

Н.Н. Потрахов, Е.Н. Потрахов, А.Ю. Грязнов, А.Ю. Васильев, Н.В. Балицкая, Д.В. Бойчак

ПОРТАТИВНЫЕ РЕНТГЕНОВСКИЕ АППАРАТЫ ДЛЯ СТОМАТОЛОГИИ И ЧЕЛЮСТНО-ЛИЦЕВОЙ ХИРУРГИИ

Аннотация

Перечень медицинского рентгеновского оборудования в последние годы пополнился портативными рентгеновскими аппаратами для стоматологии и челюстно-лицевой хирургии. Конструкция портативного аппарата позволяет проводить рентгенодиагностические исследования без использования штатива – «с руки». В статье описаны характеристики и особенности использования портативных дентальных аппаратов, представленных на отечественном рынке. Приведены результаты замеров дозы излучения на рабочем месте рентгенолаборанта при ручной дентальной съемке первым российским портативным аппаратом семейства «ПАРДУС».

В последние годы на отечественном рынке рентгенодиагностического оборудования появились портативные рентгеновские аппараты для стоматологии и челюстно-лицевой хирургии, конструкция которых позволяет проводить дентальную съемку без использования штатива – «с руки». Причинами появления таких аппаратов послужили:

- во-первых, бурный рост в нашей стране числа частных стоматологических клиник;
- во-вторых, разработка методик интраоперационного контроля при операциях на челюстно-лицевой области у взрослых и детей [1].

Так, интраоперационная микрофокусная рентгенография позволяет контролировать качество удаления инородных тел, степень заполнения остеопластическими материалами и определять этапы регенерации костной ткани при цистэктомии и цистотомии. Ее применение при дентальной имплантации является методом выбора у пациентов с дефицитом костной ткани или при наличии инородных тел в области предполагаемой имплантации, а также в ходе одномоментной дентальной имплантации [2].

Специфические условия функционирования, в частности, небольшие размеры (одно или несколько стоматологических кресел), а также расположение на первых этажах жилых зданий, зачастую в помещениях, смежных с жилыми, не позволяют оборудовать в таких клиниках полноценные рентгеновские кабинеты, обеспечивающие безопасные условия эксплуатации современных длиннотубусных дентальных аппаратов.

Кроме того, использование длиннотубусного аппарата непосредственно в операционной для выполнения рентгеновских снимков пациенту, находящемуся под наркозом, даже на напольном передвижном штативе практически невозможно.

Следует отметить, что в нашей стране еще в конце 80-х – начале 90-х гг. прошлого века предпринимались попытки внедрения в стоматологическую практику малогабаритных рентгеновских аппаратов в портативном исполнении [3], [4]. Однако созданные в то время специалистами ОКБ РП (г. Ленинград) и ЛЭТИ конструкции микрофокусных рентгеновских аппаратов на несколько десятилетий опередили существовавший уровень развития как клинической практики, так и нормативной базы. Поэтому перспективные разработки не были востребованы отечественной медициной.

Материалы и методы

В настоящее время портативные дентальные аппараты и цифровые рентгенодиагностические комплексы на их основе представлены в нашей стране более чем десятком образцов, в основном зарубежного производства (табл. 1).

Важнейшее значение при «ручной» съемке имеет доза облучения рентгенолаборанта неиспользуемым излучением. Для оценки величины этой дозы, так называемой дозы персонала, на базе ФГУ НИИРГ проводились специальные исследования. В ходе исследований измерялась мощность эквивалентной дозы излучения в районе кистей рук и головы рентгенолаборанта при проведении дентальной съемки портативным аппаратом. Исследовались типичные представители описываемого класса рентгенодиагностического оборудования: российский и корейский аппараты «ПАРДУС-Р» и «PORT-XII», а также корейский рентгенодиагностический комплекс AXD-4000. Результаты измерений с использованием водного фантома головы пациента представлены в табл. 2.

Полученные результаты показывают, что уровень мощности дозы «на рабочем месте» рентгенолаборанта для аппарата «ПАРДУС» в несколько раз ниже. Основная причина – реальный размер фокусного пятна рентгеновской трубки этого аппарата на порядок меньше, чем, например, аппарата «PORT-XII». Поэтому с целью обеспечения удовлетворительной резкости изображения дентальная съемка указанным и аналогичными зарубежными аппаратами должна производиться на кожно-фокусном расстоянии (КФР) более 200 мм. Для устранения «смаза» изображения и облегчения «прицеливания» на диагностируемую область рентгенолаборант удерживает аппарат «PORT-XII» при съемке обеими руками вблизи своего лица подобно фото- или видеокамере. Отсюда условное название типа съемки с помощью аппарата «PORT-XII» и ему подобных – «видеокамера». Остальные режимы съемки: ток рентгеновской трубки – 2 мА; максимальное время экспозиции – 0,5 с и соответственно экспозиция одного снимка 1 мАс [5].

Для сравнения: КФР при съемке аппаратом «ПАРДУС» уменьшено до 50 мм без потери качества изображения, ток при сравнимом с «корейцем» временем экспозиции – до 0,1 мА, а максимальная экспозиция составляет 0,045 мАс. Это рекордно

Таблица 1

Основные характеристики портативных рентгеновских аппаратов и цифровых рентгенодиагностических комплексов для стоматологии

Наименование аппарата, производитель	Внешний вид	Напряжение, кВ	Ток, мА	Время экспозиции, с	Диаметр фокусного пятна, мм	Макс. мощность дозы в районе кистей рук рентгенлаборанта, мЗв/ч	Вес, кг	Стоимость, тыс. руб. (ориентир.)	Наличие разрешительных документов	Тип съемки**
Рентгеновский аппарат «Port – X II» («Unident», Корея)		60	2	0,03...2,0	0,8	1,0	2,35	180	Сан.-эпид. заключение	«Видео-камера»
Рентгеновский аппарат «AnyRay» («Vatech», Корея)		60	2	0,03...2,0	0,8	–	2,6	170	–	«Видео-камера»
Рентгеновский аппарат DX-3000 («Dexowin», Корея)		60	1	0,05...1,35	0,8	–	1,5	170	–	«Видео-камера»
Рентгенодиагностический комплекс AXD-4000 («Dexowin», Корея)		60	1	0,05...1,35	0,8	1,1	1,8	450	Сан.-эпид. заключение	«Видео-камера»
Рентгеновский аппарат «NOMAD» («Aribex», США)		60	2,3	0,01...0,99	0,4	3,6*	4,0	250	–	«Пистолет»
Рентгенодиагностический комплекс «ПАРДУС-Стома» («ЭЛТЕХ-Мед», Россия)		50...70	0,1	0,05...5	< 0,1	0,03	3,8	430	Регистрационное удостоверение	«Пистолет»
Рентгеновский аппарат «ПАРДУС-Р» («ЭЛТЕХ-Мед», Россия)		55...65	0,1	0,05...5	< 0,1	0,03	2	190	Регистрационное удостоверение	«Пистолет»
Рентгеновский аппарат «REXTER» («Dental X-ray», Корея)		70	2	0,05...1,35	0,4	–	2,7	190	–	«Видео-камера»
Рентгеновский аппарат BPD-I («Pothrone Series», Корея)		60	2	0,01...2,0	0,8	–	2,3	180	–	«Видео-камера»
Портативный рентгеновский аппарат «Diox» («DigiMed», Корея)		60	2	0,01...0,60	0,4	–	2	127	–	«Видео-камера»
Портативный рентгеновский аппарат, серия «REXTAR LCD» (Корея)		70	2	–	0,4	–	1,7	180	–	«Видео-камера»
Портативный рентгеновский аппарат, серия «REXTAR» (Корея)		70	2	–	0,4	–	2,7	171	–	«Видео-камера»

* Мощность дозы на все тело рентгенлаборанта.

** При типе съемки «видеокамера» рентгенлаборант держит аппарат обеими руками (одной) вблизи лица, при типе съемки «пистолет» – на расстоянии вытянутой руки.

низкие значения по сравнению с любым известным дентальным аппаратом!

При выполнении укладки рентгенлаборант держит аппарат «ПАРДУС» на вытянутой руке и упирает торец его тубуса в диагностируемую область. В итоге исключается возможность «смаза» изображения и зна-

чительно облегчается «прицеливание». Такой тип съемки получил условное название «пистолет».

Данные табл. 2 с учетом фактических режимов работы аппарата «ПАРДУС» позволяют оценить реальную дозовую нагрузку D на рентгенлаборанта и окружающую среду за год с помощью выра-

жения

$$D = P_{\text{экв изм}} \cdot N \cdot t_{\text{эксп}} / 3600 \text{ [мкЗв]},$$

где $P_{\text{экв изм}}$ – мощность эквивалентной дозы излучения, измеренная на рабочем месте рентгенлаборанта, мкЗв/ч; N – количество снимков, выполняемых рентгенлаборантом за год; $t_{\text{эксп}}$ – максимальное время экспозиции одного снимка, с; 3600 – количество секунд в одном часе.

Таблица 2

Мощность эквивалентной дозы при съемке портативными дентальными аппаратами

Наименование аппарата, страна	$P_{\text{экв}}$, мкЗв/ч		
	Кисть	Голова	Прямой пучок (на расстоянии 2 м)
ПАРДУС-Р, Россия	30	70	290
PORT-XII, Корея	1000	143	–
ADX-4000, Корея	1100	160	–

Максимальные режимы работы аппарата «ПАРДУС» при съемке на цифровую систему визуализации «РЕНТГЕНОВИДЕОГРАФ» равны: напряжение – 65 кВ; ток – 0,15 мА; время экспозиции – 0,3 с [6]. При условии выполнения 100 прицельных снимков в день при шестидневной неделе (пятьдесят недель в году) доза на «кисть» D_k за год для аппарата «ПАРДУС» составит

$$D_k = 30 \cdot 600 \cdot 50 \cdot 0,3 / 3600 = 75 \text{ мкЗв} = 0,075 \text{ мЗв};$$

доза «на голову» D_r за один год

$$D_r = 70 \cdot 600 \cdot 50 \cdot 0,3 / 3600 = 175 \text{ мкЗв} = 0,175 \text{ мЗв};$$

доза на расстоянии 2 м в прямом пучке за фантом головы D_p за один год

$$D_p = 290 \cdot 600 \cdot 50 \cdot 0,3 / 3600 = 725 \text{ мкЗв} = 0,725 \text{ мЗв}.$$

Реальная максимальная рабочая нагрузка R на аппарат в соответствии с выражением [7]

$$R = I \cdot t_{\text{эксп}} \cdot n \text{ [мА} \cdot \text{мин/нед.]},$$

где I – максимальный ток трубки; n – количество снимков за неделю, составит:

$$R = 0,15 \cdot 0,3 / 60 \cdot 100 \cdot 6 = 0,45 \text{ мА мин/нед.}$$

В соответствии с нормами радиационной безопасности НРБ-2009 уровни облучения персонала группы А (в данном случае – рентгенлаборант) и пациентов (например в соседних стоматологических креслах) не должны превышать 20 и 1 мЗв соответственно. Таким образом, безопасные условия эксплуатации аппарата «ПАРДУС» при «ручной» съемке с большим запасом обеспечиваются не только непосредственно для рентгенлаборанта, но и на расстоянии больше 2 м для пациентов.

Выводы

1. Принципиальные отличия между портативными отечественными и импортными аппаратами – размеры фокусного пятна и ток рентгеновской

трубки. Для российских аппаратов семейства «ПАРДУС» среднее значение указанных параметров на порядок меньше, чем у любого зарубежного портативного аппарата. Эти особенности конструкции определяют ряд существенных преимуществ аппаратов семейства «ПАРДУС».

2. Полученные результаты обосновывают возможность безопасного для окружающих использования микрофокусных портативных рентгенодиагностических аппаратов семейства «ПАРДУС» в нестационарных условиях, например, в стоматологическом кабинете или в операционной, а также при обследовании пациентов в домашней обстановке.

Список литературы:

1. Васильев А.Ю. и др. Руководство по интраоперационной микрофокусной радиовизиографии. – М.: ГЕОТАР-Медиа, 2011. 80 с.
2. Васильев А.Ю., Петровская В.В., Перова Н.Г., Серова Н.С., Алпатова В.Г., Потрахов Н.Н., Грязнов А.Ю., Потрахов Е.Н., Селягина А.С. Малодозовая микрофокусная рентгенография в стоматологии и челюстно-лицевой хирургии // Радиология – практика. 2011. Вып. 6. С. 26-33.
3. Иванов С.А., Новосельцева А.С., Потрахов Н.Н. Малогабаритный микрофокусный рентгеновский аппарат для медицинской диагностики / Сб. научн. тр. «Радиоэлектроника». 1996. Вып. 2. С. 132-134.
4. Воробьев Ю.И., Чепуленок В.Б., Надточий А.Г. Первый опыт использования микрофокусного рентгеновского излучателя РЕИС-Д в стоматологии // Стоматология. 1983. Т. 62. № 4. С. 47-49.
5. «PORT-XII» – портативная стоматологическая система / Руководство по эксплуатации. Фирма «GENORAY».
6. Аппарат рентгенодиагностический стоматологический прицельный микрофокусный «ПАРДУС-Р» / Руководство по эксплуатации. ЗАО «ЭЛТЕХ-Мед».
7. СанПиН 2.6.1.1192-03 Гигиенические требования к устройству и эксплуатации рентгеновских кабинетов, аппаратов и проведению рентгенологических исследований.

Николай Николаевич Потрахов,
д-р техн. наук, профессор,

Евгений Николаевич Потрахов,
аспирант,

Артём Юрьевич Грязнов,
д-р техн. наук, профессор,

Санкт-Петербургский государственный
электротехнический университет
им. В.И. Ульянова (Ленина) «ЛЭТИ»,
г. С.-Петербург,

Александр Юрьевич Васильев,
член-корр. РАМН, д-р мед. наук, профессор,

Наталья Владимировна Баицкая,
канд. мед. наук, ассистент,

Денис Васильевич Бойчак,
канд. мед. наук, ассистент,

ГБОУ ВПО «Московский государственный
медико-стоматологический университет»,
г. Москва, e-mail: KZhamova@gmail.com