

Возможности сканирующего метода медицинской визуализации

Е.А. Бабичев, Ю.Г. Украинцев, А.П.Борисенко**, Ю.Б. Юрченко****

** ИЯФ СО РАН, г. Новосибирск*

*** ФГУ "ННИИ ПК им. акад. Е.Н. Мешалкина Федерального агентства по высокотехнологичной медицинской помощи", г. Новосибирск*

**** Центр новых медицинских технологий в Академгородке, г. Новосибирск*

Профилактическое направление в здравоохранении, основанное на раннем выявлении начальных проявлений заболеваний в организме человека, остается значимой проблемой в современной медицине. Метод классической флюорографии подтвердил свою эффективность в плане раннего выявления доклинических форм туберкулеза и рака легкого, поэтому во многих случаях рентгенодиагностика при профилактических обследованиях, в том числе и при проведении диспансеризации, является наиболее оптимальной и эффективной. Однако этот метод вносит наибольший вклад в дозу облучения, которую получает население от массовых профилактических обследований. Связано это с плохим состоянием флюорографической техники. Отсюда высокая лучевая нагрузка на пациента, низкое качество изображений пленочных флюорограмм и трудоемкость архивирования полученных изображений и их потеря приводят к повторным обследованиям. Причем в настоящее время специалисты утверждают, что из-за большого количества диагностических исследований, в том числе и необоснованных повторных, в течение года лучевая нагрузка на пациента стала столь велика, что заставляет говорить о постоянно возрастающей коллективной дозе облучения. Кроме того, массовые обследования с использованием традиционного метода регистрации рентгеновских изображений приводят к повышенным временным и материальным затратам, связанным с достаточно сложным процессом фотохимического проявления и использованием дорогостоящих серебрясодержащих материалов. Несмотря на появление в последние годы

нерадиационных методов диагностики, таких, как ультразвуковые, термографические, ядерно-магнитный резонанс и других, рентгенодиагностика остается главным средством получения диагностической информации в клинической практике. Без рентгеновской диагностики трудно представить постановку и уточнение диагноза, определить распространенность патологического процесса и дать оценку эффективности проведенного лечения.

Для решения проблемы обеспечения максимального снижения дозовых нагрузок на пациента и персонал в 1993 г. по заказу МЗ РФ разработан первый аппарат сканирующего типа получения цифровых рентгеновских изображений [1]. Данный метод визуализации базируется на том, что многоэлементный линейный приемник измеряет распределение излучения в горизонтальном направлении, а измерения в вертикальном направлении обеспечиваются механическим сканированием. В результате такого просвечивания во входном окне приемника, работающего как отсеивающая решетка, исключая регистрацию рассеянного излучения, формируется одномерное рентгеновское изображение. Рентгенограмма, аналогичная полноформатной панели, складывается из рентгенограмм строк синхронного перемещения рентгеновского излучателя, коллиматора и многоканального детектора вдоль исследуемого объекта. При этом горизонтальная координата совпадает с номером ячейки многоканальной ионизационной камеры (МИК), а вертикальная — с количеством шагов сканирования. Заполненный рабочим газом под давлением, приемник МИК

представляет собой абсолютно однородную линейку чувствительных ячеек без пропусков (мертвых зон) и не требует программных “сшивок”. Использование линейки МИК в качестве преобразователя рентгеновского излучения получило широкое распространение не только в России, но и за рубежом (Китай, Корея, Казахстан). Огромным достоинством предложенного метода является исключение регистрации рассеянного в теле объекта излучения, а применение высокочувствительной газовой камеры позволило создать аппарат с высокой контрастной чувствительностью при чрезвычайно низких дозах облучения [2]. Другая важная отличительная характеристика цифровых сканирующих систем – широкий динамический диапазон (в рентгенографии – фотографическая широта). Данный параметр, определяющий способность системы одновременно регистрировать детали на фоне объекта с сильным и слабым поглощением в максимально возможном перепаде доз, составляет более 500 (для сравнения у ПЗС-матриц – 100–200, у видикона – 14, у пленки – 30–40). При таком значении динамического диапазона практически исчезает опасность потери информации из-за ошибки в выборе экспозиции. (Речь может идти лишь о превышении дозы над необходимым уровнем.) Большой динамический диапазон приемника излучения исключает недоэкспонирование или переэкспонирование, поэтому количество уровней квантования в системе (монитора) всегда выбирают заведомо больше ожидаемого динамического диапазона, чтобы дискретностью квантования не ухудшать градиционных характеристик системы.

Хотелось бы остановиться на некоторых особенностях сканирующих систем, определяющих диагностические возможности и спектр применения. Наиболее важной из них является весьма малая доза облучения пациента (7–10 мкЗв) при достаточно высоком качестве изображения полноформатной цифровой рентгенографии грудной клетки. Вторая группа характеристик – это свойства получаемого изображения. Во-первых, известной особенностью традиционной рентгенографии является проекционное увеличение исследуемых органов по 2 координатам. При этом наибольшему увеличению подвергаются участки тела и органы, более отдаленные от кассеты с пленкой. В нашем случае, при линейном сканировании узким веерообразным лучом, теневое изображение на снимке не зависит от положе-

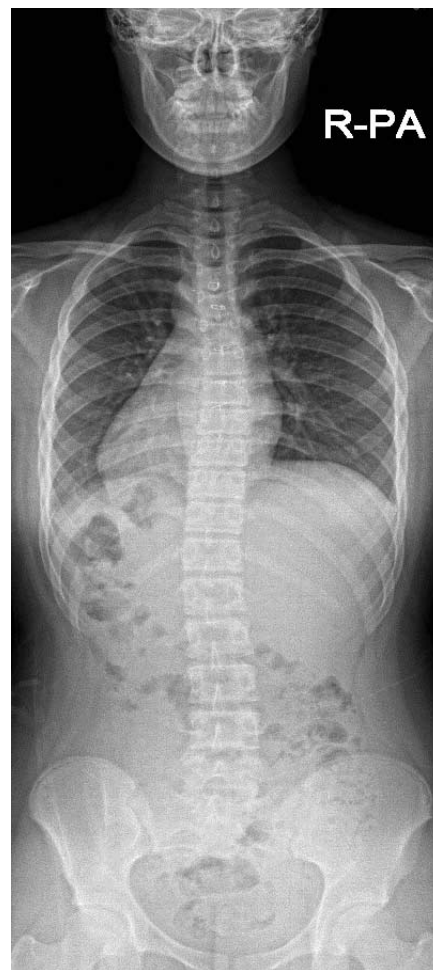


Рис. 1. Снимок на МЦРУ “Сибирь-Н”.

ния объекта, и появляется возможность проводить количественную оценку с высокой точностью путем измерения размера на полученном изображении и определять точную локализацию поражения изучаемого органа. Во-вторых, сканирующий метод полностью избавляет от столь серьезной проблемы проекционной рентгенографии (не только пленочных, но цифровых двухмерных систем), как рассеянное излучение. В-третьих, механическое сканирование позволяет получать снимки, вертикальный размер которых ограничен только размером рабочего окна и режимом снимка. Важной отличительной чертой данного метода является и то, что на полученном снимке пространственное разрешение и контрастная чувствительность одинаковы по всему полю протяженного снимка (рис. 1).

Опыт показал, что при исследовании органов грудной клетки наиболее предпочтительно сканирование вдоль тела пациента, поскольку при этом мы одновременно получа-

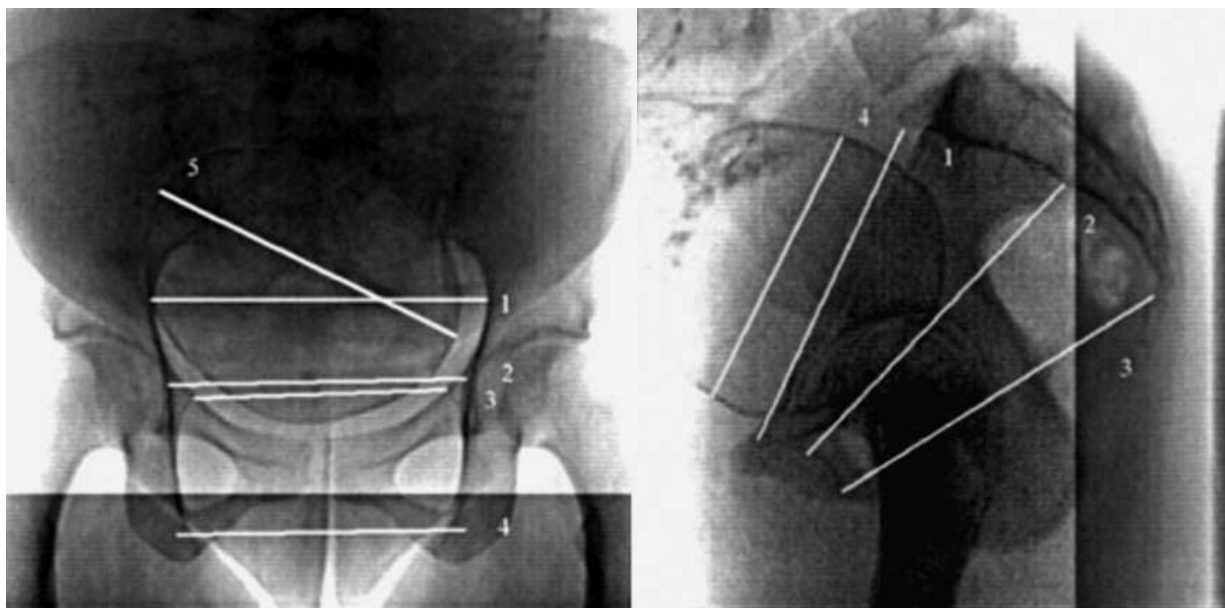


Рис. 2. Цифровая рентгенопельвиометрия.

ем изображение правого и левого легкого (в частности, в одной фазе дыхания). Если сканирование осуществляется поперек тела пациента, изображение левой и правой половины грудной полости регистрируется в разное время с интервалом до 5 с, что может затруднить диагностику. В сканирующих системах не следует путать время сканирования, составляющее 4–5 с, и время экспозиции, которое составляет 0,005 с, обеспечивая хорошую динамическую разрешающую способность. Только при таких режимах очаговые изменения в прикорневых зонах получают четкое отображение на снимках и не размываются из-за сокращений сердца.

Низкие дозы облучения позволяют применять сканирующий метод визуализации в тех областях медицины, где стандартная рентгенодиагностика могла осуществляться только по жизненным показаниям. Одним из удачных примеров является применение в акушерстве для диагностики соответствия размеров головки плода и материнского таза и прогнозирования течения родов [3]. В НЦА-ГиП РАМН в результате получения точных данных при рентгенопельвиометрии (рис. 2) зарегистрировано улучшение показателей перинатальной смертности при осложненном течении беременности и родов у женщин с анатомически узким тазом. За одно исследование (2 снимка – прямая и боковая проекции) пациентка получает дозу поверхностного облучения 64–67 мР вместо 2–3 Р при пле-

ночной рентгенографии. Снижение лучевой нагрузки на пациента в 40 раз расширило применение данной методики при обследовании беременных из группы высокого риска перинатальной патологии. На основании этой работы по проблеме узкого таза в современном акушерстве МЗ РФ выпустил информационное письмо “Ведение беременности и родов у женщин с анатомически узким тазом” для акушеров-гинекологов, где данная методика рекомендована для внедрения в практику здравоохранения [<http://medafarm.ru/php/content.php?group=2&id=1951>].

К оригинальным технологиям относится и метод рентгеновской цифровой антропометрии (РЦА), основанный на способности сканирующих систем получать снимки большого размера по вертикали, захватывая отдельные части тела, например нижние конечности, груднопоясничный отдел позвоночника.

Так, при выполнении РЦА (рис. 3) в стандартном объеме (снимки нижних конечностей в прямой проекции и груднопоясничного отдела позвоночника в 2 проекциях) эффективная доза составляет лишь 25 мкЗв. В первом случае мы одновременно получаем снимки грудного и поясничного отделов на всем протяжении. Выполняя измерения, мы получаем точные результаты с ошибкой $\pm 0,5$ мм независимо от масштаба снимка на экране компьютерного монитора. При этом ортопед владеет объективной информацией, необходимой для выбора метода коррекции выявленных нарушений.

Выяснилось, что та или иная степень асимметрии нижних конечностей почти всегда сопровождается деформацией позвоночника и нередко является ее причиной. Кроме того, выяснение степени равновеликости нижних конечностей предоставляет ортопеду полезную объективную информацию для выбора метода ее коррекции. Необходимость измерения размеров нижних конечностей в процессе РЦА связана еще и с тем, что результаты измерений по наружным анатомическим ориентирам не всегда совпадают с полученными на РЦА, но последние являются более достоверными. Поэтому при сопоставлении вреда и пользы цифровая сканирующая рентгенография явно превалирует. В ходе таких обследований, помимо антропологических отклонений, нам нередко удается диагностировать заболевания, характеризующиеся нарушениями костной морфологии и структуры (последствия травм, опухоли, дегенеративно-дистрофические процессы и т. д.).

Отсутствие вертикального проекционного искажения и возможность проведения точных измерений придают большую объективность исследованиям при цифровой рентгенографии стоп с нагрузкой, выполняемых для выявления патологии свода стопы (рис. 4). При этом полученные результаты по объективности занимают ведущее место.

Рентгенологическое обследование позвоночника, помимо ясной картины деформации, позволяет оценить и прогноз дальнейшего развития заболевания. Все точные измерения при сколиозе (векторы и углы) производятся непосредственно на полученных цифровых рентгенограммах (рис. 5). Спустя некоторое время, например один год, полезно выполнить повторное обследование для сравнения новых данных с исходными снимками.

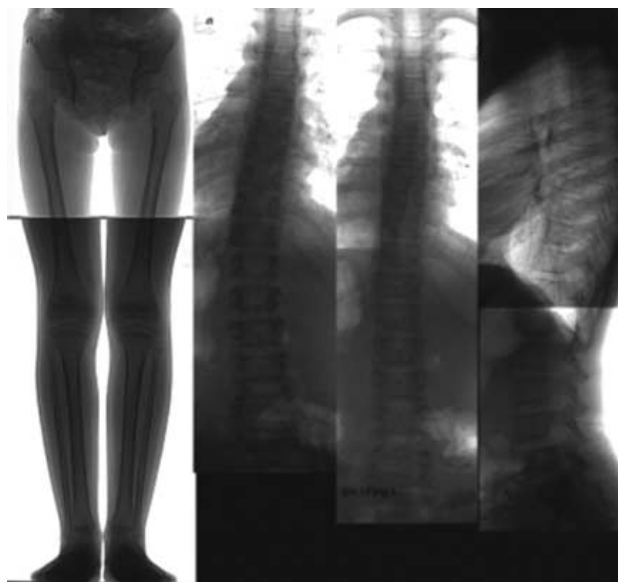


Рис. 3. Цифровая рентгеноантропометрия.

Полученный результат позволяет оценить степень и скорость динамики болезни.

В норме на рентгенограмме в боковой проекции задние контуры тел позвонков образуют правильную дугу. Проявлением нестабильности является смещение позвонков. Суставные поверхности межпозвонковых суставов теряют свою параллельность. Между ними образуется угол, открытый кпереди. Эти изменения могут быть обнаружены как на стандартных, так и на функциональных рентгенограммах, которые делаются в положении максимального сгибания и разгибания позвоночника в боковой проекции. Сканирующий принцип выполнения рентгеновского снимка полностью исключает вертикальные проекционные искажения и позволяет получить четкое изображение горизонтальных площадок и кольцевидного лимбуса всех обследуемых позвонков (см. рис. 5).



Рис. 4. Цифровые рентгенограммы стоп в боковой проекции.



Рис. 5. Функциональные цифровые рентгенограммы шейного отдела позвоночника. Признаки нестабильности C3-C4, C4-C5 сегментов.



Рис. 6. Левосторонний гемисинусит.



Рис. 7. Пансинусит.

О возможности применения сканирующего метода визуализации для исследования других анатомических областей, помимо грудной полости, нет единого мнения. Однако использованный метод цифровой диагностики синуситов, а это одно из самых частых оториноларингологических заболеваний, имеет неоспоримые преимущества перед пленочной рентгенографией, поскольку позволяет снизить в десятки раз дозу облучения, повысить информативность изображения и уменьшить стоимость [4]. Высокая контрастная чувствительность позволяет лучше визуализировать тонкие структурные изменения, мягкотканые образования полости носа, а вертикальное положение пациента во время исследова-

ния создает оптимальные условия для выявления экссудата в околоносовых полостях. По частоте поражения на первом месте расположена верхнечелюстная пазуха, что обусловлено плохим оттоком ее содержимого (рис. 6).

Второе место по частоте занимает лобная, затем – решетчатая и основная пазухи. Если воспалительный процесс распространяется на все пазухи с 2 сторон, возникает пансинусит (рис. 7).

Выполнение обзорной рентгенографии брюшной полости при исследовании пассажа бария по кишечнику и для исключения острой частичной тонкокишечной непроходимости решает проблему большой лучевой нагрузки на пациента и позволяет получить максимум



Рис. 8. Исследование пассажа бария по кишечнику. Контрастирование толстой кишки. Долихоколон.

информации, а также своевременно принять необходимые меры для дальнейшей диагностики. Для этого выполняется серия обзорных цифровых рентгенограмм брюшной полости с интервалом от 2 до 4 ч (рис. 8).

Таким образом, применение сканирующих аппаратов цифровой визуализации в медицинских учреждениях повысит качество работы служб лучевой диагностики, сократит затраты на расходные материалы и позволит существенно снизить коллективную дозу облучения населения [5].

Список литературы

1. *Бабицев Е.А., Бару С.Е., Волобуев А.И. и др.* Опыт использования в условиях поликлиники малодозовой рентгенографической установки “Сибирь-Н” // Вестник рентгенологии и радиологии. 1998. № 4. С. 28–32.
2. *Белова И.Б., Китаев В.М.* Малодозовая цифровая рентгенография: Монография. Орел: Труд, 2001. 164 с.
3. *Чернуха Е.А., Волобуев А.И., Пучко Т.К.* Анатомический и клинически узкий таз. М: Триада-Х, 2005. 256 с.
4. *Раевский И.В., Пашина Г.Ф.* Опыт применения микродозовой цифровой рентгеновской установки “Сибирь-Н” в диагностике заболеваний околоносовых пазух и носоглотки // Российская оториноларингология. 2006. № 3.
5. *Онищенко Г.Г.* Об ограничении облучения населения при проведении рентгенологических медицинских исследований // Постановление Главного государственного санитарного врача РФ. № 11 от 21.04.2006 г.