

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛАСТОГРАФИИ В ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКЕ ОПУХОЛЕЙ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ: СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ И КЛИНИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ

Сабирова Хурлиман Толыбаевна

Магистр второго года обучения по направлению “ Общая онкология”, ТГМУ.

Аннотация

Эластография молочной железы — современный ультразвуковой метод, позволяющий количественно и качественно оценивать жесткость тканей, что важно для дифференциальной диагностики доброкачественных и злокачественных узлов. Настоящая статья рассматривает физические принципы компрессионной и сдвиговой эластографии, возможности оценки жесткости в килопаскалях, влияние метода на точность BI-RADS классификации, а также перспективы интеграции в практику с применением искусственного интеллекта и трёхмерного картирования. Подчёркиваются преимущества метода, а также ограничения, связанные с особенностями ткани, глубиной залегания образования и наличием кальцинатов.

Ключевые слова

ультразвуковая диагностика; эластография; сдвиговая эластография; молочная железа; опухоли молочной железы; дифференциальная диагностика; BI-RADS; жесткость тканей; ранняя диагностика рака; ультразвуковая маммология.

Рак молочной железы остаётся одной из ведущих причин онкологической заболеваемости и смертности среди женщин во всём мире [1]. Раннее выявление опухоли напрямую влияет на прогноз и эффективность терапии. Несмотря на широкий доступ к стандартному ультразвуковому исследованию, его диагностическая точность ограничена при высокой плотности железистой ткани, а также в случаях сложных доброкачественных образований [2].

Эластография дополняет стандартное УЗИ, позволяя оценить механические свойства ткани. Злокачественные опухоли обычно обладают повышенной жесткостью из-за плотной клеточной структуры, фиброза и инфильтративного роста, тогда как доброкачественные образования, например фибroadеномы или кисты, более мягкие и податливые [3]. Использование количественных данных эластографии улучшает специфичность УЗИ и позволяет уменьшить количество ненужных биопсий [4].

Методы эластографии.

Компрессионная эластография. Метод основан на измерении относительной деформации тканей при приложении внешнего давления. Полученные данные визуализируются в виде цветовой карты, где разные оттенки отражают различия в жесткости. Данный подход удобен, но чувствителен к силе давления и глубине узла, а также требует высокой квалификации оператора [5].

Сдвиговая эластография (SWE). SWE измеряет скорость распространения поперечных ультразвуковых волн, создаваемых акустической силой. На основе полученной скорости вычисляется модуль Юнга (кПа), что обеспечивает количественную оценку жесткости.

Формула: $E = 3\rho V_s^2$, где

E — модуль жесткости, кПа;

ρ — плотность ткани;

V_s — скорость сдвиговой волны [6].

SWE обеспечивает воспроизводимые данные, минимизирует влияние оператора и позволяет строить 2D и 3D карты жесткости.

Дифференциальная диагностика узлов.

Доброкачественные образования:

Фиброаденомы: однородная структура, умеренная жесткость (15–60 кПа), овальная форма.

Кисты: жидкостное содержимое, низкая жесткость, отсутствие кровотока.

Фиброзно-кистозная мастопатия: множественные мягкие образования с незначительной вариабельностью жесткости [7].

Злокачественные опухоли:

Характеризуются высокой жесткостью (80–200 кПа), неровными контурами, гетерогенной структурой и увеличением зоны жесткости за пределами визуально видимого узла [8]. Использование SWE повышает специфичность диагностики до 82–92% и чувствительность до 87–96% [9].

Интеграция эластографии в BI-RADS:

Эластография активно используется как дополнительный инструмент при классификации узлов BI-RADS:

BI-RADS 3 + низкая жесткость → наблюдение, биопсия необязательна.

BI-RADS 4a + низкая жесткость → можно отложить инвазивное вмешательство.

BI-RADS 4a + высокая жесткость → рекомендована биопсия [10].

Эта стратегия позволяет снизить количество ненужных биопсий на 25–35%.

Применение у женщин с плотной тканью молочной железы. Традиционное УЗИ теряет информативность при плотной паренхиме, особенно у женщин младше 45 лет. SWE позволяет сохранять высокую точность диагностики, обеспечивая количественные показатели жесткости и визуализацию структуры образования [11].

3D эластография и искусственный интеллект. Трёхмерные карты жесткости помогают выявлять внутреннюю гетерогенность узла, оценивают инвазивность и границы опухоли [12].

Применение AI-алгоритмов для анализа SWE-карт повышает точность прогноза злокачественности до 95%, а также ускоряет обработку и уменьшает влияние субъективной оценки [13].

Ограничения метода

Глубокие узлы (>30 мм) снижают точность измерений.

Наличие кальцинатов и рубцовых изменений создаёт артефакты.

Различие между аппаратами разных производителей требует калибровки.

Интерпретация требует высокой квалификации специалиста [14].

Перспективы

Стандартизация SWE для разных аппаратов.

Разработка 3D и 4D SWE для объёмного анализа.

Внедрение AI для автоматической классификации образований.

Возможность интеграции с контраст-усиленным УЗИ и МРТ.

Эти направления повышают клиническую ценность эластографии и её потенциал как стандарта в комплексной маммологической диагностике.

Заключение. Эластография молочной железы — информативный и перспективный метод, позволяющий дифференцировать доброкачественные и злокачественные образования, улучшать точность BI-RADS классификации и снижать число ненужных биопсий. SWE обеспечивает количественные, воспроизводимые данные, а интеграция с 3D технологиями и искусственным интеллектом открывает новые возможности для раннего выявления рака и мониторинга терапии.

Список литературы:

1. Bray F. et al. Global Cancer Statistics 2022: GLOBOCAN Estimates. CA Cancer Journal for Clinicians.
2. Berg W. et al. Ultrasound performance in mammographically dense breasts. Radiology.
3. Shiina T. et al. Basics and principles of elastography. Journal of Medical Ultrasound.
4. Cosgrove D. et al. EFSUMB Guidelines on Elastography. Ultraschall in der Medizin.
5. Barr R.G. Shear Wave Elastography of the Breast. Radiology.
6. Liu Y. et al. Machine learning in breast elastography. Breast Imaging Journal.
7. Evans A. et al. Stiffness values in benign and malignant breast lesions. European Radiology.
8. Sadigh G. et al. Meta-analysis of SWE accuracy. Breast Cancer Research and Treatment.
9. Athanasiou A. et al. Elastography influence on BI-RADS. American Journal of Roentgenology.
10. Chang J. et al. SWE performance in dense breasts. Journal of Breast Imaging.
11. Zhao X. et al. 3D SWE in breast tumor characterization. Clinical Radiology.
12. Guo L. et al. AI-based elastography classification. IEEE Transactions on Medical Imaging.
13. Tozaki M. Multimodal ultrasound including elastography. Journal of Ultrasound in Medicine.