

# ОПЫТ КЛИНИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАЛОДОЗОВЫХ ЦИФРОВЫХ ФЛЮОРОГРАФОВ

Л.В. Евфимьевский, М.И. Зеликман, П.В. Садиков

*НПЦ медицинской радиологии Департамента здравоохранения г. Москвы*

Цифровая флюорография в России за последние годы претерпела бурное развитие от появления первых опытных образцов во второй половине 1990-х до организации массового производства надежных и качественных аппаратов в последние 3-4 года. С учетом потребностей флюорографической службы страны есть все основания ожидать продолжения роста производства этого класса рентгеновского оборудования и в дальнейшем, вплоть до полного вытеснения пленочных флюорографов. Это объясняется очевидными преимуществами цифровой техники — простотой и удобством в эксплуатации, отсутствием фотопроцесса, низкой лучевой нагрузкой на пациентов и персонал при достаточной диагностической информативности регистрируемых изображений [1,2].

Существует четыре основных типа цифровых флюорографов, различающихся по принципу действия: сканирующие на базе газовых ионизационных камер, сканирующие на базе твердотельных полупроводниковых линеек, системы на базе усилителей рентгеновского изображения (УРИ) и системы с цифровыми камерами на основе ПЗС-матриц [3, 4]. Компанией "РентгенПром" серийно производятся аппараты двух типов — сканирующие с линейкой полупроводниковых детекторов (Про-Скан 2000) и системы, использующие камеру на основе ПЗС-матрицы (АПЦФ-01). Последняя модель используется как для модернизации пленочных флюорографов, в результате чего получают полноценный цифровой аппарат, так и для организации передвижных флюорографических кабинетов на базе шасси различных марок автомобилей.

В обеих рассматриваемых моделях реализуется пространственная разрешающая способность в диапазоне 1,2—1,4 пар линий/мм, контрастная чувствительность в режиме рабочих доз в плос-

кости приемника (2 мкГр для Про-Скан 2000 и 6 мкГр для АПЦФ-01) составляет порядка 1%, динамический диапазон превышает 100. Подобные характеристики приемообразующих трактов позволяют выявлять практически все виды патологии органов грудной клетки, доступные для обнаружения методом пленочной флюорографии, включая мелкие очаги и диссеминации в легких. Зарегистрированное в цифровом виде изображение, которое представляется врачу на высококачественном мониторе с диагональю до 21 дюйма, содержит 1024x1024 элементов (пикселей) при использовании сканирующего аппарата и 1150x1170 пикселей для аппарата с оптической системой. На каждый элемент изображения приходится 65536 градаций яркости (16 двоичных разрядов). При необходимости, пациенту на руки выдается твердая копия его снимка, распечатанная на термобумаге. Отметим, что в этом случае обеспечивается достаточно высокое для целей профилактической флюорографии качество отпечатков.

Поскольку квантовая эффективность преобразования в цифровых детекторах превышает аналогичный показатель флюорографических камер (в том числе и самой совершенной из них КФ-400 [5]), удовлетворительное качество изображения может быть достигнуто при значительно меньших дозовых нагрузках на пациента. В особенности это относится к сканирующему аппарату, в котором, кроме того, практически полностью исключается влияние на качество регистрируемого изображения рассеянного в теле пациента излучения. При средних режимах съемки, как уже было отмечено выше, дозы в плоскости детектора для сканирующего флюорографа ПроСкан 2000 и для приставки с оптическим преобразованием АПЦФ-01 составляют 2 и 6 мкГр соответственно. Еще один фактор, кото-

рый способствует снижению общего фона лучевой нагрузки на население, заключается в гораздо меньшем проценте брака при съемке с использованием цифровой аппаратуры, что уменьшает потребность в повторных снимках.

Еще одно неоспоримое преимущество цифровых систем — быстрота получения изображения. Оно отображается на экране монитора через несколько секунд после окончания экспозиции, что позволяет синхронизировать процессы съемки и интерпретации, сразу выдавать пациентам заключения, а в случае обнаружения патологии тут же предпринять необходимые действия, такие как дообследование или направление в специализированное учреждение. Это преимущество особенно существенно в ситуациях, когда повторный вызов пациента затруднен или невозможен: в первую очередь, при работе передвижного флюорографического кабинета в удаленных населенных пунктах, а также при обследовании лиц, временно находящихся на данной территории.

Программное обеспечение, которым комплектуются цифровые флюорографы, помимо возможности управлять работой аппарата с использованием компьютера, позволяет выполнять разнообразные виды математической обработки изображений, повышающие диагностические возможности, регулировать яркость и контрастность, выделять и увеличивать отдельные участки изображения, измерять размеры объектов, расстояние между ними и т.п. Все это недоступно традиционной пленочной флюорографии.

Автоматизированная система регистрации пациентов, изображений и заключений облегчает и ускоряет многочисленные действия, сопутствующие обследованию, которые обычно отнимают массу времени у персонала флюорографического кабинета. В особенности ускоряется поиск предыдущих снимков для контроля динамики патологических изменений, в результате появляется возможность чаще прибегать к таким проверкам, что повышает качество диагностики. На каждого пациента, кроме паспортных данных, можно зарегистриро-

вать адрес, телефон, номер амбулаторной карты, принадлежность к декретированному контингенту и к группе риска, место работы, номер страхового полиса — практически все данные, используемые флюорографическим кабинетом.

В состав программного обеспечения флюорографов ПроСкан 2000 и АПЦФ-01 входит модуль формализованного протокола, разработанный специалистами Научно-практического центра медицинской радиологии Департамента здравоохранения города Москвы [6]. При использовании формализованного протокола появляется возможность описывать рентгеновскую картину патологических изменений (без набора текста на клавиатуре) путем последовательного заполнения готовых экранных форм, в большинстве случаев сводящегося к выбору из нескольких вариантов наиболее распространенных рентгенологических синдромов, симптомов и их характеристик. Локализация объектов также указывается на анатомической схеме одним-двумя движениями мыши. В результате этих технически несложных действий автоматически формируется связный текст протокола исследования, содержащий описание выбранных врачом синдромов в общепринятой форме.

В различных медицинских учреждениях Москвы и Московской области в настоящее время эксплуатируются более 10 цифровых флюорографов производства компании "РентгенПром", а всего в России работает более 100 таких аппаратов. Большинство аппаратов в Москве и области — сканирующие (ПроСкан 2000), стационарного типа, установленные в поликлинических учреждениях. Однако имеется и передвижной флюорограф сканирующего типа (в поликлинике № 129), а также аппараты, обслуживающие преимущественно больных стационара больницы.

Так как наибольший интерес для практических приложений представляет анализ возможностей использования цифровых флюорографических аппаратов в целях массовых профилактических исследований органов грудной полости, а

также, частично, для задач дообследования пациентов пульмонологического профиля, нами подробно проанализированы результаты работы передвижного флюорографа (предоставлены врачом-рентгенологом А.Н. Велиганом) и стационарного, установленного в Центральной клинической больнице им. Н.А. Семашко МПС РФ (предоставлены врачом-рентгенологом С.Г. Кориной). То, что для анализа выбраны установки, которые эксплуатируются в московском регионе, определяется исключительно их географической близостью к авторам публикации и, как следствие, возможностью исключить дополнительные сложности в получении необходимой информации. При этом объем проведенных в рассматриваемых ЛПУ исследований позволяет делать некоторые обобщения и говорить о состоятельности сделанных выводов.



**Рис. 1** Предположительно туберкулома S2 слева. Выявлена при профилактическом обследовании.

Передвижной флюорографический кабинет с цифровым аппаратом сканирующего типа на базе автомобиля ЗИЛ-5301 ЕО "бычок" эксплуатируется московской городской поликлиникой № 129 с 2000 г. В течение первого года он использовался в филиале поликлиники в качестве стационарного; в это время на нем обследовалось население района обслуживания этого филиала. С осени 2001 г. аппарат начали использовать на выездах для обследования работников предприятий Москвы и Московской области. Это осуществлялось на основе договоров между предприятиями и поликлиникой.

Обследовался персонал предприятий Мосэнерго (ТЭЦ и эксплуатационные участки), пищевой промышленности, медицинских учреждений (Институт трансплантологии и городская больница № 23), гостиниц ("Пекин", "Космос", "Ленинградская"). Из всех обслуживаемых предприятий только одно находится вне города Москвы – ликеро-водочный завод "Топаз", расположенный в городе Пушкино Московской области. Количество обследованных на одном предприятии колебалось от 200 до 600 человек. Практически во всех этих обследованиях использовалось только одно автоматизированное рабочее место (АРМ): врач одновременно выполнял и функции рентгенолаборанта, производя съемку, сразу оценивая изображения и выдавая заключения пациентам. Такой режим работы оказался вполне эффективным и удобным, поэтому он может быть рекомендован для большинства передвижных аппаратов.

На основе анализа базы данных аппарата получены следующие результаты: всего за период с 29.09.2000 по 03.09.2002 г. обследовано 14476 пациентов в возрасте от 16 до 97 лет. В результате получено 14857 изображений. Из них 9444 (63,6%) интерпретированы как абсолютная норма. В 249 случаях (1,7%) были обнаружены изменения, подозрительные на активный туберкулез (либо в протоколе имеется прямое указание на туберкулез, либо это следует из описания рентгеновской картины — очаги, либо участки уплотнения, либо кольцевидные тени в верхних отделах). В 12 заключениях (0,08%) указан предположительный диагноз опухоли. В 515 случаях (3,47%) имеются указания на сердечную патологию (увеличение сердца, изменение его формы и др.). В 4 случаях заподозрен саркоидоз, в одном — силикоз. С учетом того, что большую часть обследованных составляли работники предприятий, т.е. трудоспособные люди, эффективность работы можно считать достаточно высокой. Возможно, еще более эффективно было бы применение передвижных флюорографических кабинетов подобно-

го типа для обследования таких контингентов, как мигранты, беженцы, иногородние строительные рабочие и т.п.

В качестве иллюстрации приведем два типичных случая выявления патологии органов грудной клетки при массовом профилактическом обследовании на этом передвижном флюорографе.

Пациент С., 1951 г. рождения, обследовался профилактически по месту работы, обнаружена предположительно туберкулома во втором сегменте слева (рис. 1). Жалоб не предъявлял, о своем заболевании ничего не знал. Направлен в противотуберкулезный диспансер по месту жительства.

Пациент С., 1960 г. рождения, также обследовался профилактически по месту работы, выявлен левосторонний спонтанный пневмоторакс (рис. 2). При последующем расспросе жаловался на одышку и боль в боку. К врачу по этому поводу не обращался. Госпитализирован по "скорой помощи". Следует отметить, что такие состояния чаще выявляются при обращении больного, а не при профилактическом исследовании.



*Рис. 2. Спонтанный пневмоторакс слева. Выявлен при профилактическом обследовании.*

Стационарный флюорограф, установленный в рентгенологическом отделении Центральной клинической больницы им. Н.А. Семашко МПС РФ, имеет 2 рабочих места (врача и рентгенолаборанта), расположенных в разных помещениях и связанных локальной вычислительной сетью. Процессы съемки и интерпретации изображений не синхронизированы между собой (в условиях стационара

больницы подобной синхронизации не требуется). За время эксплуатации аппарата не зафиксировано случаев простоя флюорографа из-за технической неисправности.

В базе данных за период с июня 2001 г. по сентябрь 2002 г. зарегистрировано 2609 пациентов в возрасте от 4 до 92 лет. Сохранены 5460 изображений. Их число более чем вдвое превышает число пациентов, что обусловлено большим процентом патологии (много боковых снимков и повторных снимков в динамике). Из сохранных снимков 2725 (49,9%) выполнены во фронтальной проекции, 905 (16,6%) - в правой боковой, 1640 (30,04%) - в левой боковой, 121 (2,22%) — в прямой задней проекции. Кроме того, в отдельных случаях на флюорографе производили съемку и других частей тела пациента, кроме грудной клетки, в частности брюшной полости и шейного отдела позвоночника, что не соответствует прямому назначению аппарата. Большинство обследованных пациентов находилось на стационарном лечении. Значительную часть из них составляли пациенты с онкологической патологией или подозрением на нее, что определяется специализацией больницы. Относительно 2861 изображений (52,4%) нет данных об отделении, направившем пациента, 1927 снимков (35,3%) выполнены пациентам хирургических отделений. Целью флюорографического исследования в этих случаях было, как правило, выявление легочных метастазов основного заболевания либо других видов патологии органов грудной клетки, влияющих на принятие решения об операции. Флюорография также использовалась для контроля результатов лечения и для диагностики легочных осложнений. Вообще в больнице им. Н.А. Семашко цифровая флюорография была наиболее часто используемым методом исследования грудной полости. По 4058 (74,3%) сохранным изображениям заключения в базе данных отсутствуют (не сохранялись), из остальных 790 (56,3%) интерпретированы как норма или возрастные изменения. По отзывам врачей, аппарат вполне заменяет обзорную

рентгенографию, и в большинстве случаев его применение даже предпочтительно, причем не только по экономическим соображениям, но и благодаря высокому качеству диагностики.



**Рис. 3.** Легочный метастаз рака прямой кишки. Выявлен при динамическом обследовании после операции.

Рассмотрим несколько конкретных примеров использования малодозового флюорографического аппарата ПроСкан 2000 в диагностических целях. Отобраны случаи, когда именно метод цифровой флюорографии позволил выявить заболевание либо принес важную дополнительную информацию.

На рис. 3 представлен типичный случай из практики больницы им. Н.А. Семашко. Больная в прошлом оперирована по поводу рака прямой кишки, проходила периодические контрольные обследования на цифровом флюорографе. При очередном обследовании выявлен метастаз в правом легком.



**Рис. 4.** Случайно выявленный периферический рак легкого.

Больной поступил на лечение по поводу облитерирующего эндартериита;

на снимке обнаружено патологическое образование (рис. 4).

В дальнейшем поставлен диагноз периферического рака легкого.



**Рис. 5.** Множественные метастазы в легкие рака молочной железы. Выявлены на цифровом флюорографе при активном обращении.

Больная обратилась по поводу одышки и слабости, на снимке обнаружены множественные метастазы (рис. 5). При дальнейшем обследовании обнаружена и первичная опухоль — рак молочной железы.



**Рис. 6.** Мелкие метастазы, визуализируются на цифровом флюорографе лучше, чем на пленочной рентгенограмме.

Следующий пример (рис. 6) иллюстрирует ситуацию, когда цифровой флюорографии было отдано предпочтение перед традиционной пленочной рентгенографией именно по критерию качества изображения. Больной в прошлом оперирован по поводу рака внелегочной локализации, получал химиотерапию и обследовался для определения динамики

легочных метастазов. Поскольку размеры этих метастазов небольшие, то визуализировать их с достаточным качеством на обычных рентгенограммах не удавалось. На цифровом изображении метастазы видны хорошо.

В заключение отметим, что клиническая практика подтвердила эффективность использования цифровых мало-

дозовых флюорографов ПроСкан 2000 и АПЦФ-01 как для задач массовых профилактических исследований органов грудной полости, так и при проведении ряда диагностических процедур, например в стационаре крупной больницы, хорошо оснащенной другими видами аппаратуры для лучевой диагностики.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Блинов Н.Н., Варшавский Ю.В., Зеликман М.И. Цифровые преобразователи изображения для медицинской радиологии // Компьютерные технологии в медицине. 1997. № 3. С. 19-23.
2. Блинов Н.Н., Варшавский Ю.В., Зеликман М.И. Преобразователи рентгеновских изображений: разработки и перспективы // Компьютерные технологии в медицине. 1997. № 3. С. 23-24.
3. Бердяков Г.И., Ртищева Г.М., Кокуев А.Н. Особенности построения и применения цифровых рентгенодиагностических аппаратов для исследования легких // Медицинская техника. 1998. № 5. С. 35—40.
4. Бердяков Г.И., Зеликман М.И., Ртищева Г.М. Оборудование для цифровой флюорографии: состояние и перспективы развития // Радиология — практика. 2000. Март. С. 24-28.
5. Блинов Н.Н., Горелик Ф.Г. Современные возможности традиционной флюорографии // Медицинская техника. 1999. № 4. С. 30-34.
6. Евфимьевский Л.В., Зеликман М.И. Цифровое архивирование и обработка результатов профилактических исследований грудной клетки // Пульмонология. 1999. №4. СМ 8-20.