

Опыт использования цифровой маммографии

Корженкова Г. П., Долгушин Б. И.

Российский онкологический научный центр им. Н.Н. Блохина

Experience of digital mammography using

G. Korzhenkova, B. Dolgushin, Moscow

Реферат

Введение цифровой техники в маммографии было последним шагом в завершении процесса дигитализации в диагностическом отображении. Предполагалось, что цифровая маммография потребует подобного пространственного решения, как и для систем рентгеновской пленки с усиливающим экраном с высокой разрешающей способностью, используемых в обычной маммографии, и что цифровые методы были бы ограничены размером пикселя цифрового датчика в обнаружении маленьких структур, таких как микрокальцинаты. Внедрение цифровых технологий в маммографии позволяет очень жестко контролировать и гарантировать высокое качество изображения.

Ключевые слова: цифровая техника в маммографии.

Abstract

The introduction of digital technique in mammography has been the last step in completing the process of digitalization in diagnostic imaging. It was assumed that digital mammography would require similar spatial resolution as that of the high-resolution screen-film systems used in conventional mammography, and that digital techniques would be limited by the pixel size of the digital detector in the detection of small structures such as microcalcifications.

Introduction of digital technologies in a mammography allows to supervise and guarantee high quality of the image very rigidly.

Keywords: Digital mammography, Breast imaging, Imaging modality.

Немного областей рентгенологии так зависят от качества изображения как рентгеновская маммография. Методика проведения маммографического обследования и четкое соблюдение технологического процесса имеют решающее значение в диагностике рака молочной

железы (РМЖ). Среди женщин 40 и более лет скрининговые маммографические обследования позволяют снизить смертность до 50% [Feig SA, 2002]. Широкое внедрение рентгеновской маммографии для профилактических (диспансерных) обследований женщин старше

40 лет требует внедрения стандарта качества для персонала, оборудования, интерпретации полученной информации. Внедрение цифровых технологий в маммографии позволяет очень жестко контролировать и гарантировать высокое качество изображения.

Рентгеновская маммография является последней областью рентгенологии, которая осуществит переход от аналогового изображения к цифровому. Цифровые системы требуют высокой контрастности и разрешающей способности для выявления объемных образований и микрокальцинатов.

Возможности цифровой маммографии были ограничены размером пикселя детектора в обнаружении мельчайших структур изображения. Последние международные исследования показали высокие возможности цифровых технологий в рентгеновской маммографии для визуализации РМЖ на фоне плотной паренхимы (ACR 3-4 типа). При аналоговой маммографии подобные опухоли невозможно было дифференцировать от нормальной плотной ткани молочной железы. В этом контексте цифровые технологии предполагают лучшее обнаружение объемных образований на фоне плотной ткани молочной железы, благодаря более высокой эффективности поглощения фотонов рентгеновского излучения, широкому динамическому диапазону и низким шумовым характеристикам цифровой системы. Цель этой работы: оценить ключевые исследования, статус и перспективу развития цифровых технологий в маммографии.

История цифровой маммографии началась с внедрения в клиническую практику детекторов на основе ССD технологии для выполнения прицельных снимков и стереотаксической биопсии.

Подобный детектор наибольшего размера 49x85 мм использовался в цифровой приставке OPDIMA (Siemens). Данная технология не получила своего дальнейшего развития так как невозможно было создать полноформатный детектор для проведения стандартного маммографического обследования (за счет низкой квантовой эффективности и низкого пространственного разрешения). [1-3].

Аналоговая маммография это компромисс между дозой облучения и качеством изображения.

Для уменьшения дозовой нагрузки в аналоговых системах используют специальные усиливающие экраны. Рентгеновское излучение, прошедшее через объект (МЖ) попадает на экран люминофора. В результате возникает сцинтилляция множества легких фотонов, которые оказывают воздействие на пленку.

Важный параметр – толщина усиливающего экрана. Толстые экраны захватывают больше рентгеновского излучения, соответственно их дозовая эффективность выше. В этих экранах рассеивание люминесцентного излучения выше и в результате меньше четкость изображения на пленке. Невозможно предложить систему рентгеновской пленки с усиливающим экраном, одновременно предлагающую самую высокую разрешающую способность и самую низкую дозу облучения. Области с высокой и низкой плотностью отражаются субоптимально.

Невозможно выбрать параметры экспозиции, которые одинаково хорошо позволяли бы визуализировать кожу, подкожную клетчатку, ткань молочной железы и микрокальцинаты.

К основным недостаткам аналоговой маммографии относятся:

- Невозможность изменения характеристик снимка после выполнения экспозиции;
- Ограничения при диагностике небольших малоконтрастных образований;
- Трудоемкий процесс проявки; необходимость складских помещений
- Ограниченная возможность использования компьютерных диагностических программ;

Цифровые системы маммографии

Понятие «цифровая маммография» объединяет в себе несколько видов технологий, отличающихся типом используемой системы получения изображения. В клинической практике получили распространения три типа цифровых маммографических систем:

- Система, использующая детектор на базе CCD матрицы. Недостаточность динамического диапазона, высокий уровень шумов способствовали отказу всеми компаниями производителей от использования его в полноформатной маммографии.
- Компьютерная радиография (CR) на базе кассет с запоминающей люминофорной пластиной и дигитайзером (устройство для считывания информации и получения цифрового изображения на экране монитора). Получение цифрового изображения с использованием CR осуществляется в несколько этапов: экспонирование кассеты, перенос кассеты из кассетоприемника маммографа в дигитайзер, считывание данных с кассеты и передача данных на рабочую станцию, очистка кассеты для подготовки к новому исследованию.

- Полноформатная цифровая маммография (FFDM), использующая два вида цифровых детекторов с непрямым и прямым преобразованием цифрового сигнала.

Самые ранние цифровые системы маммографии (производимые в США) использовали детекторы непрямого преобразования. Эти детекторы используют двухступенчатый процесс. В начале слой сцинтиллятора типа йодида цезия с таллием захватывает энергию рентгеновских лучей и преобразует её в энергию фотонов. Слой диодов конвертирует фотоны в электронные сигналы. Подобно усиливающему экрану, имеется рассеивание пучка излучения и как следствие компромисс между пространственной разрешающей способностью и чувствительностью.

В детекторах с прямым преобразованием сигнала устраняются явления рассеивания. В этих системах фотопроводник абсорбирует рентгеновское излучение и направлено преобразует его в электрический сигнал. Под влиянием внешнего электрического поля заряженные частицы передвигаются строго по направлению электрического поля, без бокового рассеивания. Верхний фотопроводник для прямых конверсионных систем – аморфный селен.

Маммография требует обнаружения чрезвычайно малых объектов (микрообъектов) размерами от 50 микрон).

Предел разрешающей способности – функция светорассеивания в сцинтилляторе (он соответствует 100 микронам при непрямом преобразовании). Следует отметить, что в детекторах непрямого преобразования сырой размер элемента изображения точно не отражает факти-

ческую характеристику разрешающей способности.

В прямом цифровом детекторе пространственная разрешающая способность ограничена только размером элемента изображения и составляет от 50 до 100 микрон.

В итоге размер элемента изображения в современных системах представляет компромисс между пространственной разрешающей способностью и стоимостью системы, поскольку размер элемента изображения требует увеличения затрат на хранения цифровой информации и повышенные требования к дисплеям.

Качество цифровой маммографической системы определяется:

- рентгеновским детектором (высокая квантовая эффективность, соотношение сигнал/шум, пространственная разрешающая способность и т.д.)
- процессом обработки сигнала;
- параметрами дисплея рабочей станции (высокие контрастные и яркостные показатели, разрешающая способность матрицы не менее 5 мегапикселей).

Использование специальных маммографических мониторов не менее 5 мпг имеет принципиальное значение для диагностики РМЖ.

Использование мониторов с более низкими характеристиками приводит к потере информации, получаемой с помощью детектора или пластины люминофора и соответственно к ложноотрицательным результатам.

Использование методов цифровой обработки и анализа данных при чтении маммограмм

Цифровая маммография предполагает выполнение анализа изображения на

мониторах специализированной рабочей станции врача.

В распоряжение рентгенолога предоставляется широкий арсенал средств цифровой обработки и анализа изображений.

Использование функций изменения контрастности, яркости, увеличения инверсии и т. д. позволяет получить максимальную информацию и оптимизировать диагностический процесс.

Цифровые маммографы нового поколения, оснащенные высокопроизводительными процессорами рабочих станций или использующие централизованную PACS, позволяют управлять большими объемами данных с минимальными затратами времени.

Рабочие станции оснащаются двумя 5 мегапиксельными мониторами, на которых производится анализ изображения.

В Российском онкологическом научном им. Н. Н. Блохина в течение 10 месяцев проходит апробация CR системы фирмы Carestream Health (Kodak). Было произведено 5010 исследований женщин, обратившихся в онкологический центр по разным причинам.

932 женщины были обследованы по месту жительства с предположительным диагнозом «РМЖ» и были направлены на консультацию. 615 женщин имели на руках маммографические снимки низкого качества, либо выполненные только в одной проекции.

Это не позволяло без дополнительного исследования установить диагноз. Из всех обследованных пациенток у 672 были выявлены изменения, классифицируемые как Bi-Rads 4 и Bi-Rads 5 (подозрение на злокачественное образование или однозначно злокачественное образование).

Результаты маммографического обследования в РОНЦ

Таблица 1.

	615 женщин		4395 женщин	
	330 Низкое кач. иссл.	285 Снимки в 1 проекции	1092 Первичное обращение	3303 Контр. иссл. после операции
Объемное обр.	215	106	200	1
Микрокальци- наты	69	1	70	1
Изм. архитекто- ники	3	3	1	0
Асимметрия плотности	1	1	0	0
Отсутствие патологии	42	174	821	3301
Подтвержден- ный РМЖ	288	111	271	2

Сравнение прямого увеличения аналоговой маммографии
и масштабирования цифровой маммографии

Таблица 2.

Прямое увеличение		ZOOM
Чувствительность	97,5 %	96,3 %
Специфичность	39 %	38,6 %
Точность	61 %	59,9 %

При работе на апробируемой системе особое внимание заслуживает методика чтения цифровых маммографических изображений, несоблюдение которой может привести к высокому проценту ложноотрицательных результатов. При поддержке фирмы производителя были опробованы две математические модели обработки цифрового изображения и создан стандартный подход к анализу цифровых маммограмм. Даже неболь-

шой опыт работы с цифровыми технологиями в маммографии показал, что требуется повышенное внимание врача-рентгенолога к соблюдению дисплей протокола. В основе рекомендаций лежит обязательный просмотр всех маммографических изображений в 100% режиме (пиксель к пикселю). Многие рентгенологи удовлетворяются просмотром изображения «одна проекция на один экран монитора». При подобном

просмотре врач получает около 48 % информации истинного изображения молочной железы. В подобных условиях мельчайшие изменения, мелкие объемные структуры могут быть потеряны, что приводит к ложноотрицательным результатам и к отсутствию использования всех возможностей цифровых технологий. В апробируемой нами системе используется дисплей протокол, не позволяющий закончить исследование без полного просмотра 100 % изображения. В будущем требуется создание единого обязательного дисплей протокола, не позволяющего закончить исследование без полного просмотра 100 % изображения.

Анализируя наш опыт работы, мы обратили внимание на высокие возможности цифровых систем в выявлении узловых образований у женщин с рентгеновски плотной тканью молочной железы. Однако малая выборка не дает возможность в настоящее время сделать серьезные выводы.

Мультицентровое исследование по программе Осло I провело сравнение прямого увеличения аналоговой маммографии и изменения масштаба цифровой маммографии (ZOOM) при выявлении микрокальцинатов. Цифровые системы показали высокую диагностическую точность, эквивалентность возможностей пленочной и цифровой маммографии.

Возможность обработки цифрового изображения с изменением масштаба уменьшает необходимость дополнительных снимков с увеличением и соответственно общей дозой нагрузки исследования.

Результат трехлетнего исследования, проведенного в США и Канаде с целью сравнения эффективности цифровой

и аналоговой маммографии при скрининге РМЖ, подтвердили данные, что цифровая маммография обеспечивает превосходящую точность диагностики при обследовании женщин в возрастной группе от 40 до 50 лет (с рентгенологически плотными молочными железами).

Выводы

1. Цифровая маммография является перспективным методом диагностики РМЖ.
2. Цифровая маммография может стать методом выбора в скрининговых и диагностических исследованиях.
3. Преимущества: сокращение дозовой нагрузки, возможность автоматизированного анализа изображения, использование телемедицины, цифровое архивирование данных.
4. Обеспечение высоких стандартов качества маммографического обследования при правильной установке системы и дальнейшего технического обслуживания.

Литература

1. Pisano ED, Gatsonis C, Hendrick E, et al. Diagnostic performance of digital versus film mammography for breast-cancer screening. N. Engl. J. Med. 2005; 353:1773-1783.
2. Berry DA, Cronin KA, Plevritis SK, et al. Effect of screening and adjuvant therapy on mortality from breast cancer. N. Engl. J. Med. 2005;353:1784-1792.
3. Lewin JM, Hendrick RE, D'Orsi CJ, et al. Comparison of full-field digital mammography with screen-film mammography for cancer detection rates: results of 4,945 paired

- examinations. Radiology. 2001; 218:873-880.
4. Lewin JM, D'Orsi CJ, Hendrick RE, et al. Clinical comparison of full-field digital mammography and screen-film mammography for detection of breast cancer. Am. J. Roentgenol 2002;179:671-677.
 5. Skaane P, Young K, Skjennald A. Population-based mammography screening: comparison of screen-film and full-field digital mammography with soft-copy reading - Oslo I Study. Radiology. 2003; 229:877-884.
 6. Skaane P, Skjennald A. Screen-film mammography versus full-field digital mammography with soft-copy reading: randomized trial in a population-based screening program - the Oslo II Study. Radiology. 2004; 232:197-204.
 7. Skaane P, Balleyguier C, Diekmann F, et al. Breast lesion detection and classification: comparison of screen-film mammography and full-field digital mammography with soft-copy reading - Observer Performance Study. Radiology. 2005;237:37-44.

Книги издательского дома ВИДАР

Рентгенография в диагностике и лечении переломов костей Семизоров А. Н.

В монографии представлены основные сведения о рентгенологическом исследовании в диагностике переломов костей и других травматических повреждениях конечностей.

Приведены образцы описания рентгенограмм при травмах.

Это первая отечественная монография, в которой детально описаны изменения на рентгенограммах при металлоостеосинтезе. Автором приведены данные по основным биомеханическим особенностям фиксации отломков костей различной локализации, необходимые в клинической трактовке рентгенологической картины. Для понимания причин разрушения имплантатов и нарушения процессов регенерации костной ткани представлены результаты металлографического анализа удаленных из тканей имплантатов, часть которых деформирована или разрушена. Выявлены некоторые особенности возникновения повторных переломов после удаления имплантатов из тканей.

Монография представляет интерес для врачей-рентгенологов всех уровней, врачей травматологических пунктов и отделений, хирургов поликлиник, врачей-экспертов.

www.vidar.ru/catalog/index.asp