

## СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ МЕДИЦИНСКОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ МАММОГРАФИЧЕСКОЙ ПЛОТНОСТИ

Белова А.Г.

Национальный медицинский университет имени А.А. Богомольца, г.Киев, Украина

**Ключевые слова:** маммографическая плотность, система описания и обработки данных исследования молочной железы (BIRADS), интервальный рак, планиметрия, контурирование, томосинтез

### Актуальность проблемы

Анализ динамики поражения населения Украины злокачественными новообразованиями на основе персонализированной базы данных Национального канцер-реестра свидетельствует, что за последние 5 лет уровень заболеваемости раком увеличился на 2,4%, т.е. ежегодный прирост уровня заболеваемости составлял 0,6%.

В Украине ежедневно от рака умирают 239 человек, или 10 человек каждый час. В то же время, с каждым годом смертность падает на 1,5%. В Украине ежегодно раком заболевает более 160 тысяч человек. Ежедневно в стране возникает 442 новых случая рака, или 18 – ежечасно.

Самые высокие показатели заболеваемости раком по сравнению с общеукраинским (331,5 на 100 тысяч населения) наблюдались в г. Севастополе, в Кировоградской, Николаевской и Запорожской областях (374,7-475,8 на 100 тысяч населения).

Таким образом, заболеваемость раком населения Украины стабильно растет, приоритетами в заболеваемости остаются рак легкого, молочной железы, желудка, предстательной железы, тела матки и колоректальный рак, уровень смертности от злокачественных новообразований имеет постоянную тенденцию к снижению, что обусловлено улучшением диагностически-лечебного процесса.

Среди всех онкологических заболеваний рак молочной железы занимает особое место и является одной из актуальных проблем современного здравоохранения, что связано в основном со значительным ростом заболеваемости и смертности от данной патологии во всем мире.

С 1995 года и до настоящего времени рак молочной железы (РМЖ) занимает по частоте первое место среди всех злокачественных опухолей у женского населения Украины, причем отмечается неуклонное повышение уровня заболеваемости. Так, если в 1978 г. его частота составляла 29,6 на 100 тыс. женщин, то в 1998 г. – уже 63,2 на 100 тыс.

Аналогичная тенденция наблюдается и в показателях смертности от РМЖ, хотя темпы роста не так значительны (в 1990 г. смертность в Украине составила 24,4 на 100 тыс., в 1997 г. – 28,8). Смертность от онкологических заболеваний у женщин трудоспособного возраста в настоящее время опережает смертность от сердечно-сосудистой патологии.

Каждая женщина, заболевшая раком молочной железы, в среднем теряет 17-18 лет жизни, и это составляет 53% от всех потерь среди женского населения нашей страны.

Залогом успешного лечения является ранняя диагностика – активное выявление рака молочной железы на ранних стадиях.

Однако если он распознан в доклиническом периоде при размерах опухоли до 1 см, когда вероятность метастазов мала, то можно вылечить большинство больных (хотя у 10-15% больных в этой стадии в последующем будут выявлены метастазы).

Согласно известной модели, период “естественной истории роста” РМЖ (Schwartz J., 1961) — это время от появления гипотетически “первой” раковой клетки до смерти больной. Опухоль достигает размеров 1 см через 30 удвоений, т.е. за период от 2 до 18 лет в зависимости от времени удвоения (ВУ) опухоли. Темпы роста и метастазирования опухоли определяют “естественную историю” заболевания.

Не существует единого достоверного метода раннего выявления рака молочной железы, обычно для этого используется несколько методик.

Важным показателем снижения уровня смертности является скрининговое обследование.

Маммографический скрининг позволяет обнаружить опухоли молочной железы на ранних стадиях и начать лечение вовремя. Чувствительность скрининговой маммографии при выявлении инвазивного РМЖ составляет 75% среди женщин в возрасте 40-49 лет. Этот показатель значительно ниже по сравнению с таким же среди женщин старше 50 лет, который составляет 93%. Такую разницу в показателях можно объяснить тем, что в период между скрининговыми осмотрами есть высокая вероятность развития быстропрогрессирующих опухолей и так называемых интервальных раков. Обычно такое явление наблюдается у женщин в возрастной группе 40–49 лет.

Исходя из вышеизложенного, сегодня ведущим методом ранней диагностики РМЖ следует считать маммографию.

**Цель работы** – осветить проблему диагностики рака молочной железы по параметрам маммографической плотности с помощью современных методик визуализации.

*Понятие маммографической плотности и ее связь с риском развития рака*

Рентгенографические характеристики являются различными у всех женщин из-за состава ткани и радиографической оценки жирового, стромального и эпителиального компонентов молочной железы.

Молочная железа – парный орган, который состоит из 15–25 долек, представляющих собой отдельные железы, радиально сходящиеся по направлению к соску. Между дольками залегают прослойки рыхлой волокнистой соединительной и жировой ткани с проходящими в них сосудами и нервами. Выводные протоки открываются на вершине соска. Перед впадением они расширяются и образуют млечные синусы, в которых накапливается молоко, образовавшееся в альвеолах. Железа расположена между листками поверхностной фасции, образующими ее капсулу.

Маммография – это один из ведущих методов распознавания и дифференциальной диагностики заболеваний молочной железы. Она позволяет обнаружить изменения в ткани железы на ранней стадии развития опухоли, когда клинических признаков заболевания нет. Эта методика является очень информативной для выявления непальпируемых опухолей.

Жировая ткань молочной железы обладает высокой поглощающей способностью рентгеновских лучей, поэтому на маммограмме она представляет собой темный участок. Эпителиальный и стромальный компоненты являются плотными, так как задерживают рентгеновские лучи, и представлены светлыми участками. Именно эти участки и отображают плотность молочной железы. Известно, что высокая плотность молочной железы является отрицательным прогностическим фактором риска развития РМЖ. Среди женщин с высокой плотностью МЖ риск развития рака в 6 раз выше, чем у женщин с низкой плотностью молочных желез [1-8]. Повышенная плотность осложняет обнаружение рака на скрининговом обследовании и может стать причиной развития интервального рака. В связи с этим, оценка вероятности развития рака по данным маммографической плотности может оказаться недостоверной [9-11].

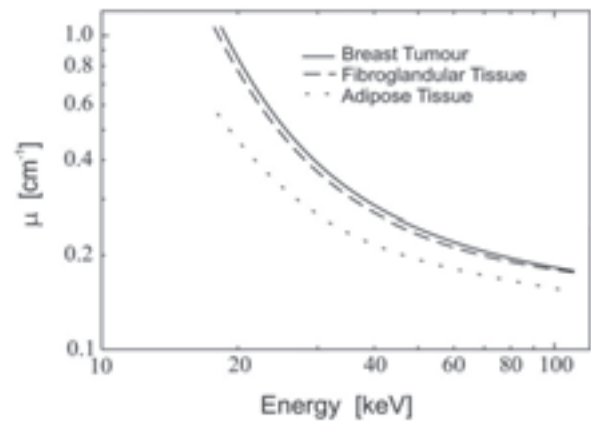
В 1976 году Джон Вульф впервые предположил, что существует некая взаимосвязь между содержанием фиброгландулярного компонента и риском развития РМЖ [12]. Он выделил четыре типа плотности МЖ, которые позже получили название критериев Вульфа. Эти четыре критерия обозначаются следующим образом: N – жировая ткань, пропускающая рентгеновские лучи, она связана с низким риском развития рака. P1 и P2 означали прогрессивно возрастающие уровни фиброзной ткани, окружающей протоки, и соответственно предполагающей худший прогноз. И наконец, DY – это самые плотные участки молочной железы, которые связаны с высоким риском развития рака. По данным исследований Saftlas и Szklo [15], Goodwin и Boyd [16], стало известно, что между показателями N и DY риск развития рака увеличивается в три раза.

Вульф использовал в своих исследованиях методику электрорентгенографии, позже ей на смену пришла пленочная маммография. Последняя является более информативной и позволяет определять свойства всей ткани железы, а не только визуализировать ее протоки. На сме-

ну критериям маммографической плотности Вульфа пришли критерии плотности по системе BI-RADS (см. ниже).

*Принцип расчета плотности МЖ по данным серийной маммограммы*

Во время анализа данных серийной маммограммы известно, что стандартная модель железы состоит из двух компонентов: фиброгландулярного и жирового. Цифровой маммографический комплекс позволяет устанавливать ручной или автоматизированный режим экспонирования, а также повышает точность снимка за счет цифровой обработки [13]. При расчете плотности важно также учитывать толщину МЖ. Общий объем плотной ткани рассчитывается путем умножения объема фиброгландулярного компонента на количество пикселей от изображения и на толщину МЖ, затем все полученные данные суммируются. Общий объем ткани молочной железы представлен суммой пикселей изображения всей молочной железы, умноженной на толщину железы. Зависимость коэффициентов поглощения рентгеновских лучей фиброгландулярной и жировой тканью отображена на рисунке ниже [14]:



Маммографические снимки ещё не получили широкого применения для расчетов плотности, но этот способ является довольно удобным. Есть публикации, в которых подробно описана техника проведения измерений по рентгеновским снимкам [17-19]. Она основана на экспоненциальном поглощении рентгеновских лучей тканью молочной железы. Например, если рентгеновский луч с начальной длиной  $I_0$  и энергией  $E$  проходит через молочную железу толщиной  $T$  с коэффициентом поглощения  $\mu(E)$ , то количество энергии можно рассчитать по формуле:

$$I = I_0 e^{-\mu T}$$

Такое соотношение основывается на том, что рентгеновские лучи являются моноэнергетическими, и во время прохождения через молочную железу, рассеиваются в ее ткани, не достигая датчика, где формируется изображение.

*Система BIRADS (Breast Imaging Reporting and Data System)*

В данное время широко используется схема классификации плотности, известная как BIRADS (система описания и обработки данных исследования молочной железы) [20]. Эта система имеет четыре категории описания плотности МЖ: BIRADS-1 обозначает в основном жировую

ткань, BIRADS-2 – редкие участки фиброгланулярной ткани, BIRADS-3 – гетерогенно плотную железу; BIRADS-4 характеризует очень плотную железу, в которой новообразование можно не заметить. Эта качественная система была разработана для того, чтобы позволить квалифицированному радиологу определить вероятность незамеченного на маммограмме рака в связи с высокой плотностью железы. Как отмечалось выше, чувствительность маммограммы уменьшается в плотной молочной железе [21, 22] и высокая оценка по шкале BIRADS говорит о том, что помимо маммографического исследования должны быть использованы дополнительные методики, такие как ультразвуковое или магнитно-резонансное сканирование. Позже, в попытке сделать систему BIRADS более информативной в определении плотности, было предложено классифицировать маммограммы на четыре категории согласно проценту содержания плотного компонента: до 24%, 25-49%, 50-74% и 75-100% соответственно.

На данный момент в мире существует несколько количественных и качественных методов визуализации молочной железы, которые позволяют изучать ее изображение как на плоскости, так и в трехмерном формате. В этой статье представлены самые распространенные из них.

*Плоскостные (двухмерные) методы измерения плотности*

#### 1. Планиметрия

Планиметрия – это плоскостной метод непосредственного измерения участка плотной ткани с помощью планиметра.

Планиметр (механический интегратор) – прибор, служащий для простого механического вычисления площадей замкнутых контуров, прорисованных на плоской поверхности.

Наибольшее распространение получил полярный планиметр, созданный Я. Амслером (Германия) в 1854. В каждом планиметре функцию “обметающего” отрезка выполняет обводный рычаг, на одном конце которого укреплен штифт для обвода контура фигуры, а другой движется по направляющей линии.

Планиметр позволяет выделить сначала участок всей ткани железы, а затем только область плотной ткани. Таким образом, можно выяснить соотношение плотной ткани ко всей ткани железы. Единственным недостатком является то, что с помощью планиметра трудно измерять площадь мелких участков плотной ткани, расположенных на снимке отдельно. Эту методику использовали Вульф и соавт. в своих исследованиях [23, 24].

#### Оцифровка изображения

Обычно для количественного измерения плотности маммограмма требует оцифровки. Пиксельное изображение имеет более определенную систематизированную цветовую структуру оттенков серого, что позволяет в дальнейшем четко выделять области одинаковой яркости.

#### 2. Метод контурирования

Эта методика похожа на планиметрию, но имеет довольно большое преимущество в том, что при выделении области плотной ткани захватываются даже самые мелкие участки, что позволяет сделать измерения более точными. Проблема только в том, чтобы правильно оконтуривать

всю плотную ткань, так как некоторые участки плотной ткани могут быть пропущены во время обведения.

В качестве примера можно представить горную местность, освещенную солнцем. Если допустить, что снег, лежащий на вершинах, это участки плотной ткани на снимке молочной железы, то можно увидеть, что солнце освещает не все заснеженные участки гор. Некоторые из них всё же остаются в тени, как и при обведении некоторые участки не попадают в область контура [30].

Причиной такой погрешности во время определения области плотной ткани может быть толщина молочной железы. На периферии, где железа тоньше, количество плотной ткани будет казаться меньшим, и наоборот, в центральных участках за счет толщины железы плотность будет визуальным увеличиваться.

Исследования Caldwell и соавт. [26], которые проанализировали данные цифровых маммограмм и их связь с критериями Вульфа, подтвердили тот факт, что маммографическая плотность не является абсолютным прогностическим фактором в развитии рака, но позволяет определить вероятность незамеченного во время исследования рака из-за высокой плотности молочной железы.

#### *Объемные методики*

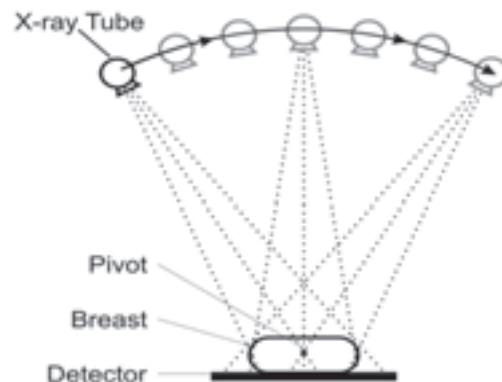
##### 1. Компьютерная томография

Компьютерная томография является самым достоверным методом измерения плотности молочной железы. С помощью КТ можно визуализировать отдельно каждый участок плотной ткани и получить общую оценку маммографической плотности, что значительно превышает возможности двухплоскостных снимков. КТ позволяет рассчитать соотношение каждого компонента ткани молочной железы по отдельности, выполнив компьютерную томографию грудной клетки без контрастирования [23, 24].

В данное время разрабатываются КТ-системы исключительно для исследования грудной клетки. Единственным возможным недостатком указанной методики является то, что во время проведения КТ женщина лежит на столе головой вниз и некоторый участок ткани железы возле грудной клетки может не попасть в область сканирования.

##### 2. Томосинтез

Это полипозиционная техника исследования, которая позволяет формировать маммограммы, полученные под различными углами прохождения в-лучей с использованием специализированных цифровых маммографических систем для генерирования псевдо-трехмерного изображения [25, 26]. В его основе лежит расчет коэффициента ослабле-



ния рентгеновских лучей при прохождении через молочную железу. Схематически это представлено на рисунке:

Недостаток методики заключается в том, что источник рентгеновского излучения имеет определённую траекторию движения и ограниченное число проекций. Реконструированное таким образом изображение будет неполным по сравнению с КТ, и не даст точной характеристики ткани железы для определения ее плотности.

Биэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия

Изначально эта методика использовалась для вычисления минеральной плотности кости. Она заключается в том, что рентгеновские лучи с двойной энергией проходят через определённую анатомическую область, содержащую костные элементы. При этом учитываются также толщина и коэффициент поглощения лучей мягкими тканями. Математическая обработка данных проводится по специальным формулам с учетом коэффициента поглощения рентгеновских лучей.

То есть можно считать, что МЖ состоит из двух компонентов, каждый из которых имеет определённую толщину.

Эта схема разработана для работы с моноэнергетическими рентгеновскими лучами. Если учесть, что в маммографии используются полиэнергетические лучи, то данная методика неприменима в практических исследованиях.

Для решения этой проблемы были использованы физические модели, позволяющие нивелировать эти свойства. Highnam и соавт. [27, 28] спроектировали систему формирования маммографического изображения, которая состоит из источника рентгеновского излучения и системы проецирования изображения. Она учитывает рассеивание лучей, коэффициент поглощения тканей и толщину молочной железы.

VanEngeland и соавт. [29] создали аналогичную модель для обработки данных цифровых маммограмм. В своих исследованиях они показали тесную взаимосвязь между маммографическими данными о плотности МЖ и показателями МРТ.

Все измерения дают очень точные результаты из-за того, что рентгеновские лучи сфокусированы и невозможно создать рассеянное излучение. Недостаток методики в том, что расчет плотности проводится непосредственно на молочной железе, в то время как другие методики позволяют проводить измерения на снимках, не подвергая пациенток дополнительному облучению.

3. Цифровая маммография

Принцип работы цифрового маммографа состоит в том, что рентгеновские лучи, проходящие через молочную железу, направляются с помощью электронного сигнала на детектор, где формируется изображение. Там оно оцифровывается и сохраняется в компьютерной памяти. Такая система значительно упрощает работу и повышает точность измерений, поскольку нет необходимости сканировать пленочную маммограмму для проведения дальнейших расчетов плотности.

Цифровые электронные маммограммы бывают двух видов: “сырые” (подлежащие обработке) и “готовые”

(для проведения измерений). “Сырое” изображение представляет собой изначальный снимок молочной железы, который точно отображает ее состав. После устранения погрешностей датчика и обработки такого изображения, формируется новое, “готовое” изображение, которое может быть напечатано на пленку или использоваться для дальнейшего более тщательного исследования. Подобная обработка применима либо ко всему снимку, либо к его некоторым участкам. Но после нее некоторые данные про фактическую плотность железы могут быть потеряны или представлены не так точно, как на первом, “сыром” снимке.

Есть сообщения о том, что после обработки изображения цифровым маммографом, плотность молочной железы становится меньше, чем на аналогичных пленочных маммограммах. В дальнейших расчетах лучше использовать начальные, “сырые” снимки, особенно если применяется методика контурирования. Тогда начальное изображение подлежит обработке по строго определенному алгоритму, который учитывает свойства рентгеновской пленки [30].

#### Выводы

На данный момент существует мало исследований относительно измерения плотности МЖ и гораздо меньше – по оценкам вероятности риска развития рака МЖ по данным этих исследований.

Warner и соавт. [31] выяснили, что между качественными и количественными методиками существует большое различие. Авторы отмечают, что качественная оценка плотности значительно преувеличивает ее показатели и поэтому является менее информативной. Также выяснилось, что существуют различия в данных объемных и плоскостных методик. Двухмерные методики позволяют оценивать риск по биологическим показателям (площадь плотных участков молочной железы, их процентное соотношение в структуре всей ткани), а методики объемной визуализации учитывают также толщину тканевых компонентов, что недоступно при работе с маммографическим снимком.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Ursin G. *Mammographic density and breast cancer in three ethnic groups [Text]* / Ursin G., Ma H., Wu A.H., et al. // *Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev.* – 2003. – Vol. 12. – P. 332-338.
2. Gram I.T. *Percentage density, Wolfe's and Tabbr's mammographic patterns: agreement and association with risk factors for breast cancer [Text]* / Gram I.T., Bremnes Y., Ursin G., Maskarinec G., Bjurstam N., Lund E. // *Breast Cancer Res* – 2005. – Vol. 7. – R854-R861.
3. Boyd N.F. *Quantitative classification of mammographic densities and breast cancer risk: results from the Canadian National Breast Screening Study [Text]* / Boyd N.F., Byng J.W., Jong R.A., et al. // *J. Natl. Cancer Inst.* – 1995. – Vol. 87. – P. 670-675.
4. Wolfe J.N. *Mammographic parenchymal patterns and quantitative evaluation of mammographic densities: a case-control study [Text]* / Wolfe J.N., Saftlas A.F., Salane M. // *Am. J. Roentgenol.* – 1987. – Vol. 148. – P. 1087-1092.

5. Byrne C. *Effects of mammographic density and benign breast disease on breast cancer risk (United States)* [Text] / Byrne C., Schairer C., Brinton L.A. et al. // *Cancer Causes Control*. – 2001. – Vol. 12. – P.103-110.
6. Harvey J.A. *Quantitative assessment of mammographic breast density: relationship with breast cancer risk* [Text] / Harvey J.A., Bovbjerg V.E. // *Radiology*. – 2004. – Vol. 230. – P. 29-41.
7. Boyd N.F. *Mammographic breast density as an intermediate phenotype for breast cancer* [Text] / Boyd N.F., Rommens J.M., Vogt K. et al. // *Lancet Oncol*. – 2005. – Vol. 6. – P. 798-808.
8. McCormack V.A. *Breast density and parenchymal patterns as markers of breast cancer risk: a meta-analysis* [Text] / McCormack V.A., dos Santos Silva I. // *Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev*. – 2006. – Vol. 15. – P. 1159-1164.
9. Whitehead J. *Wolfe mammographic parenchymal patterns: a study of the masking hypothesis of Egan and Mosteller* [Text] / Whitehead J., Carlile T., Kopecky K.J. et al. // *Cancer*. – 1985. – Vol. 56. – P. 1280-1286.
10. Sala E. *Mammographic parenchymal patterns and mode of detection: implications for the breast screening programme* [Text] / Sala E., Warren R., McCann J., Duffy S., Day N., Luben R. // *J. Med. Screen*. – 1998. – Vol. 5. – P. 207-212.
11. van Gils C.H. *Mammographic breast density and risk of breast cancer: masking bias or causality?* [Text] / van Gils C.H., Otten J.D., Verbeek A.L., Hendriks J.H. // *Eur J Epidemiol* 1998. – Vol. 14. – P. 315-320.
12. Boyd N.F. *Mammographic densities and breast cancer risk* [Text] / Boyd N.F., Lockwood G.A., Byng J.W., Tritchler D.L., Yaffe M.J. // *Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev*. – 1998. – Vol. 7. – P. 1133-1144.
13. Pawluczyk O. *A volumetric method for estimation of breast density on digitized screen-film mammograms* [Text] / Pawluczyk O., Augustine B.J., Yaffe M.J. et al. // *Med. Phys.* – 2003. – Vol. 30. – P. 352-364.
14. Johns P.C. *X-ray characterisation of normal and neoplastic breast tissues* [Text] / Johns P.C., Yaffe M.J. // *Phys. Med. Biol.* – 1987. – Vol. 32. – P. 675-695.
15. Safilas A.F. *Mammographic parenchymal patterns and breast cancer risk* [Text] / Safilas A.F., Szklo M. // *Epidemiol. Rev.* – 1987. – Vol. 9. – P. 146-174.
16. Goodwin P.J. *Mammographic parenchymal patterns and breast cancer risk: a critical appraisal of the evidence* [Text] / Goodwin P.J., Boyd N.F. // *Am. J. Epidemiol.* – 1988. – Vol. 127. – P. 1097-1108.
17. Pawluczyk O. *A volumetric method for estimation of breast density on digitized screen-film mammograms* [Text] / Pawluczyk O., Augustine B.J., Yaffe M.J. et al. // *Med. Phys.* – 2003. – Vol. 30. – P. 352-364.
18. Kaufhold J. *A calibration approach to glandular tissue composition estimation in digital mammography* [Text] / Kaufhold J., Thomas J.A., Eberhard J.W., Galbo C.E., Trotter D.E. // *Med. Phys.* – 2002. – Vol. 29. – P. 1867-1880.
19. Highnam R.P. *Mammographic Image Processing* [Text] / Highnam R.P., Brady J.M. – Boston, MA: Kluwer Academic Press; 1999.
20. American College of Radiology: *Breast Imaging Reporting and Data System (BIRADS)* [Text]. Reston, VA: American College of Radiology; 2003.
21. Carney P.A. *Individual and combined effects of age, breast density, and hormone replacement therapy use on the accuracy of screening mammography* [Text] / Carney P.A., Miglioretti D.L., Yankaskas B.C. et al. // *Ann Intern Med*. – 2003. – Vol. 138. – P. 168-175.
22. Buist D.S. *Factors contributing to mammography failure in women aged 40-49 years* [Text] / Buist D.S., Porter P.L., Lehman C., Taplin S.H., White E. // *J. Natl. Cancer Inst.* – 2004. – Vol. 96. – P. 1432-1440.
23. Boone J. *TU-C-330D-03: computed tomography of the breast: design, fabrication, characterization, and initial clinical testing* [Text] / Boone J., Nelson T., Kwan A., and Yang K. // *Med. Phys.* – 2006. – Vol. 33. – P. 2185.
24. Chen B. *Cone-beam volume CT mammographic imaging: feasibility study* [Text] / Chen B., Ning R. // *Proc SPIE*. – 2001. – №4320. – P. 655-664.
25. Niklason L.T. *Digital tomosynthesis in breast imaging* [Text] / Niklason L.T., Christian B.T., Niklason L.E. et al. // *Radiology*. – 1997. – Vol. 205. – P. 399-406.
26. Wu T. *Tomographic mammography using a limited number of low-dose cone-beam projection images* [Text] / Wu T., Stewart A., Stanton M. et al. // *Med. Phys.* – 2003. – Vol. 30. – P. 365-380.
27. Highnam R.P. *Mammographic Image Processing* [Text] / Highnam R.P., Brady J.M. – Boston, MA: Kluwer Academic Press, 1999.
28. Highnam R. *A representation for mammographic image processing* [Text] / Highnam R., Brady M., Shepstone B. // *Med. Image Analysis*. – 1996. – Vol. 1. – P. 1-18.
29. Van Engeland S. *Volumetric breast density estimation from full-field digital mammograms* [Text] / Van Engeland S., Snoeren P.R., Huisman H., Boetes C., Karssemeijer N. // *IEEE Trans. Med. Imaging*. – 2006. – Vol. 25. – P. 273- 282.
30. Yaffe M.J. *Mammographic density. Measurement of mammographic density* [Text] / Martin J. Yaffe // *Breast Cancer Research*. – 2008. – Vol. 10. – P. 209.
31. Warner E. *The risk of breast cancer associated with mammographic parenchymal patterns: a meta-analysis of the published literature to examine the effect of method of classification* [Text] / Warner E., Lockwood G., Math M., Tritchler D., Boyd N.F. // *Cancer Detection Prev* – 1992 – Vol. 16. – P. 67-72.

**СУЧАСНІ МЕТОДИ МЕДИЧНОЇ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ  
МОЛОЧНОЇ ЗАЛОЗИ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ  
МАМОГРАФІЧНОЇ ЩІЛЬНОСТІ**

*Бєлова О.Г.*

*Національний медичний університет  
імені О.О.Богомольця, м. Київ, Україна*

**Резюме.** В даній роботі представлені сучасні методи візуалізації молочної залози, які широко застосовуються для скринінгового і діагностичного обстеження з метою виявлення раку на ранніх стадіях розвитку. В основу кожної методики покладений принцип обчислення мамографічної щільності як фактора прогнозу захворювання. Усі наведені методики поділяються на об'ємні та площинні і відрізняються між собою за технікою виконання та за показниками, отриманими під час дослідження. Результати порівняльного аналізу наведених методик свідчать про те, що прямого зв'язку між щільністю молочної залози та ризиком розвитку раку не існує, але певні дослідження, такі як цифрова мамографія та комп'ютерна томографія, дають можливість діагностувати наявність новоутворення на ранніх стадіях і попередити розвиток інтервального раку.

**Ключові слова:** мамографічна щільність, цифрова мамографія, комп'ютерна томографія, інтервальный рак.

**MODERN METHODS OF BREAST VISUALIZATION  
FOR THE MAMMOGRAPHIC DENSITY  
MEASUREMENT**

*Aleksandra G. Belova*

*National O.O.Bohomolets Medical University,  
Kyiv, Ukraine*

**Summary.** This work covers the problem of breast visualization for the diagnostics of breast cancer. Every method deals with the mammographic density as a prognostic factor of breast cancer. There are two-dimensional and volumetric density assessment methods that differ in its technical features and are hard to compare. The results of both methods show that there is no direct relation between density and the development of breast cancer. Digital mammography and computer tomography are the most exact methods to detect cancer on its early stage and to prevent the development of interval cancer.

**Keywords:** mammographic density, digital mammography, computer tomography, two-dimensional and volumetric density assessment, interval cancer.