

МИКРОФОКУСНАЯ РЕНТГЕНОГРАФИЯ — ПОДРЫВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ В МЕДИЦИНСКОЙ ДИАГНОСТИКЕ

Потрахов Н.Н.

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет им. В.И. Ульянова (Ленина) "ЛЭТИ", г. Санкт-Петербург, Россия

Термин "подрывная технология" (не путать с "прорывной") был впервые употреблен гарвардским экономистом К. Кристенсенем в 1997 году в книге "Дилемма инноватора" и с тех пор используется для характеристики вновь предлагаемой технологии, фактически "закрывающей" какую-либо существующую технологию. Например, цифровые фото- и видеокамеры на основе ПЗС-матриц, вытеснили традиционные пленочные фотоаппараты и видеокамеры, а металлопластиковые рамы — деревянные оконные переплеты и т.п.

С этой точки зрения микрофокусная рентгенография — российская подрывная технология в медицинской диагностике. Цифровые микрофокусные рентгенодиагностические комплексы позволяют принципиально повысить информативность и качество рентгеновских изображений, а также снизить дозу облучения пациентов и обслуживающего персонала [1]. При этом мощность, потребляемая такими комплексами, при прочих равных условиях на несколько порядков меньше, чем у классических

состав комплексов, могут быть использованы без штатива при съемке "с руки". Это делает такие аппараты незаменимыми при проведении рентгенодиагностических исследований в нестационарных условиях: в стоматологическом кресле, на операционном столе или в домашних условиях у пациента.

Материалы и методы

Для сравнения просвечивающих возможностей стандартной рентгенографии, выполняемой на аппаратах с характерным размером фокусного пятна около 1 мм, и микрофокусной (размер фокусного пятна менее 0,1 мм) [2] были выполнены специальные оценки. Далее параметры контактной съемки, отмечены индексом к, микрофокусной съемки — м.

Учитывались следующие факторы:

1. В соответствии с теорией обнаружения [3] доза, требуемая в плоскости приемника рентгеновского изображения для обнаружения малоразмерной малоконтрастной детали, обратно пропорциональна квадрату коэффициента увеличения изображения этой детали. Следовательно, в микрофокусной рентгенографии при съемке с увеличением изображения во столько же раз можно снизить мощность источника излучения по сравнению со способом контактной съемки в стандартной рентгенографии, при котором увеличение изображения практически не происходит;

2. Мощность источника излучения обратно пропорциональна квадрату фокусного расстояния, которое при съемке одних и тех же объектов в микрофокусной рентгенографии по сравнению со стандартной рентгенографией существенно меньше;

3. При съемке с увеличением изображения снижается уровень рассеянного излучения, которое ухудшает контраст обнаруживаемой детали в $(1+\sigma)$ раз. Можно считать [4], что $(1+\delta_k)/(1+\delta_m)=2$.

4. Микрофокусная рентгенография используется в основном при исследовании неподвижных и малоподвижных органов. Поэтому время экспозиции при микрофокусной съемке может быть увеличено по сравнению с контактной съемкой в стандартной рентгенографии.

В итоге "выигрыш" по мощности η микрофокусного аппарата может быть оценен с помощью сле-



Рис. 1. Цифровой рентгенодиагностический комплекс "ПАРДУС-Травма".

рентгеновских аппаратов.

Благодаря перечисленным особенностям, микрофокусные рентгеновские аппараты, входящие в

$$\eta = \frac{P_k}{P_m} = \left(\frac{m_m}{m_k}\right)^2 \cdot \left(\frac{f_k}{f_m}\right)^2 \cdot \frac{(1+\delta_k) t_m}{(1+\delta_m) t_k}$$

где P — мощность аппарата, m — коэффициент увеличения изображения, f — фокусное расстояние, δ — отношение интенсивности рассеянного излучения к первичному, t — время экспозиции.

Результаты и обсуждения

Под руководством профессора Васильева А.Ю. в городской клинической больнице №15 им. О.М. Филатова (Москва) на отечественном рентгеновском аппарате семейства "ПАРДУС" (рис. 2) методом цифровой микрофокусной рентгенографии проводились рентгенологические исследования нижних конечностей. В качестве приемника рентгеновского изображения использовалась система визуализации на основе экранов с памятью.



Рис. 2. Рентгеновская съемка голеностопа на микрофокусном аппарате

Физико-технические условия микрофокусной съемки: напряжение $U = 80-125$ кВ, ток $i = 0,15$ мА, время экспозиции $t_M = 0,5-1,5$ сек, расстояние тубус рентгеновского аппарата — поверхность стола $f_M = 200-250$ мм, средний коэффициент увеличения изображения $m = 3$. На рисунке 3 представлены примеры полученных "микрофокусных" рентгеновских изображений голеностопа.

Физико-технические условия съемки голеностопа контактным способом стандартной рентгенографии на аппарате Диагност-56: $U_K = 44$ кВ, $i_K = 40$ мА, $t_K = 620$ мс (экспозиция 25 мАс), $f_K = 1000$ мм. Расчеты в соответствии с выражением (1) дали величину η равную,

$$\eta = \left(\frac{3}{1}\right)^2 \cdot \left(\frac{1000}{250}\right)^2 \cdot 2 \cdot \frac{1}{0,62} = 726$$

Мощность аппарата "ПАРДУС" в режиме повортно-кратковременного включения составляет $P_M = 15$ Вт [5]. Соответственно:

$$P_K = \eta P_M = 726 \cdot 15 = 10890 \approx 10 \text{ кВт}$$

Таким образом, можно утверждать, что в микрофокусной рентгенографии аппарат мощностью 15 Вт при съемке конечностей имеет такую же эквивалентную просвечивающую возможность, что и аппарат мощностью 10 кВт в стандартной рентгенографии.



Рис. 3. "Микрофокусные" рентгеновские снимки голеностопа.

Заключение. В настоящее время цифровая микрофокусная рентгенография предоставляет значительные дополнительные диагностические возможности и уже зарекомендовала себя в стоматологии и челюстно-лицевой хирургии травматологии, ревматологии, ортопедии и т.д.

Увеличение мощности существующих микрофокусных рентгеновских аппаратов позволит приблизить их к стационарным рентгенодиагностическим аппаратам, используемым, например, в ангиографии, томографии и т.д.

ЛИТЕРАТУРА

1. Потрахов Н. Н., Потрахов Е. Н., Грязнов А. Ю. Особенности и физико-технические условия съемки на рентгенодиагностическом комплексе "ПАРДУС-Стома" // Медицинская техника — 2009 — № 3 — С. 36-38.
2. Потрахов Н.Н. Микрофокусная рентгенография в стоматологии и челюстно-лицевой хирургии. — СПб.: ООО "Техномедиа", 2007. — 184 с.
3. Роуз А. Зрение человека и электронное зрение. — М.: Мир, 1977, — 216с.
4. Потрахов, Н.Н. Микрофокусная рентгенография в медицинской диагностике / Н.Н. Потрахов, А.И. Мазуров, А.Ю. Васильев // Променева діагностика, променева терапія. — 2011. — Вып. 3-4. — С. 124-128.
5. Цифровой рентгенодиагностический комплекс "ПАРДУС-Травма". Руководство по эксплуатации. ЗАО "ЭЛТЕХ-Мед".