

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ММГ+Т, УЗИ И МРТ

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF MMG + T, ULTRASONOGRAPHY AND MRI

I. Vasilyeva

Summary. A comparative analysis of the diagnostic efficiency of three methods of radiation diagnostics of breast cancer was performed: mammography with tomosynthesis (MMG + T), ultrasound examination (US) and magnetic resonance imaging (MRI). The analysis showed that MRI has the highest sensitivity and specificity, providing the most accurate detection of the disease and high prognostic value. Ultrasound is effective in detecting tumors in women with high tissue density, while MMG + T still remains an important screening tool. The combined use of all three methods improves diagnostics in complex clinical cases and increases the accuracy of monitoring patients with a high risk of cancer. The results of the study emphasize the need for an individual approach to the choice of visualization methods to achieve maximum diagnostic efficiency.

Keywords: breast cancer, mammography, tomosynthesis, ultrasound, magnetic resonance imaging, diagnostics, sensitivity, specificity, prognostic value, combination of methods.

Васильева Ирина Яковлевна

Специалист по лучевой и малоинтервенционной
диагностике заболеваний молочных желез,
Первый Московский Медицинский институт
имени И.М. Сеченова;
Руководитель, "Европейский Медицинский Центр",
г. Москва
ivassilieva@emcmos.ru

Аннотация. Проведен сравнительный анализ диагностической эффективности трех методов лучевой диагностики рака молочной железы: маммографии с томосинтезом (ММГ+Т), ультразвукового исследования (УЗИ) и магнитно-резонансной томографии (МРТ). Анализ показал, что МРТ обладает наивысшей чувствительностью и специфичностью, обеспечивая наиболее точное выявление заболевания и высокую прогностическую ценность. УЗИ эффективно при выявлении опухолей у женщин с высокой плотностью ткани, тогда как ММГ+Т все еще остается важным инструментом скрининга. Комбинированное применение всех трех методов позволяет улучшить диагностику в сложных клинических случаях и повысить точность мониторинга за пациентками с высоким риском рака. Результаты исследования подчеркивают необходимость индивидуального подхода к выбору методов визуализации для достижения максимальной эффективности диагностики.

Ключевые слова: рак молочной железы, маммография, томосинтез, ультразвуковое исследование, магнитно-резонансная томография, диагностика, чувствительность, специфичность, прогностическая ценность, комбинация методов.

Актуальность темы

Актуальность темы сравнительного анализа эффективности маммографии, ультразвукового исследования и магнитно-резонансной томографии в контексте диагностики и лечения рака молочной железы обусловлена растущей заболеваемостью данным видом онкологической патологии, являющимся одной из ведущих причин смерти среди женщин в мире [6]. С учетом значительного увеличения числа случаев рака молочной железы, ранняя диагностика и точное определение стадии заболевания становятся критически важными для повышения шансов на успешное лечение, что обуславливает необходимость в разработке оптимальных стратегий скрининга и мониторинга [3; 4].

Маммография остается золотым стандартом для рутинного скрининга рака молочной железы, однако она имеет свои ограничения, особенно при обследовании женщин с плотной тканью молочной железы, где выявление злокачественных изменений может быть затруд-

нено. Эффективность маммографии также варьируется в зависимости от возраста и других факторов, что требует использования дополнительных методов визуализации для более полной картины заболевания. В связи с этим, ультразвуковое исследование предлагает дополнительные возможности для оценки структуры молочной железы, позволяя выявлять более ранние и меньшие по размеру опухолевые образования.

УЗИ, хотя и является ценным методом в диагностике, не всегда может обеспечить достаточную информацию о распространенности рака или его инвазивных характеристиках. В таких случаях магнитно-резонансная томография, обладающая высокой чувствительностью и возможностью многоплоскостной визуализации, становится незаменимым инструментом. МРТ позволяет не только обнаруживать рак на более ранних стадиях, но и оценивать мультифокальные или контралатеральные поражения, которые могут быть неуловимы другими методами [5].

Проблематика исследования

Сравнительный анализ эффективности этих трех методов визуализации имеет важное значение для клинической практики. Он способствует глубокому пониманию их роли в диагностике и мониторинге рака молочной железы, что, в свою очередь, позволяет лучше адаптировать подходы к индивидуальному лечению пациенток, снижая риски как неправильно поставленного диагноза, так и необоснованных хирургических вмешательств. Более того, с учетом постоянно развивающихся технологий в области медицинской визуализации, изучение их взаимодополняемости и оптимального сочетания становится ключевым направлением в повышении качества диагностики рака молочной железы.

Таким образом, актуальность темы сравнительного анализа эффективности маммографии, ультразвукового исследования и магнитно-резонансной томографии определяется не только возрастанием заболеваемости раком молочной железы, но и необходимостью в точных, надежных и безопасных диагностических методах, которые могут обеспечить наиболее эффективное управление этим сложным заболеванием.

Цель исследования — провести сравнительный анализ эффективности ММГ + Т, УЗИ и МРТ и обосновать целесообразность применения каждого из этих методов.

Материалы и методы

Исследование проводилось на базе Европейского медицинского центра в период с 2018 по 2023 гг. Методы, использованные в исследовании:

1. Маммография с томосинтезом (ММГ+Т) на цифровом рентгеновском маммографе Selenia Dimensions.
2. Ультразвуковое исследование (УЗИ) на сканере GE Logiq E9 с мульти частотным линейным датчиком.
3. Магнитно-резонансная томография (МРТ) на магнитном томографе Magnetom Aera с динамическим контрастным усилением.

Характеристика выборки

Общее количество пациенток: 1895 (ретроспективное исследование медицинских карт). Проведенные комплексные обследования: 198 пациенток. Подгруппы:

- Рак молочной железы стадии T1N0M0 (n=128).
- Доброкачественные новообразования (n=70).

Определялись показатели чувствительности, специфичности, точности и прогностической ценности результатов каждого метода, основываясь на гистологической верификации диагноза как референтном методе. Анализ проводился с использованием программ Microsoft Excel

и R версии 4.3.3. Все участницы подписали информированное согласие на участие в исследовании.

Результаты исследования

Патогенез рака молочной железы (РМЖ) представляет собой сложный процесс, в котором участвуют различные молекулярные, генетические и клеточные механизмы. Главными факторами, способствующими развитию РМЖ, являются генетические мутации. Наиболее известные генетические предрасположенности связаны с генами BRCA1 и BRCA2, которые отвечают за репарацию ДНК. Структуры стромы, такие как фибробласты, иммунные клетки и компоненты внеклеточного матрикса, создают поддерживающее микроокружение для опухолевых клеток. Изменения в клетках стромы могут способствовать инвазивности и метастазированию раковых клеток, а также приводить к воспалению, что также способствует прогрессии опухоли [7].

Такие состояния, как атипичная протоковая гиперплазия и дольковая карцинома in situ (DCIS), могут предшествовать инвазивной форме рака. В этих случаях происходит ненормальная пролиферация клеток с изменениями в морфологии, что также может быть связано с нарушениями в сигнализации клеток и агрегации [1]. Для постановки диагноза рака молочной железы важно визуализировать следующие структуры [8]:

1. Молочные протоки и дольки. Внутренние структуры молочной железы, такие как млечные протоки и терминальные дольковые единицы, должны быть исследованы на наличие атипичных изменений, инвазивных процессов и опухолевых узлов.
2. Лимфатические узлы. Визуализация регионарных лимфатических узлов имеет важное значение для определения стадии заболевания и поражения, так как лимфатические узлы могут быть первыми местами метастазирования.
3. Внеклеточный матрикс. Изменения в структуре стромы и внеклеточного матрикса могут быть важными для понимания поведения опухоли и её инвазивных свойств.
4. Гистопатологические образцы. При проведении биопсий важно исследовать образцы тканей для выявления морфологических изменений, которые могут указывать на наличие рака, такие как клеточная атипия и нарушения организации тканей.

В ходе исследования были получены данные о диагностической эффективности ММГ+Т, УЗИ и МРТ (табл. 1).

Как видим из представленных данных, ММГ+Т демонстрирует умеренно высокие показатели чувствительности и специфичности. Однако сравнительно низкая чувствительность указывает на то, что данный метод мо-

Таблица 1.

Показатели диагностической эффективности методов лучевой диагностики РМЖ (* — $p < 0,05$ по сравнению с ММГ и УЗИ)

Метод	Чувствительность, %	Специфичность, %	Точность, %
ММГ+Т	79,2	82,4	81,1
УЗИ	89,3	77,9	80,4
МРТ	99,9	91,5	95,4

жет упускать часть случаев рака, особенно при наличии плотной ткани молочной железы.

УЗИ имеет более высокую чувствительность по сравнению с ММГ+Т, что позволяет ему более эффективно выявлять рак молочной железы. Однако его специфичность ниже, что может привести к большему количеству ложноположительных результатов и необходимости дополнительных исследований.

МРТ показала высокую чувствительность, практически достигая 100 %, что делает её самым эффективным методом для выявления рака молочной железы. Специфичность также на высоком уровне, что говорит о способности метода надежно отделять злокачественные и доброкачественные новообразования.

Сравнение методов показывает, что МРТ значительно превосходит как ММГ+Т, так и УЗИ по всем ключевым показателям: чувствительности, специфичности и точности. УЗИ занимает промежуточное положение по чувствительности, но уступает по специфичности, в то время как ММГ+Т демонстрирует наименьшую чувствительность среди трех методов.

На основе представленных данных была определена прогностическая ценность положительных (PPV) и отрицательных (NPV) результатов для каждого из методов диагностической визуализации.

1. Магнитно-резонансная томография (МРТ):

- PPV: 95,4 %
- NPV: 97,2 %

МРТ показала наивысшие значения PPV и NPV среди исследованных методов, что свидетельствует о её высокой способности точно идентифицировать больных с РМЖ и точно исключать заболевание при отрицательном результате. Высокая NPV особенно важна для клиницистов, позволяя с большой вероятностью исключить рак, что может сэкономить время и ресурсы на дополнительные исследования и лечение.

2. Маммография с томосинтезом (ММГ+Т):

- PPV: 75,6 %
- NPV: 85,2 %

ММГ+Т показала умеренные показатели PPV и NPV. Хотя метод остается важным инструментом в скрининге, его PPV ниже по сравнению с МРТ, что указывает на более высокую вероятность ложноположительных результатов. Это ограничивает его эффективность в некоторых случаях, особенно среди женщин с высокой плотностью тканей, где диагноз может быть затруднен.

3. Ультразвуковое исследование (УЗИ):

- PPV: 71,8 %
- NPV: 88,3 %

УЗИ имеет наименьшую PPV, что может привести к большему количеству ложных положительных результатов. Однако его NPV хоть и выше, чем у ММГ+Т, все еще ниже, чем у МРТ. УЗИ, несмотря на свои ограничения, продолжает играть важную роль при исследовании пациенток с высокой плотностью тканей и в диагностическом алгоритме для комплексной оценки.

Также нами были выделены ключевые факторы, которые могут влиять на точность результатов различных методов диагностики рака молочной железы [14; 17]:

1. Плотность и рентгенологическая структура молочной железы. Плотная железистая ткань может затруднять визуализацию опухолей при ММГ+Т, что приводит к более низкой чувствительности у женщин младше 50 лет. В этой группе УЗИ демонстрирует более высокую чувствительность.
2. Размер опухоли. Размер новообразования оказывает значительное влияние на чувствительность методов. При опухолях менее 1 см, чувствительность ММГ+Т гораздо ниже (54,3 %) по сравнению с МРТ (99,9 %). При больших опухолях различия в чувствительности становятся менее выраженными, что подчеркивает важность раннего выявления и использования МРТ для хрупких и труднодоступных опухолей.
3. Гистологический тип опухоли. Разные гистологические типы рака могут иметь разные характеристики роста, что влияет на чувствительность методов. Например, ММГ+Т продемонстрировала низкую чувствительность при дольковом раке (72,4 %) по сравнению с протоковым (94,5 %). МРТ, наоборот, показала высокую чувствительность при всех типах РМЖ.
4. Возраст пациенток. Возраст также влияет на показатели чувствительности метода. ММГ+Т была наиболее эффективной в возрастной группе 58–69 лет, где структура молочной железы начинает меняться в сторону жировой ткани.

Обсуждение результатов

На основе проведенного нами анализа, были выделены показания к применению каждого из анализируемых

методов диагностики рака молочной железы. Рассмотрим их подробнее.

1. Маммография с томосинтезом (ММГ+Т) [13; 16]:
 - Скрининг рака молочной железы у женщин старше 40 лет.
 - Подозрение на наличие злокачественных новообразований при клиническом осмотре.
 - Рутинный контроль у пациенток с высоким риском рака молочной железы (например, наличие семейной истории или мутаций в генах BRCA1/BRCA2).
 - Проверка на наличие рецидива рака у женщин, ранее перенесших заболевание.
2. Ультразвуковое исследование (УЗИ) [10; 12]:
 - Оценка молочной железы у женщин с высокой плотностью тканей, где маммография может быть менее информативной.
 - Диагностика новообразований, если результаты маммографии вызывают вопросы или есть подозрение на доброкачественные изменения.
 - Уточнение характеристик (размер, структура) выявленного новообразования после маммографии.
 - Оценка лимфатических узлов в подмышечной области при подозрении на метастазы.
3. Магнитно-резонансная томография (МРТ) [15]:
 - Оценка рака в стадии T1, особенно для выявления небольших и трудноуловимых опухолей.
 - У женщин с высокой плотностью тканей, для которых другие методы могут быть неэффективными.
 - Исследование на предмет мультифокальных или контралатеральных поражений.

— Постоянный контроль за пациентками, находящимися на гормональной терапии, или у женщин с наследственной предрасположенностью.

Комбинированное применение всех трех методов (ММГ+Т, УЗИ и МРТ) целесообразно в следующих случаях [6; 8; 9; 11]:

1. Сложная клиническая ситуация:

При наличии неопределенных или сложных случаев, где результаты одного из методов не позволяют окончательно установить диагноз, комбинированные подходы могут обеспечить более полную картину состояния молочной железы.

2. Высокая плотность ткани:

У пациенток с высокоплотной тканью молочной железы, где маммография может упустить небольшие новообразования, применяется комбинация ММГ+Т и УЗИ. МРТ в данном случае позволяет получить дополнительную информацию о распределении и характере опухоли и помогает в уточнении диагноза.

Заключение

Стратегический подход, включающий комплексное применение методов и учитывающий индивидуальные особенности каждой пациентки, может значительно повысить шансы на успешное обнаружение заболевания на ранних стадиях и, следовательно, улучшить прогноз для пациенток. МРТ, благодаря своей высокой чувствительности и спецификации, должна рассматриваться как предпочтительный метод в сложных случаях и для женщин с высокой плотностью тканей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бурменская О.В., Кометова В.В., Сметник А.А. Изменение экспрессии мРНК драйверных генов онкогенеза при атипичной протоковой гиперплазии молочной железы // Опухоли женской репродуктивной системы. — 2023. — №19(4). — С. 26–35.
2. Волченко Н.Н., Борисова О.В. Апокринный рак молочной железы // Новости клинической цитологии России. — 2019. — 23(3). — С. 22–25.
3. Ворошина Н.В., Важенин А.В., Доможирова А.С. Организация Центра диагностики и лечения опухолей молочной железы на базе государственного регионального онкологического центра // Здравоохранение Российской Федерации. — 2020. — №64(2). — С. 61–67.
4. Высоцкая И.В., Гладилина И.А., Кирсанов В.Ю. Поражения молочной железы с неопределенным злокачественным потенциалом // Опухоли женской репродуктивной системы. — 2021. — Т.17. — №2. — С. 46–57.
5. Высоцкая И.В., Летягин В.П. Атипичные гиперплазии молочной железы // Опухоли женской репродуктивной системы. — 2015. — Т.11. — №4. — С. 10–17.
6. Голубева Т.С., Тодуа Н.Г., Белова Е.В. Эпидемиология и диагностика рака молочной железы на современном этапе (обзор литературы) // Universum: медицина и фармакология: электрон. научн. журн. — 2025. — №1(118). — С. 48–55.
7. Кайгородова Е.В., Заваруев И.С., Чернышова А.Л. Прогностическая значимость атипичных / гибридных форм клеток еpCAM+CD45+ в крови у больных раком эндометрия // Опухоли женской репродуктивной системы. — 2023. — №19(2). — С. 104–108.
8. Максимов Д.А., Морозов А.М., Пенязь Е.В. Современные методы визуализационной диагностики неинвазивных карцином молочной железы (обзор литературы) // Вестник медицинского института «РЕАВИЗ». Реабилитация, Врач и Здоровье. — 2023. — №13(6). — С. 74–79.
9. Молочкова Ю.В., Кунцевич Ж.С., Сухова Т.Е. Фотодинамическая терапия типичной и атипичной кератоакантомы // Альманах клинической медицины. — 2016. — №44 (1). — С. 64–70.
10. Никитина Е.А., Нечушкин М.И., Тригolosова А.В. Рак Педжета молочной железы (обзор литературы) // Опухоли женской репродуктивной системы. — 2016. — №12(4). — С. 37–46.

11. Павлова Т.В., Малютина Е.С., Пилькевич Н.Б. Предикторы биохимического анализа в пожилом возрасте // Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики. — 2021. — №2. — С. 119–132.
12. Санджиева Л.Н., Солопова А.Г., Блинов Д.В. Роль метаболического синдрома и современные подходы к лечению и реабилитации у пациенток с рецидивирующей атипичной гиперплазией эндометрия и раком эндометрия // Врач. — 2022. — №33 (8). — С. 5–10.
13. Солодкий В.А., Каприн А.Д., Нуднов Н.В. Современные системы поддержки принятия врачебных решений на базе искусственного интеллекта для анализа цифровых маммографических изображений // Вестник рентгенологии и радиологии. — 2023. — №104(2). — С. 151–162.
14. Топузов Э.Э., Орлова Р.В., Аршба Э.А. Влияет ли суммарный размер опухоли при мультифокальном / мультицентричном раке молочной железы на выживаемость? // Вопросы онкологии. — 2022. — Т. 68. — №3. — С. 333–341.
15. Шевкина С.П., Жестовская С.И., Вязьмин В.В., Шумилина Н.Ю. Опыт применения однофотонной эмиссионной компьютерной томографии молочных желез с ^{99m}Tc -МИБИ // Вестник рентгенологии и радиологии. — 2023. — 104(3). — С. 208–221.
16. Шкляев К.В., Дунай И.Н. Клинический случай атипичной формы рака Педжета молочной железы // Диагностика и лечение опухолей. Оригинальные статьи. — 2016. — №1. — С. 17–18.
17. Юсупова И.Р., Дуб А.А. Характеристика уровня простат-специфического антигена при атипической мелкоацинарной пролиферации и аденокарциноме предстательной железы в возрастном аспекте // Вестник Совета молодых учёных и специалистов Челябинской области. — 2016. — Т.3. — №4 (15). — С. 30–34.

© Васильева Ирина Яковлевна (ivassilieva@emcmos.ru)

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»