

## ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ РЕНТГЕН-ЛАБОРАНТА МАММОГРАФИЧЕСКОГО КАБИНЕТА

Одной из основных проблем онкологии на современном этапе является постоянный рост числа женщин, болеющих злокачественными новообразованиями молочной железы. Рак молочной железы вышел на первое место среди онкологических заболеваний и причин смерти у женщин во всем мире и в Украине. По мере старения населения все больше и больше женщин будет поражено этой болезнью.

Неуклонный рост заболеваемости и смертности женщин от рака молочной железы предполагает дальнейшее развитие и усовершенствование маммологической службы. Организация работы подобной службы требует создания маммологических центров и специализированных рентгеновских кабинетов для маммографии, оснащенных достаточно сложным оборудованием со штатом врачей и рентген-лаборантов соответствующей квалификации, как для маммографических центров, так и для поликлиник общемедицинской сети.

### Маммологические центры

Европейская ассоциация маммологии (EUSOMA) при поддержке Европарламента утвердила концепцию маммологических центров (2003) как основную лечебно-диагностическую структуру, занимающуюся патологией молочной железы.

В центрах работают врачи-профессионалы различных специальностей (маммологи, онкологи, хирурги, гинекологи, радиологи и психологи), что позволяет проводить комплексную диагностику и эффективное лечение заболеваний груди, в том числе рака молочной железы.

Наиболее важным направлением в диагностике патологии молочных желез является медицинская визуализация, которая подразделяется на основные и дополнительные методы.

Основные методы визуализации молочных желез:

- Маммография
- УЗИ
- МРТ.

Дополнительные методы визуализации молочных желез:

- Дуктография/дуктоскопия
- ПЭТ КТ
- Новые цифровые рентгеновские технологии (томосинтез, цифровая маммография с контрастированием, цифровая субстракционная маммография)
- САД (Системы компьютерного распознавания образов)
- Современные ультразвуковые технологии — эластография
- МРТ-спектроскопия.

Основная задача визуализации заключается в раннем выявлении рака молочной железы.

Адекватная визуализация молочных желез — это мультимодальный подход, сочетание нескольких методов в зависимости от выявленной патологии и лечебной тактики.

В большинстве случаев ни один изолированный метод визуализации не является самодостаточным!

**Маммография должна выполняться только в специально оборудованном и оснащем маммографическом кабинете.**

К основным задачам кабинета маммографии относятся:

- проведение квалифицированного маммографического исследования;
- внедрение новых методов исследования, в том числе специальных;
- соблюдение требований радиационной безопасности;
- обеспечение гарантий качества маммографии;
- тщательное хранение документации, носителей диагностических изображений;
- ведение архива.

Маммография — это радиологическое исследование, которое с помощью рентгеновских лучей в низких дозах позволяет получить рентгеновские снимки, дающие возможность выявить самую разнообразную патологию молочной железы. Маммография является лучшим методом визуализации молочных желез благодаря ее высокой точности, относительной простоте и относительно низкой стоимости самого исследования. Но главной задачей маммографии является выявление и диагностика рака молочной железы. На решение этой задачи направлена работа всей маммологической службы и у нас, и за рубежом. На данный момент существует три основных типа маммографии: аналоговая (пленочная), оцифрованная и цифровая.

Прежде всего в маммографическом кабинете меняется специфика работы рентген-лаборанта. Рентген-лаборанты обычно являются единственными представителями медицинского персонала, с которыми женщина непосредственно общается в процессе прохождения скринингового обследования, и, следовательно, они должны стремиться установить с пациенткой отношения взаимного доверия и симпатии, чтобы гарантировать ей положительное впечатление.

Рентген-лаборанты ответственны за получение высококачественных маммографических снимков, которые необходимы для выявления отклонений в состоянии молочных желез, а также за их обработку и оценку. В обязанности рентген-лаборанта входит проведение контроля качества, связанного с мониторингом состояния рентгеновского оборудования и соблюдением своевременности процедур обслуживания и ремонта. Он должен знать физико-технические условия современных маммографов, уметь выбрать оптимальный режим, правильно провести укладку женщины для проведения маммографии, уметь использовать коллимацию, автоматическое т.д.

Рентген-лаборант должен уметь выбрать оптимальный комплект «экран-пленка», установить режим работы с ним, учитывая требования радиационной безопасности.

Прежде чем приступить к работе, рентген-лаборант должен:

- расспросить пациентку о предыдущих маммографических исследованиях, а также собрать всю информацию, касающуюся здоровья молочной железы в настоящий момент и в анамнезе;
- объяснить процедуру обследования и необходимость сделать маммограммы в двух проекциях, что поможет лучше определить возможные отклонения от нормы и снизить количество повторных вызовов;
- объяснить причину компрессии молочной железы во время маммографии;
- быть на современном уровне подготовленным в вопросах, по которым женщине может понадобиться дополнительная информация, таких как силиконовые имплантаты или гормонозаместительная терапия;
- ответить на любые вопросы, которые могут возникнуть у женщины по поводу проводимого обследования, объяснить смысл процедуры и время, необходимое для интерпретации полученных результатов. Рентген-лаборанты должны уметь правильно расположить грудь пациентки для проведения маммографии. Неправильное позиционирование — самая распространенная ошибка при маммографическом исследовании.

С 90-х годов прошлого века Американской ассоциацией радиологии (ACR) были разработаны критерии качества маммограмм, на основании которых проводится аккредитация клиник и центров, проводящих маммографические исследования, и рентген-лаборантам их необходимо знать.

#### 8 основных критериев:

1. Позиционирование (укладка)
2. Экспозиция
3. Контрастность
4. Резкость
5. Шум
6. Артефакты
7. Компрессия
8. Маркировка

Современные маммографы позволяют получать высококонтрастные детальные снимки молочных желез, осуществлять рентгенографию подмышечных впадин, делать прицельные снимки молочной железы и снимки с увеличением изображения. Маммографы для удобства работы рентген-лаборантов снабжены устройством для маркировки маммограмм.

В сравнении с рентгенографическими исследованиями других частей тела человека при проведении маммографии предъявляются более строгие требования к качеству изображения и оборудования, что делает маммографию одним из довольно сложных исследований в традиционной рентгенологии.

Специфические требования к проведению маммографии могут быть сформулированы следующим образом:

1. Обнаруженные микрокальцинаты и мелкие фиброзные нити должны быть отображены на маммограмме четко, с высокой контрастностью.
2. Маммография должна давать адекватные изображения областей с изменяющимися плот-

ностями (область жировой ткани позади соска или близко к коже в небольших молочных железах и область рентгенонепроницаемой фиброзной ткани в больших грудных железах, а также отображать ткани, лежащие над грудной мышцей).

3. Ввиду высокой чувствительности ткани грудной железы к ионизирующему излучению (особенно у молодых женщин) маммограммы должны выполняться с минимальной дозой излучения.

4. Обязательна визуализация всей грудной железы, как при скрининговом исследовании, так и при проведении диагностической маммографии.

Маммография проводится на специальном рентгеновском аппарате, именуемом маммограф. Первый маммографический аппарат появился в 1965 г.

Все маммографические аппараты имеют одинаковое устройство:

- штатив,
- поворотное устройство, позволяющее производить движения двух типов (по вертикали в соответствии с ростом пациентки и круговое для обеспечения рентгенографии молочной железы под различными углами),
- высокочастотный генератор повышенной мощности, позволяющий значительно сократить время экспозиции,
- рентгеновская трубка с металлическими стенками, оснащенная вращающимся молибденовым анодом и двумя фокусами,
- кассетодержатель, способный:

1) принимать кассеты 2-х форматов: 18 x 24 см и 24 x 30 см,

2) работать с рассеивающей решеткой,

- система автоматического контроля экспозиции: устанавливается под кассетодержателем и позволяет адаптировать значения экспозиции (мАс) к толщине и плотности молочной железы таким образом, чтобы получить оптимальное почернение фотографического слоя и снизить экспозиционную дозу,
- рассеивающая решетка,
- компрессионное устройство из плексиглаза,
- пульт управления.

Все маммографические аппараты должны позволять ручной выбор экспозиции, посредством чего рентген-лаборант может свободно выбирать каждый параметр. Эта особенность полезна при исследовании очень маленьких молочных желез, которые не охватывает фотоэкспонетр, молочных желез с имплантатами и при проведении рентгенографии макропрепарата (удаленного сектора) (рис. 1).

#### Компоненты рентгеновской техники для маммографии

Для маммографии необходимы специальные двухфокусные трубки с молибденовым анодом, которые вырабатывают излучение с низким уровнем энергии (мягкое излучение), с напряжением в диапазоне 21-35 кВ. Такая энергия излучения позволяет получить высококонтрастные снимки малоконтрастных тканей, с которыми имеет дело маммология. Чтобы обеспечить четкость изображения, экспозиция должна быть как можно меньше. Для достижения высокого пространственного раз-



Рис.1. Так выглядит типовой маммографический аппарат

решения маммографические рентгеновские трубки должны иметь 2 фокусных пятна — 0,1 и 0,3 мм.

Для уменьшения эффекта рассеивания излучения в тканях молочной железы используется решетка, которая располагается между железой и приемником изображения. Снижая рассеивание лучей, решетка улучшает качество изображения (но примерно вдвое увеличивает дозу облучения, что является допустимым). Решетка, как правило, подвижная.

Для маммографии рекомендуются решетки с коэффициентами 4:27 или 5:30.

Второй важный момент уменьшения рассеивания излучения — это достаточная компрессия (сжатие) молочной железы. Она увеличивает разрешение, сокращая расстояние между приемником изображения и объектом исследования. Это снижает геометрическую нечеткость, улучшает контрастность, так как уменьшение толщины существенно снижает уровень рассеянного излучения, позволяет визуализировать мелкую патологию, локализирующуюся в железистой ткани (злокачественные фокусы имеют плотную консистенцию и могут быть приняты за нормальную ткань). Компрессия существенно сокращает дозу излучения, снижая толщину проникновения. Компрессия молочной железы должна быть достаточно сильной. В маммографах, имеющих указатель величины компрессии, она выбирается в пределах 8-15 кг. Если в маммографе такого указателя нет, усилие сжатия должно быть таким, какое пациентка может выдержать по болевым ощущениям, т.е. чувство легкой болезненности (но не более 20 кг). При компрессии молочной железы необходимо следить за тем, чтобы не образовывались морщины и складки на коже, так как они будут давать дополнительные тени, затрудняющие интерпретацию имеющейся рентгеновской картины.

### Система получения изображения

После прохождения через молочную железу и решетку излучение достигает системы приемника изображения. В современной экранно-пленочной маммографии эта система состоит из кассеты с одним задним усиливающим экраном с люминесцентным покрытием и специальной одноэмульсионной пленки.

Основные требования, предъявляемые для маммографической пленки: высокая разрешающая способность, высокая чувствительность, высокая контрастность, высокая устойчивость к воздействию факторов внешней среды. Современные рентгеновские пленки для маммографии имеют односторонний полив эмульсии и предназначены для обработки в проявочных машинах в стандартном режиме работы.

Маммографические экраны для обеспечения необходимого качества изображения изготавливаются из мелкозернистого люминофора с использованием специальных красителей, снижающих экранную нерезкость изображения.

Особенностью маммографических кассет является очень слабое поглощение передней крышкой низкоэнергетического излучения и специальная конструкция шарнирного соединения, уменьшающая до минимума ширину «мертвой» зоны изображения у стенки грудной клетки пациенток.

**Кассеты для маммографии изготавливаются из специального пластика с высокой пластичностью, прочностью и долговечностью, благодаря чему достигается наилучший контакт между пленкой и усиливающим экраном, что улучшает качество изображения тканей молочной железы.**

Пленочная эмульсия и покрытая сторона экрана обращены друг к другу. Чтобы получить четкое изображение они должны соприкоснуться. Недостаточный контакт усиливающего экрана с пленкой вызовет нечеткость изображения. Четкость экранно-пленочной системы прежде всего определяется экраном, контрастность же зависит от пленки и ее постобработки. Контрастность должна быть тщательно оптимизирована, но не должна достигать слишком высоких значений.

Тип используемой маммографической пленки так же, как и тип используемого маммографического экрана, может стать определяющим для качества полученного на снимке изображения и ощутимо влиять на дозовую нагрузку при исследовании. При выборе пленки необходимо учитывать рекомендации фирм-изготовителей маммографических экранов и кассет, поскольку маммографическая пленка и соответствующий ей экран всегда разрабатываются с учетом характеристик друг друга. Поэтому необходимо использовать экраны и пленки одной фирмы-производителя. А применение экрана одной фирмы и пленки другой могут привести к некоторым потерям информативности маммограмм.

**Экспозиция.** После выбора надлежащей экранно-пленочной системы и после подбора качественных характеристик излучения к толщине и плотности молочной железы пленка должна быть экспонирована так, чтобы все признаки, необходимые для диагностики, визуализировались в оптимальном диапазоне плотности. Экспозиция — это

производное силы тока на трубке (mA) и времени воздействия (в секундах), выраженное как миллиампер-секунда (mAs). Одним из методов регулирования экспозиции является выбор установок вручную. Однако это требует достаточно большого опыта. В современных маммографах для этой цели используются автоэкспозиметры, которые в значительной степени снижают вероятность неправильной экспозиции. Качество автоэкспозиметра определяет достижение постоянной плотности почернения пленки вне зависимости от толщины и плотности молочной железы. Правильное положение фотоэлемента экспозиметра зависит от размера молочной железы. Неправильная позиция фотоэлемента приведет к некорректной экспозиции. Трудности использования фотоэкспозиметра возникают при исследовании очень маленьких молочных желез, которые не охватывают фотоэлемент, или при исследовании желез с силиконовыми имплантатами. В таких ситуациях рентгенлаборант выбирает режим экспозиции вручную.

В получении качественных маммограмм огромную роль играют условия фотохимической обработки экспонированной пленки. Именно поэтому для обработки маммографической пленки разработаны специализированные проявочные машины. При отсутствии такой машины может быть использована универсальная проявочная машина, если она обеспечивает время нахождения пленки в проявителе порядка 45 сек, при температуре проявителя 35 °С. Фотохимическая обработка пленки должна проводиться в реактивах для машинной обработки, учитывая фирму изготовителя, в соответствии с комплектом «экран-пленка», т.е. если «Кодак», то все «Кодак», если «AGFA», то все «AGFA» и т.д. Нельзя обрабатывать маммографические пленки в ручных реактивах, так как они при этом теряют контрастность.

Выше было отмечено, что плотность маммографического изображения должна быть выше по сравнению с обычной рентгенограммой. Поэтому маммограммы нельзя просматривать на обычном негатоскопе. Для просмотра маммографических пленок должен использоваться специальный маммографический негатоскоп с яркостью порядка 7000 кд./м<sup>2</sup>, имеющий ограничивающие шторки.

В маммографических кабинетах проводится скрининговая и диагностическая маммография.

Скрининговая маммография служит для рентгенобследования женщин после 40 лет, при отсутствии у них симптомов болезни, с целью раннего выявления клинически скрытого, непальпируемого рака грудной железы, а также производится женщинам, страдающим канцерофобией (по желанию больной). Третья группа — это маммография с целью поиска первичного очага злокачественной опухоли у тех женщин, у которых обнаружены метастазы неясного генеза в других органах, прежде всего в лимфоузлах. При скрининговой маммографии стандартно выполняются 2 проекции для каждой молочной железы — краниокаудальная (CC) и косая медиолатеральная (MLO). Маммография проводится с 5 по 12 день менструального цикла.

Рентген-лаборанты, задействованные в программе скрининг-обследования, должны работать как минимум два дня в неделю, чтобы поддерживать свою квалификацию в области маммографии.

Те, кто участвует в обследовании пациенток с наличием клинических симптомов заболеваний молочной железы, должны выполнять как минимум 20 маммографических исследований в неделю.

**Диагностическая маммография.** Показания к проведению диагностической маммографии самые разнообразные: мастодиния, диагностика посттравматических, постхирургических, посттерапевтических изменений железы, выделения из соска, узловое образование, диагностика нераковых поражений, в том числе установление типа дисгормональной перестройки и наблюдение за ее лечением, дифференциация опухоли грудной железы и опухоли, исходящей из грудной стенки, выявление осложнений после протезирования грудной железы. Самое же основное предназначение маммографии — выявление рака грудных желез.

Диагностическая маммография производится женщинам и тогда, когда при клиническом исследовании и пункции нет ясности в постановке диагноза, а также при запущенных раках грудной железы, когда имеет место необходимость визуализации второй грудной железы для исключения синхронного или метасинхронного контрлатерального рака. Из всех проводимых методов исследования только маммография позволяет с высокой степенью точности установить доклинический (непальпируемый) рак грудной железы и ранние формы рака этой локализации. Маммография во всем мире остается вне конкуренции с другими методами исследования и является «золотым стандартом» в диагностике этой грозной патологии. При диагностической маммографии прибегают иногда к дополнительным проекциям — латеральная, прицельная и т.д.

Для обеспечения высокой результативности маммографического обследования больных обязательно выполнение рентген-лаборантом следующих требований и условий:

- высокий уровень квалификации рентгенлаборанта, так как в обеспечении высокого качества маммограмм доминирующее место занимает рентген-лаборант;
- высокое качество маммограмм;
- полноценность маммографического исследования с использованием различных методических приемов (основные и дополнительные укладки, прицельная маммография и маммография с увеличением);
- постоянный контроль качества;
- проведение дополнительных исследований при появлении клинических симптомов.

Диагностическая маммография включает в себя:

1. Обзорную маммографию с изображением молочных желез в двух, трех или четырех проекциях.
2. Контрастные методы (дуктографию, дуктографию с двойным контрастированием протоков, пневмокистографию).
3. Дополнительные методы исследования (прицельная МГ, прицельная МГ с прямым увеличением, МГ в нестандартных укладках, рентгенография подмышечных областей — аксиллография).
4. Прицельную пункцию, внутритканевую маркировку опухоли, рентгенографию удаленного сектора.
5. ТИАБ (тонкоигольную пункционную биопсию).
6. Стереотаксическую биопсию.

### Проекции, используемые при проведении маммографии

Для обеспечения единого понимания рентгеновского изображения молочной железы маммограммы должны выполняться в общепринятых строго стандартизированных проекциях. Они подразделяются на основные и дополнительные.

Основными являются: прямая краниокаудальная и косая медиолатеральная проекции.

Производство снимков в этих двух проекциях должно считаться обязательным при любом маммографическом исследовании. Учитывая, что маммограммы в основных проекциях с высокой степенью надежности позволяют идентифицировать или исключить злокачественный процесс, дополнительные проекции используются для уточнения результатов исследования или для более полной визуализации молочной железы. Необходимо помнить, что исследование в дополнительной проекции является всегда более предпочтительным, чем биопсия.

### Стандартные или наиболее часто применяемые проекции при маммографии

Самыми распространенными проекциями являются:

- Прямая или краниокаудальная, обозначается как CC (правая или левая), луч направлен вертикально.
- Косая медиолатеральная (левая или правая), обозначается как MLO, или латеро-медиальная (LMO), производится под углом, луч направлен косо 40-65°.
- Строго боковая (с внутренней или наружной стороны) — медиолатеральная или латеромедиальная), трубка располагается под углом 90°, луч направлен горизонтально, обозначается как ML или LM.
- Аксиллография – исследование нижней части подмышечной области, не визуализируемой в косой проекции. Используется для поиска увеличенных подмышечных лимфоузлов. Снимок делается обычно под углом 30° с использованием компрессионной пластины.
- Тангенциальные проекции играют важную роль для дифференциальной диагностики между патологическими изменениями, расположенными внутрикожно или внутри ткани молочной железы. Истинное тангенциальное изображение можно получить путем использования локализирующей пластины с буквенно-цифровой решеткой для компрессии железы вместо стандартной компрессионной.

Обозначение сторон: правая — R, левая — L. Маркеры ставят снаружи рентгенограммы (прямые проекции) и сверху (косые и боковые проекции).

### Стандартные проекции при съемке

#### Прямая краниокаудальная проекция-CC (рис. 2).

Позволяет рассмотреть всю железу, кроме наружных участков верхнего отдела железы, соответствующих верхним квадрантам, и участков, находящихся на линии продолжения подмышечной области.

При проведении маммографии в краниокаудальной проекции луч идет сверху вниз. Для максимального оттягивания железы от грудной стен-

ки, необходимо поднять ее так, чтобы выпрямить складку под грудью. При правильной укладке подгрудную складку можно расправить на несколько сантиметров. Затем регулируется высота стола по расправленной подгрудной складке и укладывается железа. Оттягивание вперед и компрессия железы по исходной высоте увеличит натяжение кожи и подкожной ткани выше соска, ограничивая тем самым подвижность железы. После правильной установки кассеты и положения железы железу максимально оттягивают от грудной стенки, дают компрессию и делают снимок.

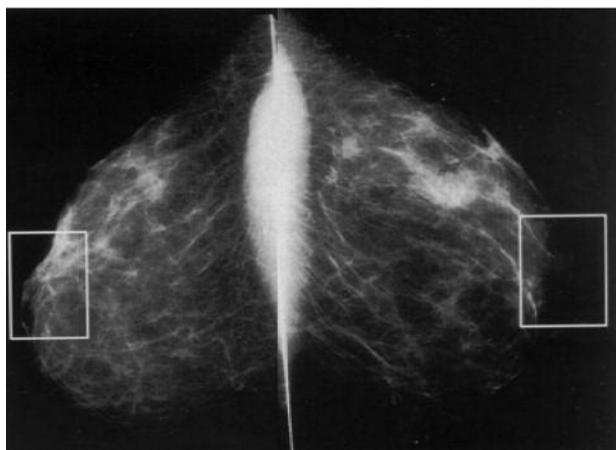
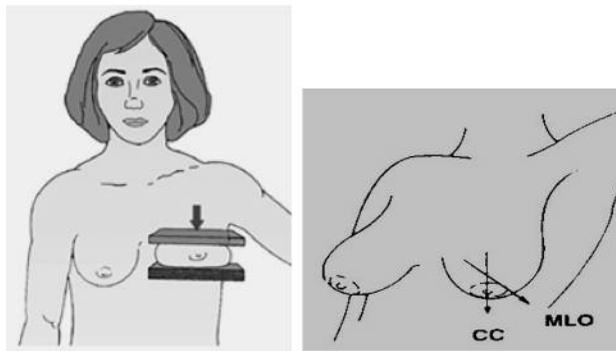


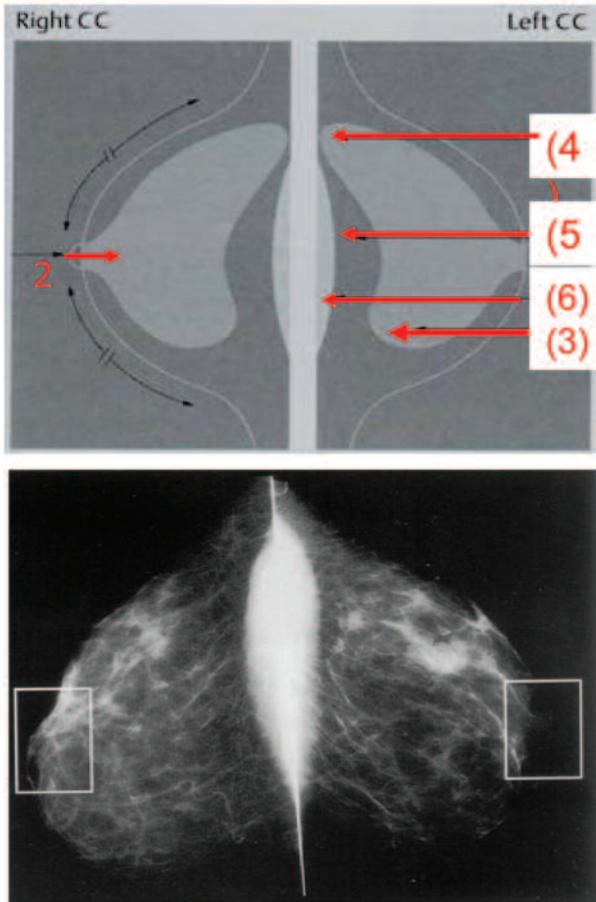
Рис. 2. Прямая краниокаудальная проекция – CC

### Критерии качества исследования в прямой проекции.

- Адекватная визуализация железистой ткани - грудная мышца в этой проекции определяется в задней медиальной части пленки. Сосок выведен на контур. Максимальная визуализация латеральных отделов молочной железы без потери качества визуализации срединных отделов.
- Корректная маркировка: данные пациента, обозначение стороны, проекции и даты исследования.
- Корректная экспозиция: оптическая плотность 0,4-2,5.
- Достаточная степень компрессии.
- Отсутствие двигательных искажений.
- Корректный процесс обработки изображения.
- Отсутствие артефактов.
- Отсутствие складок кожи.
- Симметричность правой и левой маммограмм.

Если грудная мышца не попала в поле зрения в краниокаудальной плоскости, глубокие ткани нужно оценивать по снимкам в медиолатеральной косой проекции.

**Прямая проекция.** Что должно быть отражено (рис. 3).



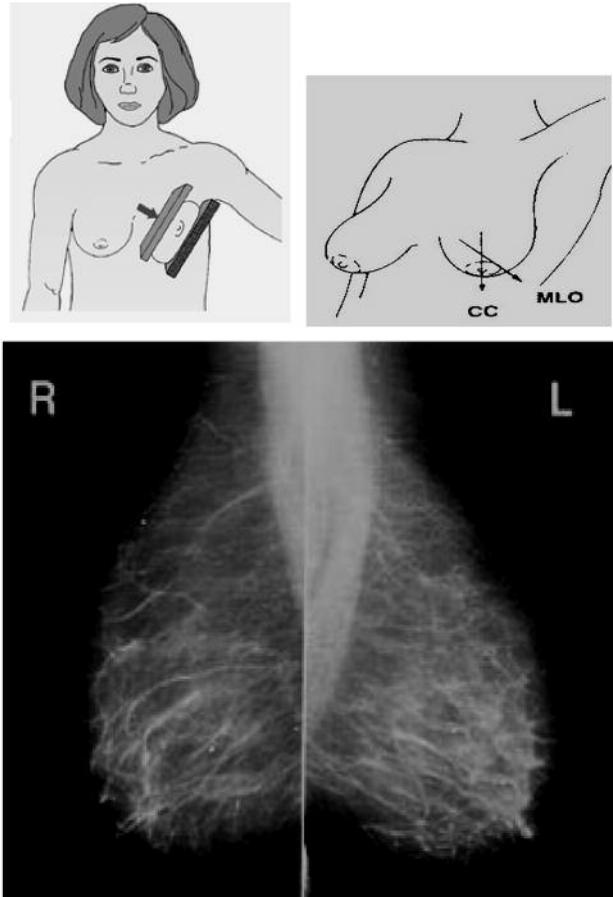
**Рис. 3.** Прямая проекция.

Сосок должен находиться в профильном изображении (2)  
 Внутренний край молочной железы(3)  
 Наружный край молочной железы(4)  
 Жировая ткань за молочной железой(5)  
 Грудная мышца (6)

**Косая медиолатеральная проекция — MLO** (под углом  $45-60^\circ$ ) (рис. 4). Эта проекция выбрана в дополнение к прямой при исследовании с применением двух проекций, так как позволяет визуализировать молочную железу почти в полном объеме.

Медиолатеральная косая проекция является наиболее важной, так как при ней наилучшим образом визуализируются ткани вблизи грудной стенки, подмышечная область и верхний наружный квадрант железы. Если патологическое образование не попало в поле зрения, оно, наиболее вероятно, расположено в нижнемедиальном квадранте. Большинство раков выявляется на маммограммах, произведенных в медиолатеральной косой проекции. При выполнении этой укладки необходимо вращать рентгеновскую трубку и держатель пленки так, чтобы расположить кассету точно между грудной мышцей и широчайшей мышцей спины. Для этого в зависимости от телосложения пациентки надо установить наклон трубки в  $40-65^\circ$ .

Для невысоких коренастых женщин положение должно быть более горизонтальным, для высоких, худых — более вертикальным. Луч должен проходить из медиальной верхней точки к латеральной нижней перпендикулярно кассете. Положение кас-



**Рис. 4.** Косая медиолатеральная проекция — MLO (под углом  $45-60^\circ$ )

сеты параллельно грудной мышце позволяет визуализировать ткань железы, расположенную дальше от грудной стенки. Чтобы сместить железу кпереди и вверх, необходимо поместить кассету позади передней аксиллярной линии. Для этого оттягивают железу от грудной стенки. Положение кассеты ниже железы или слишком латерально увеличивает натяжение тканей. Расположение кассеты медиально вызывает болевые ощущения и препятствует правильному положению железы на кассете.

Если кассету расположить высоко в подмышечной области, это может привести к натяжению грудной мышцы, затрудняя оттягивание железы вперед. Если на снимке визуализируется часть плечевой кости, это признак неадекватной компрессии. Рука исследуемой стороны должна свободно располагаться вдоль аппарата, для лучшей мобилизации тканей железы, пациентка располагается лицом к маммографическому аппарату. Таким образом будет максимально отображена медиальная часть железы и визуализируется складка под молочной железой. Затем следует оттянуть железу таким образом, чтобы как можно больше ткани железы поместилось на кассете. В отличие от компрессии оттягивание железы кпереди не так болезненно, но лучше визуализируется ткань железы около грудной стенки. После проведения укладки даем компрессию на молочную железу и производим съемку.

*М.И. Дьолог, г.Тячев  
 (продолжение в следующем номере)*