

## Рентгенолаборант в маммографическом кабинете

Ф.Г. Горелик

НПО "Экран", Москва (ВНИИИМТ)

Национальным проектом "Здоровье" в 2006–2007 гг. предусмотрено оснащение первичного звена системы отечественного здравоохранения – его амбулаторно-поликлинической службы, значительным количеством маммографов в целях организации систематических профилактических осмотров женщин, относящихся к группе высокого риска.

Организация подобной службы требует создания специализированных рентгеновских кабинетов для маммографии, оснащенных достаточно сложным оборудованием, со штатом врачей и рентгенолаборантов соответствующей квалификации.

Прежде всего в маммографическом кабинете изменяется специфика работы рентгенолаборанта. Он должен знать физико-технические особенности современных маммографов, уметь выбрать оптимальный режим их работы, правильно проводить укладку молочной железы, уметь использовать коллимирование, автоматическое экспонирование и другие функции, обеспечиваемые современными маммографами. Для маммографических исследований существует большое количество специализированных усиливающих экранов и пленок. Лаборант должен уметь выбрать оптимальный комплект "экран–пленка" и установить режим работы с ним, учитывая требования радиационной безопасности.

Рассмотрению особенностей работы рентгенолаборанта в маммологическом кабинете посвящено мало работ. Наиболее полные материалы содержатся в руководствах В.П. Харченко и Н.И. Рожковой [1] и К.Л. Бонтрагера [2]. Практические рекомендации этих авторов были учтены при написании данной статьи.

Рентгеновские маммологические обследования бывают двух видов: проверочные (скрининг) и с подозрением на заболевание молочной железы (прежде всего, на новообразование). В первом случае достаточно обзорной рентгенографии в прямой и косой проекциях.

В некоторых случаях, например, при повторных исследованиях можно ограничиться только косой проекцией.

Для уточнения состояния отдельных участков молочной железы производят прицельную рентгенографию. В этом случае выполняют съемку молочной железы с помощью ограничивающего тубуса с небольшим полем. При этом для выявления мелких деталей удобно совмещать прицельную рентгенографию с прямым увеличением за счет увеличения расстояния между приемником изображения и объектом и использования микрофокуса рентгеновской трубки. В тех случаях, когда необходима рентгенография мягких тканей подмышечной области, систему "трубка–приемник" поворачивают на 90°.

При нетипичном размещении новообразований в молочной железе проводят рентгенографию в боковой или нестандартной проекциях, которые выбирает врач-рентгенолог.

Современные маммографические аппараты (маммографы) позволяют получать высококонтрастные детальные снимки молочной железы, осуществлять рентгенографию подмышечных впадин, делать прицельные снимки и снимки с увеличением. Маммографы для удобства работы лаборанта снабжены устройствами для маркировки маммограмм. Некоторые маммографы дополнительно комплектуются системами для введения биопсийной иглы. В последнее время в качестве приемника изображения все чаще используют цифровые системы.

В маммографах рентгеновская трубка и приемник излучения жестко закреплены между собой. Система "трубка–приемник", в свою очередь, закреплена на колонну, по которой она может двигаться вверх и вниз и поворачиваться на 90° в одну и другую стороны.

В маммографе применяется специализированная рентгеновская трубка с молибденовым или рений-родиевым анодом, обеспечиваю-

шая “мягкое” рентгеновское излучение с напряжением в диапазоне 21–35 кВ. Такая энергия излучения позволяет получить изображение малоконтрастных сред, с которыми имеет дело маммология. Маммографические трубки имеют фокусные пятна 0,1 и 0,3 мм, чтобы обеспечить низкую геометрическую нерезкость, поскольку маммографическое изображение должно воспроизводить чрезвычайно мелкие детали.

Маммографы снабжены также тубусом, ограничивающим поле облучения в зависимости от исследуемого участка, и прозрачными компрессионными пластинами, имеющими низкий коэффициент поглощения излучения, чтобы минимизировать дозовую нагрузку.

Правильные укладка и компрессия молочной железы важны для максимального уменьшения рассеянного излучения и исключения нерезкости вследствие движения объекта. Кроме того, компрессия молочной железы обеспечивает равномерность ее толщины, что дает возможность получения более информативного изображения всего объекта. Компрессия молочной железы должна быть достаточно сильной. В маммографах, имеющих указатель величины усилия компрессии, она выбирается в пределах 8–15 кг (80–150 Н); если в маммографах такого указателя нет, усилие сжатия должно быть таким, какое пациентка может выдержать по болевым ощущениям (но не более 20 кг). При компрессии молочной железы необходимо следить за тем, чтобы не образовывались складки кожи.

Маммографы с помощью специальной платформы путем увеличения расстояния между кассетой и объектом обеспечивают возможность увеличения изображения области интереса для обнаружения в ней малых очагов поражения или микрокальцинатов.

Грамотная укладка молочной железы и точный выбор режимов экспонирования чрезвычайно важны, потому что маммографическая съемка приводит к наибольшей среди всех рентгенографических исследований дозовой нагрузке на пациента. Единственным путем уменьшения дозы при этом являются правильное выполнение укладок и выбор режимов съемки, уменьшающих необходимость повторных снимков. При исследованиях молочной железы обязательно должна быть использована индивидуальная защита пациентки в области малого таза – юбка или передник.

Режимы работы маммографа могут устанавливаться вручную или автоматически с помо-

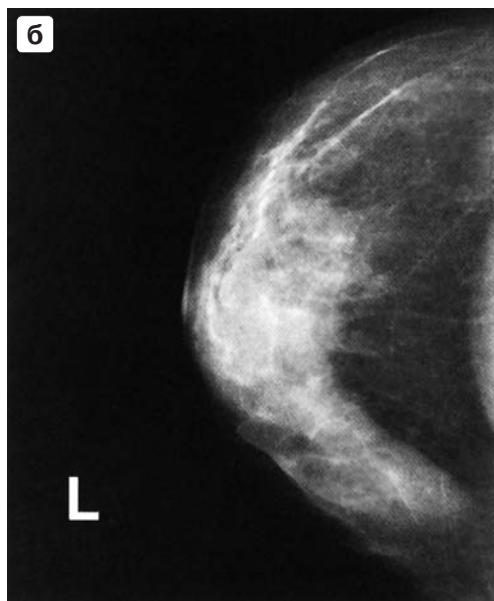
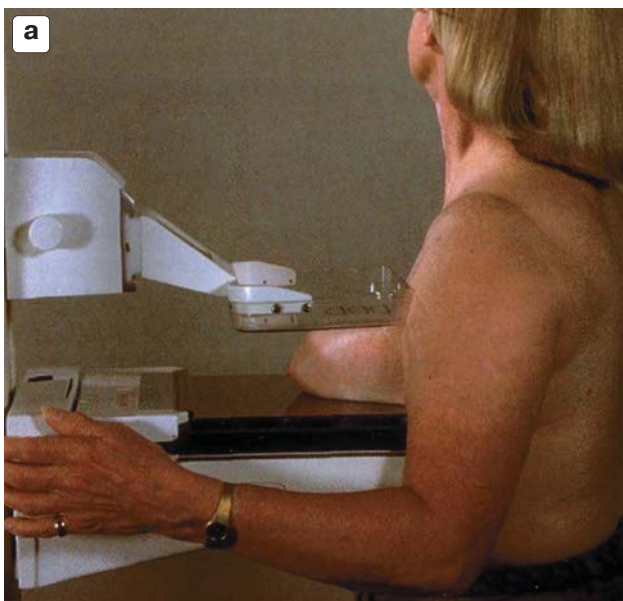
щью экспонометра. Безусловно предпочтительной является работа с экспонометром, так как при этом снижается брак. Работа маммографа в ручном режиме рекомендуется в тех случаях, когда по условиям съемки не удается избежать попадания прямого пучка на поверхность ионизационной камеры. Экспонометр обычно имеет несколько рабочих полей – от основания груди до вершины. Можно рекомендовать выбор поля, наиболее близкого к грудной стенке, где расположены более плотные ткани. Единственное исключение – специальные проекции, такие как увеличение и прицельная съемка исследуемой области.

Далее приводятся режимы работы маммографа и способы укладки молочной железы для нескольких основных и специальных проекций, рекомендуемых К. Л. Бонтрагером и Н.И. Рожковой.

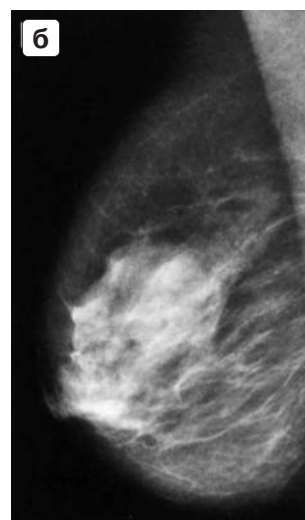
При всех укладках при проведении компрессии морщины и складки кожи должны быть разглажены, а также предусмотрена радиационная защита. Пациентка может находиться в положении стоя или сидя.

*Краниокаудальная основная проекция (рис. 1 а, б)* позволяет обнаружить и/или оценить кальцинаты, кисты, карциному и другие поражения молочной железы. В целях сравнения снимают обе железы. Кассета, в зависимости от размера молочной железы, размером 18 × 24 или 24 × 30 см устанавливается в поперечное положение. Используется движущийся растр; работа аппарата в ручном режиме в расчете на молочную железу средней величины (25 кВ, 75 мАс). Поглощенная доза – 1300 мкГр. Молочная железа должна быть поднята и лежать на кассетодержателе, образуя с грудной клеткой угол в 90°, затем она оттягивается в сторону центра кассеты. Голова отводится в сторону. Маркер и идентификатор пациента всегда помещают со стороны подмышечной впадины. Центральный луч должен быть направлен под углом 90° к кассете вдоль стенки груди по центру основания молочной железы. Диафрагмирование производят с помощью соответствующего тубуса.

*Медиолатеральная косая основная проекция (рис. 2 а, б)* позволяет обнаружить и/или оценить кальцинаты, карциному и другие поражения молочной железы. Снимаются для сравнения обе железы. Кассета, в зависимости от размера молочной железы, размером 18 × 24 или 24 × 30 см устанавливается в поперечное положение. Используется движущийся растр; работа аппарата в ручном режиме в расчете на



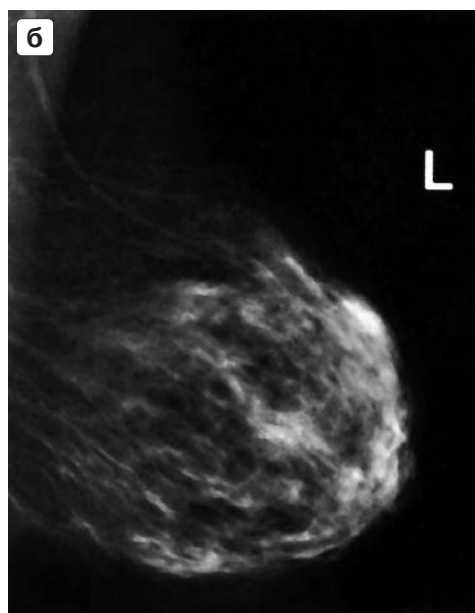
**Рис. 1.** Краниокаудальная основная проекция (По руководству К.Л. Бонтрагера) а – укладка пациентки; б – вид маммограмм.



**Рис. 2.** Медиолатеральная косая основная проекция (По руководству К.Л. Бонтрагера) а – укладка пациентки; б – вид маммограмм.

среднюю молочную железу (25 кВ, 85 мАс). Поглощенная доза – 1500 мкГр. Центральный луч должен быть перпендикулярен кассете, но наклонен примерно на 45° относительно вертикальной оси; для тучных женщин наклон лежит в диапазоне 40–60°, для субтильных – 60–70°. Центральный луч должен быть направлен вдоль стенки грудной клетки по центру основания молочной железы. Высота расположения кассетодержателя должна соответствовать подмышечной впадине. Молочная железа оттягивается в сторону центра кассеты вперед и медиально от грудной клетки. Паци-

ентка наклоняется слегка вперед в сторону наклоненной кассеты, пока нижнелатеральная часть железы не коснется кассетодержателя. Сосок должен проецироваться в профиль. Рука со стороны обследуемой молочной железы вытянута вперед. Голова отводится в сторону от объекта съемки. Компрессия осуществляется медленно при отведении молочной железы в направлении от грудной стенки и вверх, чтобы избежать провисания груди. Верхний край компрессионной пластины остановится под ключицей, а нижний – на уровне инфрамамарной складки. Маркер помещается высоко



**Рис. 3.** Медиолатеральная специальная проекция (По руководству К.Л. Бонтрагера) а — укладка пациентки; б — вид маммограмм.

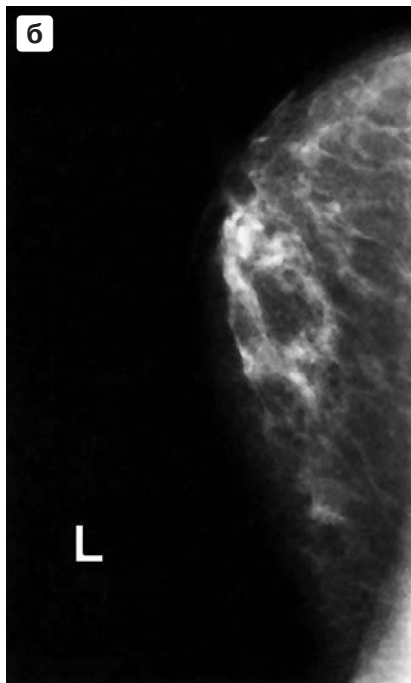
в подмышечной впадине. Диафрагмирование производят с помощью специального тубуса. Во время выполнения снимка пациентка должна задержать дыхание. Для молочной железы большого размера могут использоваться две кассеты: одна располагается выше для получения снимка подмышечной области, другая ниже — для нижней половины железы.

**Медиолатеральная специальная проекция (рис. 3 а, б)** позволяет обнаружить участки воспаления или другие изменения в латеральных отделах молочной железы. Эта проекция может быть использована как дополнительная в подтверждение патологических изменений, если они обнаружены при медиолатеральной косой проекции. Кассета, в зависимости от размера молочной железы размером  $18 \times 24$  или  $24 \times 30$  см, устанавливается в поперечное положение. Используется движущийся растр; работа аппарата в ручном режиме в расчете на среднюю молочную железу (25 кВ, 85 мАс). Поглощенная доза — 1500 мкГр. Пациентка может находиться в положении стоя или сидя. Центр кассеты расположен напротив центра молочной железы. Сама железа оттягивается к центру кассеты вперед и медиально от грудной клетки. Пациентка стоит так же, как при краниокаудальной проекции, голова отведена в сторону от объекта съемки. Рука со стороны обследуемой молочной железы вытянута вперед. Молочная железа оттягивается в сторону центра кассеты, вперед и медиально от груд-

ной клетки. Пациентка наклоняется слегка вперед в сторону наклоненной кассеты, пока нижнелатеральная часть железы не коснется кассетодержателя. Сосок должен проецироваться в профиль. Компрессию осуществляют медленно при отведении молочной железы в направлении от грудной стенки и вверх, чтобы избежать провисания груди. После того как компрессионная пластина пройдет район грудины, разворачивают пациентку так, чтобы молочная железа находилась в истинно боковой проекции. Нажатием на живот пациентки открывают инфрамаммарную складку. При необходимости просят пациентку поддерживать вторую грудь рукой, чтобы она не мешала выполнению снимка. Маркер помещается высоко в подмышечной впадине. Диафрагмирование производят с помощью специального тубуса.

**Краниокаудальная специальная проекция (рис. 4 а, б)** для подмышечной области позволяет оценить изменения в ткани молочной железы и особенно подмышечной области. Условия проведения обследования те же, что при основной проекции. Но пациентку следует повернуть так, чтобы захватить максимально большую часть подмышечной области. Для этого плечо пациентки должно быть отведено назад, а рука расслаблена.

Есть факторы, которые могут служить критерием оценки качества рентгенограмм. При краниокаудальной основной проекции на



**Рис. 4.** Краниокаудальная специальная проекция (По руководству К.Л. Бонтрагера) а – укладка пациентки; б – вид маммограмм.

маммограмме должна быть полностью видна вся молочная железа, включая центральную, околососковую и среднюю часть (иногда включается грудная мышца). При краниокаудальной специальной проекции должно быть получено изображение тканей молочной железы в подмышечной области, грудной мышцы и центральных субареолярных тканей. При медиолатеральной основной косой проекции должна полностью визуализироваться

ткань молочной железы от грудной мышцы до соска и должна быть видна инфрамаммарная складка. При медиолатеральной специальной проекции должен быть получен снимок всей молочной железы в боковой проекции, включая подмышечную область. Сосок на снимках должен быть виден в профиль. Оптическая плотность снимка должна быть равномерной по всей молочной железе, что свидетельствует об оптимальной компрессии. Центральная линия и диафрагмирующий тубус установлены правильно, если изображение молочной железы расположено по центру пленки без отсечения краев. Высокий контраст изображения указывает на то, что выбрано адекватное напряжение на рентгеновской трубке, обеспечивающее проникновение рентгеновского излучения через наиболее плотную область молочной железы. Четкие границы анатомических структур говорят об отсутствии движения молочной железы во время снимка. Маркеры анатомических сторон “Л” и “П” должны быть размещены в подмышечной области снимка. Артефакты должны отсутствовать.

Режимы работы маммографа, рекомендуемые при различных укладках, рассчитаны на обследование пациенток со средними размерами и плотностью молочной железы. Для съемки молочной железы большого размера или большой плотности можно рекомендовать увеличение напряжения до 28 кВ, для молочной железы малого размера можно рекомендовать, не уменьшая напряжение на рентгеновской трубке ниже 25 кВ, добиваться необходимой плотности снимка с помощью уменьшения экспозиции (мАс).

Необходимо отметить, что плотность маммографического снимка должна быть существенно выше, чем на рентгенограммах других органов. Если обычная рентгенограмма имеет интегральную плотность порядка 1,5 Б, то маммограмма должна иметь плотность не менее 2,5 Б.

При автоматическом управлении маммографом лаборант выбирает необходимое значение анодного напряжения в соответствии с размером и плотностью молочной железы. Существуют маммографы, в которых напряжение выбирается автоматически. При этом возможность регулирования режима настройки автоматического экспонометра, который вычисляет величину мАс и своевременно отключает излучение (выбирает выдержку), позволяет получить снимки различной плотности. Необходимость изменения режима работы

**Таблица.** Чувствительность маммографических комплектов экран-пленка

Фирма	Тип пленки	Тип экрана	Чувствительность
Kodak	Min-RG	Min-R	11
	Min-R 2000	Min-R 2000	12
		Min-R 2190	20
	Min-RL	Min-R	8
		Min-R 2000	12
		Min-R 2190	16
	Agfa	HT	MR Detail
MR Detail S			14
HDR		MR Detail R	16
		MR Detail	12
		MR Detail S	16
Fuji	UM-MA Nc	HR Mamma Fine	20
			14

экспонетра может быть вызвана, например, переходом на другой тип пленки или значительным истощением проявителя.

Тип используемой маммографической пленки, так же как тип используемого маммографического экрана, может стать определяющим для качества получаемого на снимке изображения и ощутимо влиять на дозовую нагрузку при обследовании.

Долгие годы для маммографии применяли специализированную безэкранную маммографическую пленку, обеспечивающую высокую контрастную чувствительность и очень высокое разрешение. В настоящее время появились комплекты “экран–пленка”, которые по своим параметрам обеспечивают получение необходимого качества маммограмм. Такие комплекты очень сильно отличаются от комплектов “экран–пленка” в обычной рентгенографии. В маммографических комплектах используется один “задний” усиливающий экран, изготовленный из очень мелкозернистого эффективного люминофора с малой нагрузкой (то есть экран очень тонкий). Используемая в маммографии пленка также отличается от универсальной рентгеновской пленки высокой разрешающей способностью и контрастностью. Использование обычной рентгеновской пленки в маммографии недопустимо.

Маммографический экран вставляется в маммографическую кассету на предприятии-изготовителе. Эти кассеты поставляются обычно вместе с маммографом. А вот маммографическая пленка является расходным материалом. При выборе пленки необходимо учитывать рекомендации фирм – изготовите-

лей маммографических кассет и экранов, поскольку маммографическая пленка и соответствующий ей маммографический экран всегда разрабатываются с учетом характеристик друг друга.

В таблице приведены значения чувствительности нескольких комбинаций “экран–пленка” различных фирм. Чувствительность определяется как величина, обратная дозе, необходимой для создания плотности почернения пленки 1,0 над вуалью. Очевидно, что дозовая нагрузка пропорционально уменьшается при высокой чувствительности комплектов.

Приведенные при различных укладках значения поглощенной дозы получены с комплектами, имеющими чувствительность 12. Следует отметить, что наиболее чувствительные комплекты несколько уступают менее чувствительным по информативности, а применение экрана одной фирмы и пленки другой могут привести к некоторым потерям как в информативности, так и в чувствительности.

Выше отмечалось, что основной отличительной чертой маммографической пленки является ее высокая контрастность. Эта величина для пленки характеризуется параметром, называемым средний градиент. Если для обычных рентгеновских пленок считается оптимальным средний градиент порядка 2,5, то для маммографических пленок он возрастает до 3,5.

В получении такого значения среднего градиента важнейшую роль играют условия фотохимической обработки. Именно поэтому для обработки маммографической пленки разра-

---

батываются специализированные проявочные машины. При отсутствии такой машины может быть использована универсальная проявочная машина, если она обеспечивает время нахождения пленки в проявителе порядка 45 с при температуре проявителя 35 °С.

Нежелательна обработка маммографических пленок в ручных реактивах — почти все пленки теряют при этом средний градиент. Исключение при наших испытаниях составили только пленки фирм Fuji и Konica, которые практически не теряют контрастность при обработке в отечественных реактивах при времени проявления 6 мин и температуре проявителя 20 °С.

Выше было отмечено, что плотность маммографических изображений должна быть существенно выше по сравнению с обычными рентгенограммами. Поэтому эти пленки нельзя просматривать на обычных негатоскопах. Для просмотра маммографических пленок должен использоваться специальный маммографический негатоскоп с яркостью порядка 7000 кд/м<sup>2</sup> и ограничивающими шторками.

### Список литературы

1. Харченко В.П., Рожкова Н.И. Лучевая диагностика заболеваний молочной железы, лечение и реабилитация. М.: Стром, 2001.
2. Бонтрагер К.Л. Руководство по рентгенографии с рентгеноанатомическим атласом укладок. М.: Интелмедтехника, 2005.