



УДК 621.386.2

В. Б. Бессонов

Доза облучения пациентов при проведении дентальных рентгенологических исследований с использованием портативного рентгеновского аппарата «ПАРДУС-Р»

Описана оценка дозы облучения пациентов при проведении дентальных исследований с использованием портативного рентгеновского аппарата «ПАРДУС-Р» по утвержденным в РФ методикам. Проведено сравнение эффективной дозы облучения пациентов с существующими образцами стоматологической рентгенодиагностической аппаратуры.

Дентальная рентгенография, портативный рентгеновский аппарат, эффективная доза облучения, радиационный контроль

Разработка новых методик оказания медицинской помощи в стоматологии и челюстно-лицевой хирургии, например операция хирургической имплантации, потребовала создания новых технических средств рентгенодиагностики в процессе лечения. Применительно к имплантации задача диагностики осложняется тем, что рентгеновские снимки участка челюстно-лицевого отдела необходимо выполнять неоднократно в ходе операции. При этом пациент не может быть направлен в специализированный рентгеновский кабинет. Соответственно, рентгенодиагностические исследования необходимо выполнять непосредственно в стоматологическом кабинете или операционной.

Существующие методики рентгенодиагностических исследований в стоматологии и челюстно-лицевой хирургии и технические средства для их реализации предполагают размещение рентгеновского аппарата на штативе [1]. Очевидно, что проведение дентальной съемки на штативе (даже напольном – передвижном) в условиях стоматологического кабинета крайне неудобно. Поэтому в последние несколько лет на рынке отечественного медицинского оборудования появились портативные рентгеновские аппараты, конструкция которых позволяет проводить рентгенодиагностические исследования без использования штатива. Оценка радиационной нагрузки на медицинский персонал при проведении рентгенодиагностики с использованием аппаратуры подобного класса подробно рас-

смотрена в работах [2], [3]. Однако в связи с постепенным внедрением портативных стоматологических рентгеновских аппаратов в клиническую практику необходимо выполнить оценку воздействия ионизирующего излучения не только на персонал, но и на пациентов.

Целью выполненных исследований явилась оценка радиационной нагрузки на пациента при проведении рентгенодиагностических исследований портативным стоматологическим рентгеновским аппаратом. В ходе исследований измерялись значения эффективной дозы облучения пациента при проведении дентальной съемки первым отечественным портативным рентгеновским аппаратом семейства «ПАРДУС» (см. рисунок).

Измерения проводились в аккредитованной лаборатории радиационного контроля ООО «Корал-сервис» (аттестат аккредитации № САРК.RU.-0001.442136, действителен до 31.12.2014 г.). При проведении измерений использовались следующие нормативно-методические документы:



– СанПиН 2.6.1.2523–09 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)»;

– «Гигиенические требования к устройству и эксплуатации рентгеновских аппаратов и проведению рентгенологических исследований. СанПиН 2.6.1.1192–03»;

– методические указания МУ.2.6.1.2944–11 «Контроль эффективных доз облучения пациентов при проведении медицинских рентгенологических исследований».

Физико-технические условия измерений соответствовали реальному режиму дентальной съемки и составили:

- анодное напряжение 65 кВ;
- анодный ток 0.15 мА;
- время экспозиции 0.3 с.

Объект съемки – тканэквиалентный (водный) фантом диаметром 150 мм и высотой 250 мм.

Доза облучения пациентов определяется расчетными методами по утвержденной в Российской Федерации методике (в соответствии с разд. 5 МУ 2.6.1.2944–11 «Контроль эффективных доз облучения пациентов при проведении медицинских рентгенологических исследований»). Расчет дозы основан на использовании измеренного значения радиационного выхода рентгеновского аппарата.

При рентгенодиагностике с использованием портативных дентальных рентгеновских аппаратов подразумевается, что рентгенолаборант при исследованиях держит аппарат в руках (обычно на расстоянии вытянутой руки) [4], [5]. Минимально допустимое кожно-фокусное расстояние в данном случае обеспечивается конструкцией аппарата.

Значение эффективной дозы E [мкЗв/ч] облучения пациентов при проведении рентгенологического исследования определяется с помощью выражения

$$E = R \cdot i \cdot t \cdot K_e,$$

где R – радиационный выход рентгеновского излучателя, мГр·м²/(мА·с); i – ток рентгеновской трубки, мА; t – время проведения исследования, с; K_e – коэффициент перехода от значения радиационного выхода рентгеновского излучателя к эффективной дозе облучения пациента с учетом вида проведенного рентгенологического исследования, проекции, размеров поля облучения, фокусного расстояния и анодного напряжения, мкЗв/(мГр·м²).

Значение коэффициента K_e для рентгенологических стоматологических исследований (для контактной съемки) приведены в табл. 1.

Таблица 1

Исследование	U , кВ	K_e , мкЗв/(мГр·м ²)	
		Верхняя челюсть	Нижняя челюсть
Резцы	50...0	55	30
Премоляры	50...70	40	20
Моляры	50...70	25	15
Съемка прикуса	50...70	75	40

Таким образом, для расчета эффективной дозы облучения пациента при проведении прицельных дентальных рентгенологических исследований необходимо определить радиационный выход рентгеновского аппарата, а также режимы съемки.

Радиационный выход рентгеновского аппарата равен мощности поглощенной (или экспозиционной) дозы в свободном воздухе на расстоянии 1 м от фокуса рентгеновской трубки на оси первичного пучка рентгеновского излучения при заданном значении анодного напряжения, приведенной к значению анодного тока 1 мА.

Для получения радиационного выхода R [мГр·м²/(мА·с)] рентгеновского аппарата по результатам проведенных измерений мощности поглощенной дозы D [мГр/ч] при анодном токе рентгеновской трубки i на расстоянии r [м] от ее фокуса используется выражение

$$R = \frac{D \cdot r^2}{3600 \cdot i}.$$

Значения радиационного выхода портативного рентгеновского аппарата «ПАРДУС-Р» для различных значений анодного напряжения приведены в табл. 2.

Таблица 2

Анодное напряжение, кВ	55	60	65
Радиационный выход, $\frac{\text{мГр} \cdot \text{м}^2}{\text{мА} \cdot \text{с}}$	0.06	0.072	0.083

Проведенные ранее клинические исследования [6] позволили создать таблицу параметров экспозиции, которые рекомендуется устанавливать при проведении рентгенологических исследований пациентов различного пола и возраста (табл. 3).

С учетом полученных в результате исследований данных можно рассчитать эффективную дозу облучения пациентов при проведении различных типов дентальных исследований с использованием портативного рентгеновского аппарата «ПАРДУС-Р» (табл. 4).

Таблица 3

Пациент	Номер зуба	Напряжение, кВ	Время экспозиции, с	Количество электричества, мА · с
Мужчина	1–3	65	0.1	0.015
	4–5	65	0.15	0.0225
	6–7	65	0.2	0.03
	8	65	0.3	0.045
Женщина	1–3	60	0.1	0.015
	4–5	60	0.15	0.0225
	6–7	60	0.2	0.03
	8	60	0.3	0.045
Ребенок	1–3	55	0.1	0.015
	4–5	55	0.15	0.0225
	6–7	55	0.2	0.03
	8	55	0.3	0.045

Полученные в ходе проведения исследований результаты показывают, что лучевая нагрузка на пациентов при наиболее «жестких» условиях эксплуатации портативного рентгеновского аппарата

данным, полученным с использованием специализированного программного обеспечения для расчета дозы облучения пациентов, разработанного на кафедре ЭПУ СПбГЭТУ [6]. Для сравнения можно привести следующие данные:

– в течение длительного перелета на самолете (7...8 ч) пассажиры накапливают эффективную дозу в размере 40...60 мкЗв;

– средний радиационный фон на территории Санкт-Петербурга составляет 0.1...0.2 мкЗв/ч.

Эффективная доза облучения пациентов на современной рентгеновской аппаратуре, предназначенной для получения прицельных рентгенограмм в стоматологии, составляет от 2 до 10 мкЗв.

Таким образом, использование портативного рентгеновского аппарата «ПАРДУС-Р» позволяет снизить дозу облучения пациентов при проведе-

Таблица 4

Тип исследования	Количество электричества, мА · с	Эффективная доза, мкЗв					
		Мужчина		Женщина		Ребенок	
		Верхняя челюсть	Нижняя челюсть	Верхняя челюсть	Нижняя челюсть	Верхняя челюсть	Нижняя челюсть
Резцы	0.015	0.068	0.037	0.060	0.033	0.050	0.027
Премоляры	0.030	0.098	0.049	0.088	0.044	0.072	0.036
Моляры	0.045	0.092	0.055	0.082	0.049	0.068	0.041
Съемка прикуса	0.060	0.369	0.197	0.329	0.175	0.270	0.144

для стоматологии «ПАРДУС-Р» составляет не более 0.4 мкЗв. Приведенные значения соответствуют

дентальных диагностических исследований и, как следствие, повысить эффективность лечения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- СанПин 2. 6. 1. 1192-03. Здравоохранение России. Ионизирующее излучение, радиационная безопасность: Гигиенические требования к устройству и эксплуатации рентгеновских кабинетов, аппаратов и проведению рентгенологических исследований. Введ. 01.05.2003. М: Деан, 2003.
- Потрахов Н. Н. Грязнов А. Ю., Барковский А. Н. Радиационная нагрузка при проведении рентгенодиагностических исследований методами микрофокусной рентгенографии // Радиационная гигиена. 2008 Т. 1, № 1. С. 1–5.
- Потрахов Н. Н., Потрахов Е. Н., Грязнов А. Ю. Особенности и физико-технические условия съемки на рентгенодиагностическом комплексе «ПАРДУС-Стома» // Мед. техника. 2009. № 3. С. 36–38.
- Микрофокусная рентгенография: опыт внедрения разработки вуза в производство / Н. Н. Потрахов, Е. Н. Потрахов, К. К. Жамова, В. Б. Бессонов, Д. А. Шишов, А. Ю. Грязнов // Материалы XI Всерос. науч.-практ. конф. «Планирование и обеспечение подготовки кадров для промышленно-экономического комплекса региона». СПб., 2012. С. 85–90.
- Микрофокусная рентгенография – новое направление развития медицинской диагностики / В. Б. Бессонов, А. Ю. Грязнов, Е. Н. Потрахов, Н. Н. Потрахов // 13-я НТК «Медико-технические технологии на страже здоровья»: сб. тр. М., 2011. С. 237–241.
- Бессонов В. Б. Программа расчета радиационной нагрузки на пациентов при проведении медицинских рентгенологических исследований // 67-я НТК НТОРЭС им. А. С. Попова. СПб., 2012. С. 271–273.

V. B. Bessonov

PATIENT DOSE DURING X-RAY STUDY WITH THE USE OF PORTABLE INTRAORAL X-RAY "PARDUS-R"

The paper describes the assessment of patient doses during dental examination using a portable intraoral X-ray "Pardus-R" on the approved methods in the Russian Federation. A comparison of the effective dose in patients with existing patterns of dental X-ray equipment.

Intraoral X-Ray, portable X-ray, effective dose, radiation monitoring