

РАЗДЕЛ 3 СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕДИЦИНЕ PART 3 MODERN INFORMATION TECHNOLOGYS IN MEDICINE

© О.С.Антонов, А.О.Антонов и др., 2005.

О.С.Антонов¹, А.О.Антонов², Е.В.Ленько¹, А.В.Гутов¹, Н.Т.Пак¹, В.П.Третьяков³

ОПЫТ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ БАЗЫ ДАННЫХ ЦИФРОВЫХ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ: РЕШЕНИЯ И ВОЗМОЖНОСТИ

¹ГУ «НИИ патологии кровообращения МЗ РФ им. Мешалкина»

²Фонд «Медсанчасть 168»

³НИИ Автоматики и электротехники СО РАНЗ

Аннотация: В соответствии с «Концепцией развития службы лучевой диагностики РФ на 2003-2010 г.г.» предусматривается опережающее развитие методов цифровой флюорографии, так как этим можно добиться значительного уменьшения лучевой нагрузки на пациентов при повышении диагностической эффективности. При этом главный рентгенолог РФ Л.М. Портной полагает, что замена традиционной флюорографии на цифровую должна занять период в 5-7 лет «при разумном сосуществовании в это время обоих методов». Для перехода на цифровые технологии получения рентгенодиагностических изображений необходимо разрабатывать и совершенствовать базу данных медицинского, социального и статистического сопровождения их. Эта база данных должна содержать в себе обучающие алгоритмы для освоения НОВОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «Цифровая рентгенодиагностика», имеющей свою методологию, позволяющей полностью перейти в поле доказательной медицины. Цифровой массив отображения рентгеновских диагностических изображений должен быть использован для автоматизации диагностического процесса и разделения нормы и патологии.

В соответствии с «Концепцией развития службы лучевой диагностики РФ на 2003-2010 г.г.» предусматривается опережающее развитие методов цифровой флюорографии, так как этим можно добиться значительного уменьшения лучевой нагрузки на пациентов при повышении диагностической эффективности. При этом главный рентгенолог РФ Л.М. Портной полагает, что замена традиционной флюорографии на цифровую должна занять период в 5-7 лет «при разумном сосуществовании в это время обоих методов» (Доклад Главного рентгенолога МЗ РФ Л. М. Портного на коллегии МЗ РФ 04.02.03 г).

Полностью поддерживая эту концепцию, мы задались вопросом: какие проблемы цифровой рентгенографии мы должны решить в эти 5-7 лет?

Замена аналогового диагностического изображения (пленки) на цифровое диагностическое изображение (ДИ) (отображение рентгенограммы на дисплее компьютера) – решенная техническая проблема, дающая возможность

Существенно снизить лучевые нагрузки

Повысить диагностическую эффективность.

Первая задача практически решена. Вторая - на сегодняшний день ограничена лишь общими рекомендациями об использовании методов интерактивной обработки цифровых отображений для извлечения новой диагностической информации, создании систематизированных электронных архивов ДИ, использования возможностей передачи ДИ для консультаций (телемедицина) и др. При этом организационно эти, безусловные хорошие качества цифровой рентгенографии для претворения в жизнь требуют сегодня от врача рентгенолога добавления в процесс освоения преимуществ цифровой рентгенографии довольно большого количества «ручного» труда, то есть времени. А его, как известно, всегда не хватает. Таким образом,

«параллельное сосуществование» двух систем таит в себе опасность восприятия цифровой рентгенографии не более, чем замену технологий получения изображения: переход от синечувствительной пленки к зеленочувствительной или - переход от негатоскопа к дисплею компьютера....

Необходимо признать, что в медицинской диагностике современные технологии могут существенно расширить диагностические возможности только при переходе от простого использования аппаратных комплексов для получения ДИ к стоящим над ними высокоорганизованным базам данных. Под базой данных ДИ мы понимаем Систему, позволяющую не только получать ДИ аппаратными способами, но и обеспечивать медицинское сопровождение ДИ в диагностических, дидактических и статистических целях.

Наш опыт работы с цифровыми ДИ начинается с 1993 года, когда в диагностическом отделении Фонда «Медсанчасть 168» был установлен комплекс «Сибирь» производства НИИ ядерной физики СО РАН для получения прямых (беспленочных) цифровых рентгеновских ДИ. Данный комплекс включал в себя программное обеспечение (ПО) для обработки и архивирования ДИ, но не обеспечивал их медицинского сопровождения. С учетом накопленного опыта эксплуатации к 1995 году нами был создан и внедрен в медицинскую практику аппарат малодозовый цифровой сканирующий "Новорент". (Цифровая рентгенография. (опыт практического применения).Автометрия 1996, №6,45-49) В последней модификации разрешающая способность 2,5 пар/лин/мм. "Новорент" оснащен универсальным столом штативом, позволяющим исследовать пациентов в горизонтальном и вертикальном положениях. Получение ДИ осуществляется при ортогональном сканировании, вдоль оси тела пациента со скоростью 20, 40 или 80 мм/сек.

В комплект «Новорент» входит ПО Системы получения, обработки, хранения, медицинского сопровождения и передачи ДИ «Дигирент». В основу Системы была заложена работа с беспленочными технологиями.

При этом рентгенограммы, выполненные в палатах, операционных, проекционные томограммы, снимки скелета, составляющие неотъемлемую часть «рентгенологического» течения болезни, конвертируются в цифровую форму и вводятся в единый цифровой архив каждого пациента.

Для этого используется полутоновой проекционный оптический сканер оригинальной конструкции. Рабочее проекционное (фокусное) расстояние при сканировании рентгенограмм равное 100 см позволяет сканировать рентгенограммы любых размеров с разрешением не менее 600 dpi. Благодаря эргономичному ПО данный этап не представляет трудностей для среднего персонала, который «оцифровывает» рентгенограммы после завершения их фотохимической обработки. Никаких «многопроходных» технологий, «сшиваний». Все этапы осуществляются из ПО «Дигирент». С его помощью файлы и этих изображений становятся доступными в виде виртуальных рентгенограмм неотрывно связанных с исходными данными пациентов.

ДИ в обязательном порядке сопровождаются протоколом исследования и заключением, в которых указаны способы и методики выполнения снимков, технические условия и расчетные дозы каждого снимка или данного исследования пациента. Таким образом, происходит учет работы и расходования пленки в отчетах о работе отделения лучевой диагностики, предусмотренный МЗ РФ. Написание протоколов и заключений формализованы типичными формулировками на основании общепринятых правил и установок конкретной клиники.

Этот блок данных является основным архивным модулем Системы получения, обработки, хранения и передачи рентгенодиагностических данных на каждого пациента. Он содержит вместе со всеми диагностическими рентгеноизображениями и их описательной частью все паспортные данные пациента, каналы госпитализации или поликлинического обслуживания, адресат и причины направления на рентгенологическое исследование, предполагаемый диагноз. Все характеристики этого модуля (социальные данные пациента, диагноз, методы рентгенографии, способы исследования и пр.) являются учетными в базе данных. Это позволяет легко провести любые выборы как по нозологии, так и по методам исследования. По результатам этих выборов быстро становятся доступными и ДИ и протокольная часть исследований. Этот механизм позволяет начинающему врачу, что называется «в рабочем порядке и без отрыва от производства» по мере овладения ПО Системы, консультироваться с архивом и интерактивно повышать свою квалификацию - ПО «Дигирент» позволяет создавать «электронные обучающие базы данных» без дополнительных затрат времени.

Таким образом, аппаратный комплекс, состоящий из цифрового сканирующего рентгенографического аппарата «Новорент», конвертера «Унискан» традиционных рентгенограмм в цифровую форму и ПО «Дигирент» позволяет формировать архив социальных, статистических и медицинских данных на каждого пациента. Этот, текущий, архив в объеме реально наблюдаемых пациентов (находящихся в данное время в стационаре или наблюдаемых в поликлинике) хранится на сервере локальной сети рентгенодиагностического отделения. Это легкодоступный архив, «выплывающий» при каждом обращении рентгенолога к конкретному пациенту, значительно упрощающий динамическую оценку болезненных процессов. Он, в наших условиях, доступен с каждого автоматизированного рабочего места врача рентгенолога. По мере заполнения текущего архива рентгеновские изображения переносятся на CD, но база социальных, статистических и медицинских данных поддерживается и сохраняется на сервере рентгенологического отделения постоянно и технически «застрахована» от случайных потерь. При таком принципе ведения архива каждое но-

вое «попадание» конкретного пациента в поле зрения базы данных приводит к автоматическому появлению данных пациента с указанием всех учетных данных предыдущего нахождения в стационаре или обращения в поликлинику. Новый цикл пациента «подшивается» к предыдущим, формируя непрерывный архив каждого пациента.

В условиях приоритета прямых цифровых (беспленочных) технологий над традиционными (соотношение между ними составляет 80% и 20% в пользу цифровых) по традиционным (пленочным) технологиям выполняется рентгенография детей младшего возраста, периферических отделов скелета, рентгенография в палатах интенсивной терапии и операционных (костно-суставная система и брюшная полость), вся плоскостная томография. В исследованиях, проведенных прямым цифровым методом, преобладают исследования органов грудной клетки (как диагностические, так и профилактические), костно-суставной системы. Следует отметить, что благодаря ортогональному параллельному сканированию по длинной оси на аппарате «Новорент» все структуры визуализируются без проекционных искажений. Отсутствие искажений по длинной оси дает возможность измерения с точностью до пикселя, что позволило использовать прямую цифровую рентгенографию как точный инструмент в ортопедической практике.

Описанная схема работы с диагностическими цифровыми рентгеновскими изображениями широко известна за рубежом под именем Picthe Archiving and Communication Systems (PACS). Как явствует из названия, эта система предназначена только для архивирования и передачи рентгеновских изображений и не включает в себя стремления к организации повышения диагностической эффективности диагностических изображений. Тем не менее эта система очень рациональна и прокламируется в виде «беспленочного рентгенологического отделения» (Mini-scale PACS), как этапа локальной сети отделения с переходом на госпитальную (IHIDS - in-house image distribution systems) – с передачей изображений потребителям в клинические подразделения и далее по телемедицинским сетям для дистанционного консультирования. Наши лечебные учреждения располагают локальной и госпитальной сетью передачи изображений. Но рамки настоящего сообщения не позволят подробнее остановиться на них, да и проблема, поставленная в начале, заключается в другом.

По нашему мнению, период в 5-7 лет совместного существования цифровых и традиционных скрининговых систем, нам нужен, прежде всего, для оснащения цифровыми аппаратных комплексов современными высокоорганизованными базами данных. Применение только их (баз данных) уже позволит значительно увеличить экономическую и диагностическую эффективность цифровых технологий получения изображений.

Вторая сторона проблемы состоит в том, что цифровое изображение рентгенологической картины – это количественный образ, составленный в нашем случае для картины 40x40 см из 4 000 000 элементов (пиксель), каждая из которых имеет 1024 градаций серого. Методы интерактивной обработки цифровых рентгенограмм позволяют изменять качество изображений в целом (контрастность, выделение «слоев» динамического диапазона) и выборочно (подчеркивание, сглаживание контуров), быстро и удобно измерять длины, площади, углы, выделять («оконтуривать» и «фрагментировать») зоны интереса и в них измерять среднюю оптическую плотность и структурность (дискретность) и др. Все эти способы интерактивной обработки позволяют представить единственное рентгеновское изображение, полученное при однократном экспонировании, в множестве отображений, наиболее удобных для выявления патологии и ее количественного представления. Но этот процесс занимает определенное время, которое всегда больше времени диагностической оценки традиционной рентгенограммы в единственной ипостаси. А времени не хватает... Гораздо проще – оставить все как есть и написать заключение

по цифровому изображению, ограничившись лишь улучшением контрастных характеристик, что требует одного нажатия кнопки и назначить (как мы делали ранее!) дополнительный снимок, чтобы все оставить в привычной колее...

Единственным выходом из сложившейся ситуации, как нам кажется, является разработка диагностических алгоритмов распознавания образов-болезней или разделения «нормы» и «патологии» по цифровым диагностическим рентгенологическим изображениям. При этом статистическое изучение комбинаций цифр, содержащихся в цифровой рентгенограмме и отражающих либо изменение формы (средостение) либо изменения, главным образом, структуры и оптической плотности (легочная ткань, кости) отражает их изменение в количественных объективных единицах. Накопление примеров, образцов патологических изменений и представление этих примеров в количественных единицах позволяет отобразить их в виде цифрового образа – паттерна. Это наиболее существенное свойство цифровых технологий позволяет перейти от интуитивно эмпирического накопления опыта рентгенологом к объективному количественному в терминах доказательной медицины.

Работы в этом направлении ведутся одним из нас с 60-х годов, когда еще и не было цифровых технологий. Тогда задача стояла в составлении паттерна легочной гипертензии при врожденных пороках сердца сопоставлением рентгенологической картины рентгенограммы и плоскостной томограммы в описательных терминах с анатомогистологическими данными. В то время были получены результаты, дающее объективное для того времени представление о наличии и степени легочной гипертензии. (Anatomoroentgenological Pattern of Pulmonary "Barrier" in Congenital Heart Disease. *Cardiologia*. 1962, №4.32-40.) В 80-е годы мы получили доступ в НИИ математики СОАН СССР (проф. Загоруйко Н.Г.) и в Вычислительном центре СОАН СССР к конвертеру прозрачных фотоматериалов, преобразующих их в цифровой формат. Одной из первых публикаций на эту тему является "Методы и средства обработки рентгенограмм легких", на Всесоюзной конференции "Методы и средства обработки сложноструктурированной семантически насыщенной графической информации", Горький, 1983, стр. 141-142. Развитие этих идей описано в статье "Денситометрический анализ рентгенограмм органов грудной клетки с разделением их на классы "норма" и "патология" (*Вестник рентгенологии и радиологии*, 1988, №3, с. 55-60). Теория и практика интеллектуальной обработки массива оцифрованных диагностических флюорограмм были подытожены в то время в кандидатской диссертации Д.К. Мантула "Система обработки рентгеновского изображения грудной клетки для автоматического разделения его на норму и патологию", защищенной в

1989 году в НИИ медицинской радиологии АМН СССР (Обнинск). В настоящее время практически отработаны подходы к этой проблеме на современном уровне. На основе Data Mining нами создана автоматизированная система дифференциальной диагностики по цифровым рентгенограммам приобретенных пороков сердца и качества измененного легочного рисунка при некоторых врожденных пороках сердца. Цифровые значения оптической плотности участков легочных полей с характеристиками «гиперволемиа»(ГВ) и «гипертензия»(ГТ) при врожденных пороках сердца (ВПС) и соотношения площадей сердечной тени с наиболее распространенными сочетанными и комбинированными приобретенными клапанными пороками сердца (ПКПС) были подвергнуты анализу указанными методами. Чувствительность и специфичность определения качества легочного рисунка при ВПС была для ГВ 89% и 75%, для ГТ-100% и 77%, для диагностики ПКПС чувствительность не ниже 60%, специфичность не ниже 80%. (Дифференциальная диагностика вариантов кровенаполнения легочного артериального русла и клапанных пороков сердца с использованием «Data mining» цифровой рентгенографии Патология кровообращения и кардиохирургия, №1, 2004г.С.65-71.)

Принцип регистрации ДИ из телевизионного тракта лег и в основу программно аппаратных комплексов УЗИ и эндоскопии. В УЗ дисциплинах аналоговые ДИ играют достаточно важную роль, поскольку могут быть получены благодаря различным устройствам имеющихся в комплекте даже устаревшей УЗ аппаратуры. Но получение цифровых УЗ ДИ лишь недавнее веяние. Средства получения видеосигнала в эндоскопии, тем более его преобразование в цифровые ДИ, достаточный раритет во многих регионах России и СНГ. Реализация данной «нерентгенологической» ветви нашей Системы позволило не только объективизировать анализ динамики диагностического процесса, реализовать дидактические и «second opinion» механизмы в установках не имевших ранее такой возможности, но и найти подходы к юридической защите диагностов.

Кратко подытоживая вышензложенное нужно иметь в виду, что для перехода на цифровые технологии получения рентгенодиагностических изображений необходимо разрабатывать и совершенствовать базу данных медицинского, социального и статистического сопровождения их. Эта база данных должна содержать в себе обучающие алгоритмы для освоения НОВОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «Цифровая рентгенодиагностика», имеющей свою методологию, позволяющей полностью перейти в поле доказательной медицины. Цифровой массив отображения рентгеновских диагностических изображений должен быть использован для автоматизации диагностического процесса и разделения нормы и патологии.

O.S.Antonov, A.O.Antonov, E.V.Lenko, A.V.Gutov, N.T.Pak, V.P.Tretiyakov
THE EXPERIENCE OF THE PRACTICAL APPLICATION DATABASE
DIGITAL DIAGNOSTIC SCENES: DECISIONS AND POSSIBILITY

Novosibirsk, Russia

The summary: In accordance with "Conception of developments of the service of the beam diagnostics Russia on 2003-2010" is provided overtaking development of the methods digital X-ray, since this possible obtain the significant reduction of the beam load on patient at increasing of diagnostic efficiency. Herewith main radiologist Russia L.M. Portnoy supposes that change traditional x-ray on digital must occupy the period in 5-7 years "under reasonable coexistence in this time of both methods

For turning on digital technologies of the reception x-ray scenes necessary to develop and improve the database medical, social and statistical accompaniment them. This database must contain in itself training algorithms for mastering "digital X-ray diagnostic", having its methodology, allowing completely move over to field modern medicine. The Digital array of the image of the x-ray diagnostic scenes must be used for automation of the diagnostic process and division of the rate and pathology .

Антонов Олег Сергеевич
E-mail: oleg@academ.org