

Куда идет медицинское рентгеноаппаратостроение?

Н.Н. Блинов

НПО "Экран"

Стало уже трюизмом говорить о замене в рентгенологии пленки на цифровые электронные приемники излучения. Уже не подлежит сомнению, что цифровая рентгенография и цифровая рентгеноскопия скоро заменят традиционные рентгенологические методики. Однако далеко не все представляют себе, какие радикальные изменения в технологии рентгенодиагностического исследования (кроме исключения фотопроцесса) в этой связи последуют и какие рентгеновские аппараты вскоре будут востребованы.

1. Место рентгенологии в современной лучевой диагностике

Традиционная (или "классическая") рентгенодиагностика все еще занимает ведущее место в лучевой диагностике. Однако всюду, где это возможно, рентгеновское исследование должно заменяться и заменяется более "дозосберегающими" и "информативно-обогащающими" методами исследования. Это касается, прежде всего, такого практически безвредного метода, как УЗ-диагностика, которая во многих случаях заменяет рентгеновское исследование почек, печени, желчного пузыря, простаты, мочевыводящих путей и дополняет лучевую диагностику доплерографией сердца, исследованиями сосудов и УЗ-ангиографией.

Эндоскопические методы исследования желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) в большинстве своем оказываются более информативными, чем рентгеновские, и не создают дозовой нагрузки, хотя и обладают рядом слабых сторон, среди которых неприятные ощущения, возникающие у пациентов при введении эндоскопа, и необходимость его стерилизации. Тем не менее, эндоскопия уже сейчас примерно на 40% снизила количество рентгенологических исследований ЖКТ. Дальнейшее их снижение будет происходить по мере неизбежного расширения областей применения компьютерной томографии, в частности "виртуальной" трехмерной КТ-эндоскопии.

Существенный сдвиг происходит и в методах исследования кровеносной системы. По-

мимо повсеместного внедрения цифровой субтракционной ангиографии, во много раз снижающей опасность и травматичность исследования, традиционные методики рентгеновской ангиографии дополняются, а в ряде случаев и вытесняются менее инвазивными методами магнитно-резонансной ангиографии с применением контрастных средств на основе гадолиния и ультразвуковой доплеровской ангиографией с цветовым кодированием.

Изменение коснулось и исследований костно-суставной системы. В последние годы все шире внедряется в диагностическую практику рентгеновская остеоденситометрия на базе специальных цифровых сканирующих рентгеновских аппаратов и ультразвуковых скрининговых систем ранней диагностики остеопороза и дефицита кальция в составе костей.

В области маммологии продолжают попытки усовершенствовать использование УЗ-методов, СВЧ-интроскопии, однако до настоящего времени они не могут конкурировать с пленочной и цифровой маммографией ни по параметрам изображений, ни по объему диагностической информации. Тем не менее, в недалеком будущем можно ожидать появления альтернативных методов диагностики заболеваний молочной железы женщин.

Существенно меняются характеристики палатной и передвижной рентгенодиагностической аппаратуры, сопровождающей хирургические вмешательства. Появляются специальные рентгенодиагностические комплексы для рентгеноэндоскопии, литотрипсии, лапароскопии, интраваскулярной хирургии.

Рентгеновские диагностические исследования все больше смещаются в сторону специальных исследований. Все меньше места остается для традиционных универсальных комплексов на три рабочих места.

2. Техническое состояние лучевой диагностики в России

Рассмотренные выше тенденции уже сейчас можно проследить на основе анализа современного состояния аппаратуры для луче-

Таблица 1. Техническое оснащение лучевой диагностики РФ (по состоянию на 01.01.2001 г.)

Тип аппаратуры	Количество ЛПУ	Потребность	Характеристика наличного парка
Рентгенодиагностические аппараты в том числе:	32747	28000	
стационарные для просвечиваний и снимков (3 рабочих места)	13000		60% типа РУМ-20, более 10 лет
стационарные для просвечиваний (1 рабочее место)	~500	4000	60% типа РУМ-20, более 10 лет
стационарные для снимков (2 рабочих места)	~16000	6000	60% типа РУМ-20, более 10 лет
с УРИ	5773	5000	50% УРИ, более 10 лет
с УРИ и цифровой регистрацией	<1000	5000	
Телеуправляемые	~300	1000	
Палатные	8765	5000	80% однофазные, более 10 лет
Типа С-дуги	491	1500	
Маммографы в том числе для стереотаксиса	1132 <100	4000 400	700 шт. “Электроника”, более 10 лет
Дентальные в том числе ортопантографы	6299 ≈200	8000 1000	70% типа 5D2, более 10 лет
Для ангиографии	229	500	100% зарубежные, более 10 лет
Рентгеноурологические	185	400	40% более 10 лет
Другие аппараты для лучевой диагностики			
Компьютерные томографы в том числе спиральные	389 <150	1200 1200	Не более 50% в работоспособном состоянии. 100% зарубежные
МР-томографы	194	600	50% отечественные
УЗ-сканеры	13673	20000	100% зарубежные
Флюорографы в том числе цифровые	5385 260	— 5000	50% однофазные с устаревшими камерами КФ-70
Электрорентгенографы	389	—	Более 50% в нерабочем состоянии
Тепловизоры	348	100	100% устарели
Эндоскопы в том числе	25034	25000	
гастроскопы	12066	12000	
телевизионные	~300	12000	
Рентгеноостеоденситометры	<100	600	100% зарубежные

вой диагностики и проводимых с ее помощью исследований.

Технический парк аппаратуры и оборудования, эксплуатирующегося в ЛПУ системы МЗ РФ, характеризуется данными, приведенными в табл. 1.

Воспользовавшись данными по статотчетности по форме 30, можно примерно оценить эффективность использования аппаратуры.

Так, на один поворотный стол-штатив приходится в год 180 исследований с просвечива-

нием желудочно-кишечного тракта, что при 240 рабочих днях и односменной работе составляет 0,8 просвечивания в день (при норме 4 исследования), что соответствует эффективности 20%. Это означает, что при правильной организации диагностического процесса количество специализированных штативов для рентгенологического исследования ЖКТ может быть существенным образом сокращено.

Если принять, что ежегодно в стране производится 100 млн. диагностических рентге-

нограмм на 32000 аппаратах, аналогичные расчеты дают цифру 3000 рентгенограмм в год на один рентгенодиагностический аппарат или, при односменной работе, около 14 снимков в день, что дает эффективность не более 25%. Для компьютерных томографов (рентгеновских и магнитно-резонансных) аналогичные расчеты дают примерно 2000 исследований в год или 8 пациентов в день, что при односменной работе близко к 80% эффективности при одной смене и соответственно к 40% при двух сменах.

Для флюорографии подобные расчеты дают производительность 50 флюорограмм в день на 1 флюорограф, что следует считать удовлетворительным.

Для маммографии имеем соответственно 1000 маммограмм на 1 аппарат в год или 4 в день. Если принять, что за одно исследование производится 2–4 маммограммы, производительность составит 1–2 исследования в день, что соответствует эффективности порядка 10%. Столь низкая эффективность использования маммографов в немалой степени объясняется тем, что из 700 морально устаревших и исчерпавших ресурс отечественных маммографов “Электроника” работают лишь единицы.

Объем ультразвуковых исследований за последние годы возрос почти в три раза и превышает средние показатели экономически развитых стран, что обусловлено недостатком аппаратуры для других специальных методов, в частности КТ, МРТ, ангиографии.

Таким образом, в Российской Федерации техническое состояние аппаратуры для лучевой диагностики характеризуется следующими особенностями.

1. Чрезвычайно высокая степень изношенности аппаратуры (70% исчерпало 10-летний срок эксплуатации) и ее отсталый технический уровень.

2. Крайне низкая эффективность использования аппаратуры, что связано с неудовлетворительным ее техническим состоянием и низким уровнем обслуживания и ремонта, а также изменившейся технологией исследований в лучевой диагностике.

3. Значительный недостаток аппаратуры для специальных исследований (КТ, МРТ, ангио- и маммографии, рентгеноденситометрии, цифровой рентгенографии и рентгеноинтервенционных процедур). На восполнение этого недостатка следует направить основные организационные усилия и финансовые потоки.

4. Необходимо в максимальной степени увеличить оснащение кабинетов автоматическими проявочными машинами для рентгенографии и немедленно запретить просвечивание без УРИ.

5. Целесообразен переход на зеленочувствительную пленку и соответствующие усиливающие экраны.

3. Основные тенденции развития рентгенодиагностической аппаратуры

Проведенный анализ позволяет в общем виде наметить основные пути развития аппаратуры для рентгенодиагностики.

1. Помимо повсеместного перехода к цифровым приемникам и преобразователям рентгеновских изображений и исключения фотолaborаторного процесса все в большей степени будет усиливаться интеграция и взаимопроникновение различных методов. Абсолютно необходимо формирование в стране единой службы лучевой диагностики, объединяющей рентгенологию, радионуклидную диагностику, УЗИ, МРТ, КТ и все прочие методы, имеющие дело с медицинскими изображениями (medical imaging).

2. Наконец должно придти осознание бессмысленности оснащения рентгенодиагностических кабинетов универсальными аппаратами на 3 рабочих места. Их заменят аппараты для рентгенографии (преимущественно цифровой) и аппараты для исследования ЖКТ, оснащенные цифровыми преобразователями для просвечивания и снимков. В аппаратах для исследования ЖКТ должна отпасть необходимость в экраноснимочных устройствах, обеспечивающих программное деление рентгенограммы при производстве прицельных снимков. Их заменят цифровые рентгенограммы с УРИ. Шире должны применяться телеуправляемые комплексы с УРИ. Усилители рентгеновского изображения все больше будут заменяться твердотельными цифровыми панелями. Соответственно изменится конструктивное исполнение штативно-механической части рентгеновского кабинета.

Получат дальнейшее развитие аппараты для специализированных видов рентгенодиагностики: ангиографии, литотрипсии, рентгеноинтервенционных процедур, остеоденситометрии, цифровой флюорографии, палатных исследований.

Таблица 2. Области применения рентгеновских аппаратов типа “С-дуга” и их рекомендуемая комплектация

Область применения	Характеристики	Комплектация
Травма Приемное отделение Палата	УРИ 160–230 мм. Цифровая память (4–8 кадров) и подавление шумов. ТВ-стандарт.	Каталка с рентгенопрозрачной декой, средства радиационной защиты: ширма, фартуки, экраны, АРМ рентгенолога
Ортопедия	УРИ 160–230 мм. Цифровая память (4–8 кадров) и подавление шумов. ТВ-стандарт. Импульсная рентгеноскопия.	Операционный стол с рентгенопрозрачной декой, средства радиационной защиты: ширма, фартуки, экраны, АРМ рентгенолога
Гастродуодено-эндоскопия, колоноскопия, бронхоэндоскопия	УРИ 230–270 мм. Импульсная рентгеноскопия. ТВ-стандарт, память не менее 16 кадров.	Стол-штатив с плавающей декой, комплект радиационной защиты, эндоскопический инструментарий
Рентгеноинтервенционные методы	УРИ 230–300 мм. Импульсная рентгеноскопия, двойной ТВ-стандарт, память 256 кадров.	Операционный рентгенопрозрачный стол. Набор инструментария, проводников и катетеров. Набор стентов и графтов. Средства защиты, АРМ с обеспечением субтракции.
Ангиокардиография, флебография, ангиография периферических сосудов, церебральная ангиография	УРИ 270–300 мм. Импульсная рентгеноскопия, двойной ТВ-стандарт, динамическая субтракция, память 256 кадров, широкие программы обработки изображений.	Шприц высокого давления, стол с шаговым перемещением рентгенопрозрачной деки, электрокардиограф. Монитор состояния пациента. Наборы катетеров и проводников. Средства защиты. Аппаратное обеспечение субтракционной ангиографии.

В частности, более широкое распространение получают передвижные рентгенодиагностические комплексы типа “С-дуги” (“С-arm”).

Внедрение цифровых методов преобразования медицинских изображений неизбежно должно привести к появлению в отделениях лучевой диагностики развитых экспертных программ, облегчающих и уточняющих процесс постановки диагноза, и компьютерных систем, связывающих отделения и кабинеты ЛПУ в единую сеть на основе общих стандартов передачи и архивирования данных.

Рекомендуемая литература

- Блинов Н.Н., Мазуров А.И.* Медицинская рентгено-техника вступает в XXI век // Мед. визуализация. 1999. № 4. С. 2–6.
- Вейн Ю.А., Мазуров А.И., Элинсон М.Б.* Хирургические рентгеновские аппараты серии РТС-612 // Мед. техника. 1998. № 6. С. 7–10.
- Дефектоскопия и диагностика / Под ред. Клюева В.В. М.: Машиностроение, 1995.
- Основы рентгенодиагностической техники / Под ред. Блинова Н.Н. М.: Медицина, 2002.
- Рентгеновские диагностические аппараты / Под ред. Блинова Н.Н., Леонова Б.И. М.: ВНИИИМТ, 2001.