 4,5	ККМ [RBM], 3,2	5,8
Прикус [bitewing]	Слизистая рта [Oral mucosa], 189,6	Щитовидная железа [Thyroid], 58,4	ВДП [Extrathoracic airways], 39,2	Скелет [Skeleton], 26,6	Слюнные железы [Salivary glands], 21,4	Кожа [Skin], 14,1	Лимфатические узлы [Lymph nodes], 10,6	ККМ [RBM], 5,6	6,7
Цифровой приемник [digital detector]									
Верхние резцы [maxilla incisor]	Слизистая рта [Oral mucosa], 48,4	ВДП [Extrathoracic airways], 20,6	Скелет [Skeleton], 7,5	Головной мозг [Brain], 3,4	Лимфатические узлы [Lymph nodes], 3	Слюнные железы [Salivary glands], 2,8	ККМ [RBM], 1,4	Кожа [Skin], 1,3	1
Верхние премоляры [maxilla premolar]	Слизистая рта [Oral mucosa], 54,8	ВДП [Extrathoracic airways], 21,5	Скелет [Skeleton], 8,4	Головной мозг [Brain], 5	Слюнные железы [Salivary glands], 4,4	Лимфатические узлы [Lymph nodes], 3,3	Кожа [Skin], 1,7	ККМ [RBM], 1,6	1,2
Верхние моляры [maxilla molar]	Слюнные железы [Salivary glands], 123,2	Слизистая рта [Oral mucosa], 42,4	Лимфатические узлы [Lymph nodes], 10,9	Скелет [Skeleton], 8,2	Головной мозг [Brain], 7,5	ВДП [Extrathoracic airways], 7,3	Кожа [Skin], 2,3	ККМ [RBM], 1,6	2,2

ном исследовании для аппаратов с цифровыми приемниками, близки с опубликованными значениями при использовании квадратного коллиматора и пленок высокой чувствительности.

В качестве возможных вариантов оптимизационных мероприятий можно рекомендовать использование при внутриротовой рентгенографии самых быстрых из доступных пленок, соответствующих удовлетворительным результатам диагностики [7–10], таких как пленки класса E или F ISO. Они уменьшают дозу пациента более чем на 50% по сравнению с пленками класса D. В настоящее время наиболее подходящими цифровыми приемниками изображения являются датчики на основе устройства с зарядовой связью (CCD), построенные по твердотельной технологии. С их использованием доза снижается почти на 50% по сравнению с пленкой класса E [10, 11].

Также уменьшение поля облучения до минимального размера, необходимого для получения изображения интересующего объекта, является очевидным средством ограничения дозы пациентов [7] и улучшает качество изображения [6] за счет уменьшения рассеянного излучения. Традиционно используется круговая коллимация для внутриротовой радиографии. Площадь круговой коллимации диаметром 6 см примерно на 135% больше, чем площадь обычной зубной пленки размером № 2 ($S = 12,71 \text{ см}^2$), что указывает на значительные возможности для дальнейшей коллимации [12]. Так как прямоугольный коллиматор существенно уменьшает дозу по сравнению с круглым [13–15], то радиографическое оборудование должно иметь прямоугольную коллимацию для рентгенограмм зубов и прикуса [11].

Заключение

Уровни облучения пациентов при проведении ден- тальных внутриротовых исследований на аппаратах с пленочными приемниками в Санкт-Петербурге и Ленинградской области ниже большинства опубликованных данных и существенно ниже значений, приведенных в методических рекомендациях «Заполнение форм федерального государственного статистического наблюдения № 3-ДОЗ» и до сих пор используемых для заполнения формы вместо измеренных значений, что искажает и завышает оценку доз пациентов. При этом значения эффективных доз, полученные в данной работе, выше полученных при использовании методов оптимизации высокого уровня (квадратный коллиматор и пленки высокой чувствительности). Тем самым подтверждается реальная возможность дальнейшего снижения уровней облучения пациентов при рентгенодиагностических стоматологических исследованиях.

Уровни облучения пациентов для аппаратов с цифровыми приемниками существенно ниже по сравнению с аппаратами с пленочными приемниками.

Литература

1. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Effects of Ionizing Radiation, UNSCEAR 2006 Report, Volume I, Annex A, NY, United Nations, 2008.
2. Tomohiro Okano Jaideep Sur. Radiation dose and protection in dentistry. Japanese Dental Science Review, Volume 46, Issue 2, August 2010, Pages 112-121.
3. International Commission on Radiological Protection «Radiological Protection in Medicine», ICRP Publication 105, Ann ICRP 37 (6). Elsevier; 2007.
4. Cristy M. Mathematical phantoms representing children of various ages for use in estimates of internal dose. Oak Ridge National Laboratory, ORNL/NUREG/TM-367 (1980).
5. Tapiovaara M., Lakkisto M., Servomaa A. PCXMC: A PC-based Monte Carlo program for calculating patient doses in medical x-ray examinations. Report STUK-A139, 2nd Edition. Helsinki, Finnish Centre for Radiation and Nuclear Safety, 2008.
6. S.C. White, M.J. Pharoah. Oral radiology: principles and interpretation. (6th ed.), Mosby Elsevier, St. Louis (2009).
7. European Commission. Radiation Protection 136. European Guidelines on Radiation Protection in Dental Radiology. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2004.
8. American Dental Association Council on Scientific Affairs: The use of dental radiographs. Update and recommendations. J Am Dent Assoc 2006;137:1304–12.
9. K. Syriopoulos, X.L. Velders, G.C.H. Sanderink, P.F. van der Stelt Sensitometric and clinical evaluation of a new F-speed dental X-ray film Dentomaxillofac Radiol, 30 (2001), pp. 40-44.
10. M. Alcaraz, C. Parra, Y. Martinez Beneyto, E. Velasco, M. Canteras Is it true that the radiation dose to which patients are exposed has decreased with modern radiographic films? Dentomaxillofac Radiol, 38 (2009), pp. 92-97.
11. S.C. White, E.W. Heslop, L.G. Hollender, K.M. Mosier, A. Ruprecht, M.K. ShROUT Parameters of radiologic care: an official report of the American Academy of oral and maxillofacial radiology Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 91 (2001), pp. 498-511.
12. K. Horner, P.N. Hirschmann Dose reduction in dental radiography J Dent, 18 (1990), pp. 171-184.
13. L.T. Kircos, L.L. Angin, L. Lortan Order of magnitude dose reduction in intraoral radiography J Am Dent Assoc, 114 (1987), pp. 344-347.
14. J.P. Freeman, J.W. Brand Radiation doses of commonly used dental radiographic surveys Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 77 (1994), pp. 285-289.
15. K. Horner Radiation protection in dental radiology Br J Radiol, 67 (1994), pp. 1041-1049.

Поступила: 24.04.2019 г.

Шацкий Илья Геннадьевич – научный сотрудник лаборатории радиационной гигиены медицинских организаций Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. **Адрес для переписки:** 197101, Россия, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8; E-mail: I.Shatskiy@niirg.ru

Для цитирования: Шацкий И.Г. Оценка доз медицинского облучения при рентгенографических стоматологических исследованиях // Радиационная гигиена. – 2019. – Т. 12, № 3. – С. 69-77. DOI: 10.21514/1998-426X-2019-12-3-69-77

Dose assessment of medical exposure of radiographic dental studies

Ilya G. Shatskiy

Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being, Saint-Petersburg, Russia

The purpose of the study is to evaluate the effective doses of patients for the most common radiographic dental studies, comparing the obtained data with the literature and reference values given in the guidelines "Filling in the forms of the federal state statistical observation No. 3-DOZ" and are still often used for form filling instead of measured values. In the framework of this work in 2016-2018, 44 X-ray units were examined at 37 dental medical facilities in St. Petersburg and the Leningrad Region. Seven radiographic studies were included: radiographs of three groups of teeth (incisors, premolars, and molars) for the upper and lower jaw and bite radiography. Physical-technical and geometrical parameters were collected for selected types of the standard patient studies: X-ray tube voltages, total filtration, radiation output, combination of the time and the current of exposure or the exposure, area of the study, size of the irradiation field; the focal length. Further, the input (surface) dose was calculated from the radiation output of the device. Then, based on the initial information about the parameters of the procedures and the input dose, the absorbed doses and the effective dose were calculated using the PCXMC program. For most devices, the dose values are in the range of 0.5 to 10.7 μSv , which is significantly lower than the values used to fill in the 3-DOS form. The results of evaluating the effective dose for these devices are fairly homogeneous, but on one device, there were doses exceeding not only the values of doses on other devices, but also the values from the recommendations for 3-DOS for devices with digital receivers, as well as those approaching similar values for film devices. An almost linear dependence of the effective dose on the exposure time was established, while a similar dependence on the voltage on the X-ray tube was not found. The median value of the effective dose for the units with films detectors was 3.2 μSv for the maxillary incisors, 3.8 μSv for the maxillary premolars, 6.8 μSv for the maxillary molars, and for the mandibular incisors, premolars and molars – 3.2, 3.4 and 5.8 μSv , and for bitewing – 6.7 μSv . For the unit with digital detectors, effective doses were 1 μSv , 1.2 μSv , 2.2 μSv for maxilla, 1 μSv , 1.3 μSv , 2 μSv for mandibula and 2.8 μSv for bitewing. Attention is drawn to the substantial width of the ranges without emissions for the examination of premolars of the upper jaw, molars of both jaws and occlusion, which is the reason for the possible enhancement of optimization measures in these studies. When comparing with published data, it was found that the effective doses in St. Petersburg and the regional institutions are lower than the values obtained using standard round collimator and medium and high sensitivity films (class D and F, respectively), as well as lower dose levels in the European Commission Guidelines. In addition, the dose values deduced in this study are significantly lower than the values given in the guidelines "Filling in the forms of federal state statistical observation No. 3-DOZ" and which are still often used to fill in the form instead of the measured values. This indicates an overestimation of estimates of patient doses when using reference values from the 3-DOZ manual and the need to use individual patient doses, obtained on the basis of measurements. However, the effective doses in St. Petersburg and the Leningrad Region are higher than those obtained using a square collimator and high-sensitivity films. The above results suggest that it is necessary and possible to carry out optimization in X-ray dental studies in St. Petersburg and the Leningrad Region. Analysis of similar studies on other X-ray diagnostic techniques allows to extrapolate this statement to other regions of Russia.

Key words: medical exposure, radiographic examinations, dental examinations, patients, effective dose.

References

1. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Effects of Ionizing Radiation, UNSCEAR 2006 Report, Volume I, Annex A, NY, United Nations, 2008.
2. Tomohiro Okano Jaideep Sur. Radiation dose and protection in dentistry. Japanese Dental Science Review, Volume 46, Issue 2, August 2010, Pages 112-121.
3. International Commission on Radiological Protection «Radiological Protection in Medicine», ICRP Publication 105, Ann ICRP 37 (6). Elsevier; 2007.
4. Cristy M. Mathematical phantoms representing children of various ages for use in estimates of internal dose. Oak Ridge National Laboratory, ORNL/NUREG/TM-367 (1980).
5. Tapiovaara M., Lakkisto M., Servomaa A. PCXMC: A PC-based Monte Carlo program for calculating patient doses in medical x-ray examinations. Report STUK-A139, 2nd Edition. Helsinki, Finnish Centre for Radiation and Nuclear Safety, 2008.
6. S.C. White, M.J. Pharoah. Oral radiology: principles and interpretation. (6th ed.), Mosby Elsevier, St. Louis (2009).
7. European Commission. Radiation Protection 136. European Guidelines on Radiation Protection in Dental Radiology. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2004.

Ilya G. Shatskiy

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

Address for correspondence: Mira str., 8, Saint-Petersburg, 197101, Russia; E-mail: I.Shatskiy@niirg.ru

8. American Dental Association Council on Scientific Affairs: The use of dental radiographs. Update and recommendations. *J Am Dent Assoc* 2006;137:1304–12.
9. K. Syriopoulos, X.L. Velders, G.C.H. Sanderink, P.F. van der Stelt Sensitometric and clinical evaluation of a new F-speed dental X-ray film *Dentomaxillofac Radiol*, 30 (2001), pp. 40-44.
10. M. Alcaraz, C. Parra, Y. Martinez Beneyto, E. Velasco, M. Canteras Is it true that the radiation dose to which patients are exposed has decreased with modern radiographic films? *Dentomaxillofac Radiol*, 38 (2009), pp. 92-97.
11. S.C. White, E.W. Heslop, L.G. Hollender, K.M. Mosier, A. Ruprecht, M.K. Shroud Parameters of radiologic care: an official report of the American Academy of oral and maxillofacial radiology *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 91 (2001), pp. 498-511.
12. K. Horner, P.N. Hirschmann Dose reduction in dental radiography *J Dent*, 18 (1990), pp. 171-184.
13. L.T. Kircos, L.L. Angin, L. Lortan Order of magnitude dose reduction in intraoral radiography *J Am Dent Assoc*, 114 (1987), pp. 344-347.
14. J.P. Freeman, J.W. Brand Radiation doses of commonly used dental radiographic surveys *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 77 (1994), pp. 285-289.
15. K. Horner Radiation protection in dental radiology *Br J Radiol*, 67 (1994), pp. 1041-1049.

Received: April 24, 2019

For correspondence: Ilya G. Shatskiy – Researcher, Medical protection laboratory, 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 str., 8, St. Petersburg, 197101, Russia; E-mail: I.Shatskiy@niirg.ru)

For citation: Shatskiy I.G. Dose assessment of medical exposure of radiographic dental studies. *Radiatsionnaya Gygiena=RadiationHygiene*, 2019, Vol. 12, No. 3, pp.69-77. (InRussian) DOI: 10.21514/1998-426X-2019-12-3-69-77