

Техническое обеспечение маммографии

*Н.И. Рожкова, Э.Г. Чикирдин, Ю.Г. Рюдигер,
Г.П. Кочетова, И.В. Лисаченко, О.Э. Якобс*

Российский научный центр рентгенорадиологии, Москва

Качество рентгенологической диагностики заболеваний молочных желез во многом определяется техническим совершенством метода. При этом необходимость получения высокоинформативной маммограммы должна сочетаться с низким уровнем облучения, поскольку молочная железа является органом, стоящим по радиочувствительности на втором месте после гонад. В связи с этим совместными усилиями медиков, инженеров, физиков проведена серьезная работа по оптимизации маммографии с учетом различных технических условий производства снимков. Сюда относится изучение спектра излучения в зависимости от материала анода, фильтрации и жесткости излучения, величины фокусного пятна, типа регистрирующего устройства экран—пленка и пр.

На протяжении многих лет усовершенствование маммографов проводится в направлении повышения контрастности изображения, снижения уровня облучения пациенток, снабжения устройствами для прицельной биопсии. В результате современные аппараты, выпускаемые различными зарубежными фирмами, а также отечественный маммограф “МД-РА”, выпускаемый на базе “МАММОДИАГНОСТА УЦ” (Philips), имеют практически одинаково высокие параметры.

Характерным для них является вращающийся молибденовый анод рентгеновской трубки с двумя дорожками, введение дополнительного микрофокуса, обеспечивающего съемку с двухкратным проекционным увеличением (фокусные пятна 0,1 и 0,3 мм), рентгеновского отсеивающего раstra с отношением 4—5, что повышает контрастность изображения, твердотельного экспонометра, что обеспечивает возможность проявления пленки в проявочной машине, среднечастотного питающего устройства, специальных кассет с низким поглощением излучения передней крышкой и одного заднего усиливающего экрана, что снижает дозовую нагрузку на пациентку.

Таким образом, актуальность проблемы ранней диагностики рака и других заболеваний молочной железы обусловила внимание

разработчиков к специализированным рентгенодиагностическим аппаратам для маммографии, отличительной чертой которых является съемка при малой жесткости характеристического излучения, создаваемого молибденовым анодом рентгеновской трубки, что позволяет увидеть малоконтрастные детали.

Дальнейшее развитие маммографов осуществляется в направлении увеличения удобств в работе (орган-автоматика, формат-автоматика, съемка в сидячем положении пациентки, транспортабельная конструкция), увеличение эксплуатационной надежности (микропроцессорное управление), улучшение художественно-конструкторских решений (дизайна), снижение себестоимости изделия.

Вместе с тем, получение высокоинформативного изображения в условиях низких дозовых нагрузок обеспечивается не только совершенным аппаратом, но и применяемыми средствами визуализации изображения (приемниками излучения), в частности рентгеновскими пленками и усиливающими экранами.

Известно, что усиливающие экраны, с одной стороны, должны обладать достаточно высоким коэффициентом усиления, а с другой — обеспечивать выявление очень мелких мало-контрастных деталей.

Оптимальным решением для удовлетворения этих противоречащих друг другу требований явилось использование в маммографической кассете только одного заднего усиливающего экрана из гадолиниевого люминофора с высоким коэффициентом усиления при низкой структурной зернистости в сочетании с односторонней зеленочувствительной радиографической пленкой, поскольку максимум излучения таких экранов находится в области около 500 нм.

Маммографические экраны для необходимого качества изображения, как правило, изготавливают из мелкозернистого люминофора с уменьшенной нагрузкой люминофора и с использованием специальных красителей, снижающих экранную нерезкость изображения.

Особенностью маммографических кассет является очень слабое поглощение передней крышкой низкоэнергетического излучения (анодное напряжение порядка 28 кВ) и специальная конструкция шарнирного соединения, уменьшающего до минимума ширину “мертвой” зоны изображения у стенки грудной клетки пациентки. Кассеты изготавливаются из специального пластика (с высокой пластичностью, прочностью и долговечностью), благодаря чему достигается наилучший контакт между пленкой и усиливающим экраном, что улучшает качество изображения исследуемого объекта.

Следует помнить, что для получения высококачественного снимка необходимо использовать кассету, усиливающий экран и пленку одной фирмы. В противном случае качество маммограммы значительно снижается. Наиболее важные характеристики кассет приведены в таблице.

Данные поглощения передней крышкой кассеты (таблица) получены для мягкого излучения со сплошным спектром, соответствующим по эффективной энергии излучению, используемому в современных маммографах.

Сенситометрические параметры пленок определялись при их экспонировании в комбинации с эталонным экраном для маммографии ЭУМ-Г на рентгеносенситометре при напряжении на трубке 40 кВ без дополнительного фильтра. Сенситограммы обрабатывались вручную в проявителе “Рентген-2” при 20°C в течение 6 мин, а также в проявочном автомате “Х-омат М 35-М” фирмы Kodak (температура проявителя 34,5°C, полное время цикла 190 с) при использовании реактивов фирмы Tetela.

Как показали рентгеносенситометрические испытания различных пленок, при автоматическом способе фотообработки необходимыми для маммографии параметрами обладают прак-

тически все пленки ведущих фирм-производителей. При этом предпочтительнее использовать последние разработки каждой из них.

Например, старые пленки типа Mammoray MP3-11 и MP5 фирмы Agfa обладают существенно более низким контрастом, чем современная пленка Mammoray HDR. То же самое относится к пленкам фирмы Kodak: пленки Min RE и Min RMA на сегодняшний день устарели. Современной следует считать пленку типа Min RG, обладающую более высокой чувствительностью и контрастом.

Наиболее соответствующей уровню требований к качеству маммограммы на сегодняшний день является пленка Min R2000 фирмы Kodak. Однако следует помнить, что полностью ее возможности будут реализованы лишь в случае сочетания с одноименными кассетами Min R2000 или Min R2190.

Что касается ручной фотообработки, то из-за целого ряда причин ее можно применять только в исключительных случаях, когда нет никакой возможности автоматической фотообработки. При этом теряется чувствительность всех типов пленки на 15–25%, что означает необходимость увеличения дозы облучения на ту же величину.

Кроме того, большинство пленок, обработанных вручную, обладают недостаточно высоким контрастом, необходимым для маммографии. К тому же при ручной фотообработке необходимо обязательное соблюдение технологии всех этапов фотопроцесса – поддержание постоянства температуры проявителя и строгое выполнение условий обработки (время проявления 6 мин, достаточно длительное фиксирование и промывка). В противном случае не обеспечивается постоянство качества маммографического изображения.

Пленка Min RG при ручной обработке в отечественных реактивах “Рентген 2” сохра-

Характеристики кассет для маммографии

Тип кассеты	Фирма	Размер, мм	Масса, г	Поглощение передней крышкой, %	Тип экрана
MinR2	Kodak	266,0 × 194,5 × 14,0	607	12,5	MinR
Mammoray	Agfa	266,5 × 194,5 × 14,0	647	15,0	MR Detail S
EC-MA	Fuji	267,0 × 194,0 × 13,5	504	6,0	HR MAMMO FINE
KPM	Ренекс	266,0 × 196,0 × 14,0	394	9,0	ОПТО ММ

Примечание. В практике встречаются кассеты KPM с шириной более 196 мм. Они не пригодны для кассето-держателей аппаратов типа “Маммодиагност”.

няет такой же контраст, как и при автоматической обработке.

Фотографическое действие различных комбинаций маммографических экранов и пленок определялось методом ступенчатой засветки при анодном напряжении рентгеновского аппарата 36 кВ, без фильтра (слой половинного ослабления 0,6 мм Al). Фотообработка пленок проводилась в проявочной машине "М-35М" фирмы Kodak.

Все современные системы экран–пленка разных фирм (Kodak, Agfa, Fuji, Sterling) обладают практически одинаковым фотографическим действием. При этом предлагаются две системы, отличающиеся друг от друга по чувствительности (коэффициенту усиления) и качеству изображения, что связано с разным назначением – для скрининга и для специальных задач уточненной диагностики.

Испытание на выявляемость деталей производилось на аппарате "Маммодиагност" при анодном напряжении 28 кВ с фантомом из органического стекла толщиной 5 см, имитирующим молочную железу средних размеров и средней плотности, а также с двумя типами тест-объектов: 1) тест-объект в виде песчинок разного диаметра от 300 до 700 мкм; 2) тест-объект, разделенный на 100 ячеек, в 50 из которых находились песчинки диаметром 300 мкм (в обоих тест-объектах распределение песчинок по ячейкам нерегулярно-хаотичное). В первом случае выявляемость деталей размером 300 мкм для всех исследованных комбинаций экран–пленка составляла не менее 90%. Фотообработка всех снимков проводилась в вышеуказанной машине фирмы Kodak "М-35М". На основании анализа снимков, полученных со вторым тест-объектом, строились кривые вероятности обнаружения деталей (ROC-кривые).

Анализ показал, что наилучшими возможностями выявляемости деталей размером в 300 мкм из традиционных обладают системы экран–пленка Min R\Min RG (Kodak) и HR МАММО FINE\UM-MA HC (Fuji). Система, разработанная фирмой Kodak, существенно превосходит другие по данному параметру, что подтверждается клиническими испытаниями, где очень важно выявлять самые мельчайшие отклонения от нормы при низких дозах облучения пациентки.

Для наиболее эффективного использования указанных приемников излучения необходимо соблюдать определенные рекомендации для работы в фотолабораториях маммографических рентгеновских кабинетов.

1. Оснастить фотолаборатории соответствующим оборудованием, среди которого важное значение имеет замена желто-зеленых светофильтров в фотолабораторных фонарях на красные, предпочтительно № 104 (коричнево-красный) с лампами накаливания мощностью 25 Вт, поскольку плотность всех фильтров подбирается именно под такую мощность электроэнергии. Следует правильно устанавливать и расстояние фонаря от поверхности рабочего стола – 75 см.
2. При фотообработке пленок в проявочных автоматах не допускать попадания отработанных реактивов (проявителя и фиксажа) в емкости для соответствующего регенерата, так как в этом случае со временем быстро ухудшается качество изображения (в основном падает контраст). Повторное использование отработанных реактивов категорически исключается.
3. Поскольку диагностическая точность маммографии главным образом зависит от качества рентгенограмм и квалификации врача, целесообразно обратить внимание на основные дефекты на снимках, затрудняющие их интерпретацию, приводящие к дублированию.

Одной из причин получения дефектной маммограммы является неправильное использование технических средств либо использование недоброкачественных технических средств:

- 1) неправильный выбор режимов экспозиции и условий фотообработки приводит к получению слишком "жесткого" или слишком "мягкого" снимка;
- 2) неплотный прижим крышек кассеты или экрана к пленке вызывает нерезкость изображения;
- 3) использование экранов с повышенной зернистостью нецелесообразно при маммографии, поскольку повышает зернистость фона, что затрудняет поиск микрокальцинатов, а механическое загрязнение экранов приводит к появлению белых точек, симулирующих наличие мелких известковых включений, в связи с чем раз в месяц экраны необходимо мыть теплой водой с мылом и обрабатывать антистатиком;
- 4) недостаточная промывка пленки вызывает образование дихроичной вуали (желто-зеленой в отраженном свете и красно-фиолетовой в проходящем) или белого налета при неполном удалении гипосульфита;

- 5) использование истощенного фиксажа или проявителя дает желто-зеленую вуаль;
- 6) неаккуратное обращение с рентгенограммой дает пятна при попадании проявителя, фиксажа, воды до ее обработки, отпечатки пальцев от прикосновения до проявления, в ходе и после;
- 7) повреждение упаковки пленки или неплотный прижим крышек кассеты создает черную полосу по краю;
- 8) недостаточно бережное обращение с пленкой приводит к образованию светлых и темных дужек, следов электрических разрядов (в виде черных извилистых древовидных линий) при быстром вытаскивании пленки из коробки или соприкосновении пленки с синтетической одеждой.

Перечислена лишь часть наиболее часто встречающихся дефектов на маммограммах, связанных с несоблюдением правил фотопработки, ухудшающих качество снимка и снижающих его информативность.

Множество медицинских, технологических, организационных и финансовых проблем решают современные компьютеризированные информационные технологии для работы с медицинским изображением, основанные на новых поколениях диагностических аппаратов с цифровыми видеотрактами и компьютеризированными станциями.

Таким образом, техническое оснащение современного маммографического блока должно включать рентгеновский маммографический аппарат, обеспечивающий высокое качество изображения при низких дозовых нагрузках со специальными кассетами, отвечающими требованиям маммографии, соответствующую рентгеновскую пленку, автоматический фотолабораторный процесс; желательно, чтобы кассеты, пленка и проявочный автомат составлялись одной и той же фирмой. Только при таких условиях гарантировано получение высококачественного снимка, при котором исключается брак и возможность ошибки при интерпретации изображения.

Книги Издательского дома Видар-М



“Неинвазивные методы диагностики в хирургии брюшной аорты и артерий нижних конечностей”, авторы С.А. Дадвани, С.К. Терновой, В.Е. Синицын, Е.Г. Артюхина.

Монография посвящена современной диагностике и лечению заболеваний артерий нижних конечностей. Описываются технические основы компьютерной и магнитно-резонансной ангиографии, а также ультразвуковая диагностика заболеваний брюшной аорты и периферических артерий. В книге отражены семиотика наиболее часто встречающихся заболеваний и осложнений, а также вопросы хирургической тактики в зависимости от выявленных изменений. Содержатся сведения об информативности предлагаемых методик и сопоставлении их с данными традиционной рентгеноконтрастной ангиографии, интраоперационной ревизии, морфологического исследования. Для сосудистых хирургов, рентгенологов, ангиологов, специалистов по функциональной диагностике и врачей других специальностей. 144 с., 290 ил.

“Магнитно-резонансная томография в диагностике цереброваскулярных заболеваний”, авторы О.И. Беличенко, С.А. Дадвани, Н.Н. Абрамова, С.К. Терновой.

Монография посвящена одной из актуальных проблем клинической медицины – изучению методом МРТ состояния головного мозга и его сосудистых структур при цереброваскулярных заболеваниях. Рассмотрены практически все известные формы этих заболеваний: от наиболее часто встречающихся (дисциркуляторная энцефалопатия, инсульты при артериальной гипертонии и атеросклерозе) до редких (болезнь Такаюсу). Авторы показали возможности клинического применения МРТ и МРА головного мозга в комплексе современных инструментальных методов. Для рентгенологов, неврологов, специалистов по лучевой диагностике. 112 с., 125 ил.



Контакты:

тел.: (095) 915-06-20
тел./факс: (095) 915-34-13

e-mail: sergey@vidar.ru
<http://www.vidar.ru> – цены и заказы