

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ЭЛАСТОГРАФИЯ. ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ ПОРАЖЕНИЙ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ*

Авторы: *Eduardo de Faria Castro Fleury* – доктор наук, врач, второй помощник в Santa Casa de São Paulo (Бразилия).

José Francisco Rinaldi – доцент, глава Clinic of Mastology, отделение акушерства и гинекологии в Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo (Бразилия). *Sebastião Piato* – профессор, глава отделения акушерства и гинекологии в Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo (Бразилия). *José Carlos Fleury* – специалист в области визуализированной диагностики, координатор отделения вмешательства при лечении молочной железы, Centro de Tomografia Computadorizada – CTC Gênese (Бразилия). *Décio Roveda Jr.* – профессор, преподаватель, директор отделения визуализированной диагностики в Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo (Бразилия).

Цель: Продемонстрировать наиболее частые признаки кистозных поражений молочной железы при ультразвуковой эластографии, рассматривая при этом актуальность метода.

Материалы и методы: Данное исследование включало 150 пациентов, направленных на перкутанную биопсию молочной железы, всего – 175 поражений. Сплошные по своей структуре поражения (153 поражения), диагностированные гистологически, были исключены; поражения, гистологически диагностированные как кистозные (22 поражения), включая сложные кисты, папиллярные поражения, воспалительные поражения, типичную цилиндроклеточную гиперплазию и протоковую эктазию, были ретроспективно классифицированы с помощью эластографии в соответствии с системой баллов, разработанной авторами; при этом, категории варьировались от 1 до 4.

Результаты: 13 (59%) из 22 оцениваемых поражений соответствовали кистам, 1 (4.6%) – протоковой эктазии, 2 (9.2%) – воспалительным поражениям, 5 (22.6%) – папиллярным поражениям и 1 (4.6%) – цилиндроклеточной гиперплазии. Система баллов применялась со следующими результатами: 17 категорий – 2 поражения, 4 категории – 3 поражения, 1 категория – 4 поражения и ни одной категории с одним поражением, специфичность – 95%.

Заключение: Эластография демонстрирует типичные признаки кистозных поражений молочной железы в соответствии с гистологическими результатами и представляет собой удобный и легкий в применении метод дифференцирования доброкачественных и злокачественных патологий молочной железы.

ВВЕДЕНИЕ

Использование ультразвуковой эластографии молочной железы было распространено в 80-х годах как дополнительный метод дифференциации сплошных и кистозных поражений молочной железы. Этот метод помогал в диагностике узлов, обнаруженных при маммографии (1). С 1990 г., с появлением более высокочастотных преобразователей, ультразвуковая эластография позволила не только дифференцировать между сплошными и кистозными поражениями, но и проводить тщательный анализ областей поражения. Таким образом, она подтвердила свою роль в качестве вспомогательного метода диагностики, который до сих пор сохранил свою актуальность и предлагается некоторыми

авторами для проверки на наличие рака груди молодых женщин, у которых при маммографии были выявлены твердые ткани молочных желез (BI-RADS® категории 3 и 4) (2–4).

Одной из проблем, вытекающих из широкого использования ультразвуковой эластографии как метода проверки таких пациенток была визуализация новых, обычно не злокачественных изменений в ткани молочной железы. Зачастую, узлы, обычно носящие доброкачественный характер, которые нельзя было визуализировать, начинали обнаруживаться с наличием кист с густым содержанием (сложные кисты).

С помощью традиционного метода эти кисты едва ли можно отличить от настоящих узлов, и обычно их определяют как нечеткие узлы, которые вызывают беспокойство у пациентов; и в конечном итоге пациенты выбирают диагностическую биопсию молочной железы (5, 6).

Одна из серьезнейших проблем для ультразвуковой эластографии – это дифференциация этих двух образований без увеличения затрат или необходимости инвазивных процедур. Развитие получили исследования, посвященные методам, дополнительным к ультразвуковой эластографии, и направленные на увеличение ее точности (флюксометрия Доплера, ультразвуковая гармоническая визуализация, ультразвуковая эластография и потоковый метод обнаружения в ультразвуковой эластографии молочных желез (7–10)).

Данное исследование демонстрирует признаки кистозных поражений молочной железы, идентифицированные при ультразвуковой эластографии у пациентов, направленных в учреждение на диагностическую биопсию, в соответствии с разработанной авторами балльной системой. Также обсуждается целесообразность клинического использования данного метода.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Это ретроспективное исследование, одобренное Ведомственным комитетом по этике в области исследований, которое проводилось в Отделении визуализированной диагностики в Santa Casa de Misericórdia de São Paulo. В ходе исследования проводилась оценка гистологических результатов 150 пациенток в возрасте 24–70 лет (средний возраст – 45 лет), у которых в ходе традиционных ультразвуковых исследований были выявлены 170 поражений, и которые были направлены в Центр компьютерной томографии и на перкутанную биопсию молочной железы в период с 1 мая до 30 июня 2007 года. Средний диаметр поражений составил

1,4 см (среднее значение, 1,2 см; диапазон, 0,5–3,2 см). Сто тридцать пациенток с исключительно сплошными на гистологическом уровне образованиями были исключены. У оставшихся 20 пациенток 22 поражения были гистологически диагностированы как сугубо кистозные (сложные кисты), воспалительные поражения и протоковая эктазия либо кистозные поражения, связанные с сплошными компонентами, такие как папиллярные поражения и типичная цилиндроклеточная гиперплазия; данные основаны на 17 (91.9%) фрагментных биопсиях и 5 (8.1%) предоперационных игольных локализациях.

Патологическая диагностика

Образцы были отправлены на гистологическое исследование и проанализированы квалифицированным патологом с 17-летним опытом в области поражений молочной железы. Поражения были классифицированы на кисты, папиллярные поражения, воспалительные поражения, типичную цилиндроклеточную гиперплазию и протоковую эктазию (11, 12).

Оборудование

Как традиционное исследование, так и эластография проводились одним и тем же врачом-рентгенологом с шестилетним опытом в сфере визуализации молочной железы, с использованием ультразвуковой эластографической системы **Sonix SP** (производство Ultrasonix Medical Corporation; Ванкувер, Канада) с мультисекторным линейным преобразователем (5–14 МГц).

Для исследования также использовалось программное обеспечение, специально разработанное для оборудования Ultrasonix (версия 3.0.2 [Beta 1]), лицензия на экспериментальное использование которого была выдана основному автору в целях исследования. В ходе проведения данного исследования не сообщалось о какой-либо побочной реакции.

Метод

Прежде всего, визуализация молочной железы проводилась в положении пациентки лежа на спине с руками под головой. Для оценки васкуляризации узлов использовались режим В и цветные доплеровские изображения; оценка проводилась в соответствии с критериями BI-RADS®.

Измерения производились в режиме В на продольной и передне-задней осях, при этом для анализа рассматривался наибольший показатель. Далее проводилась ультразвуковая эластография, пациентки также располагались горизонтально,

* Исследование разработано в Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo, Сан-Паулу, Бразилия.

лежа на спине, преобразователь располагался перпендикулярно стенке грудной клетки.

Непосредственно перед УЗИ была сделана компрессия места поражения, для того чтобы убедиться, что оно не сместилось латерально. Как только был активирован режим эластографии, над интересующей областью совершались серии компрессий и декомпрессий, при этом компрессии составляли не > 1% от общей толщины молочной железы, давая, таким образом, возможность специалисту отслеживать поведение ткани молочной железы под компрессией в режиме реального времени. Область, выбранная для исследования, включала район от подкожной клеточной ткани до пекторальных мышц, а также ткани, прилегающие к узлу до 0,5 см.

После получения изображений была произведена повторная оценка с помощью функций памяти видео петли. Время обследования составляло не более пяти минут.

Ультрасонографический анализ

Сонографический анализ проводился в соответствии с критериями BI-RADS® Atlas, где анэхогенные, контурированные массы с незначительными стенками и акустической тенью классифицируются как простые кисты (13); сложные кисты, поражения с однородным внутренним содержанием, слегка утолщенными стенками, мелким тканевым дебрисом в суспензии или перемешанными мелкими септами и задней акустической тенью; нечеткие поражения, поражения с однородным содержанием, перемешанные с мелкими экоструктурами, без выраженной задней акустической тени и незначительных стенок; комплексные кисты, поражения с крупными септами > 0,5 мм или с пристеночным узлом,

занимающим менее 50% кисты; узлы с солидным компонентом более 50% кисты.

Для данного исследования не рассматривались простые кисты, так как критерии классификации BI-RADS® включают их в категорию 2 (14, 15).

Классификация результатов эластографии

Эластография отражает изменения в цветовом спектре в зависимости от эластичности различных тканей, присутствующих в сонографическом образце. Так, красный соответствует самым мягким компонентам, таким как жир, желтый и зеленый – компонентам средней жесткости (твёрдости), а синий – самым жестким (твёрдым) компонентам, таким как гиперклеточные поражения или поражения с интенсивным фиброзом (Рис. 1) (16).

Предполагаемая классификация эластичности включала четыре балла в соответствии с изменением цвета во время компрессии и после декомпрессии анализируемой области. Один балл присуждался поражению, имеющему спектр цвета, аналогичный цвету окружающей ткани молочной железы. Два балла присуждалось поражениям, которые после декомпрессии имели изменение цвета, соответствующее более мягким тканям, и включали более 50% узла, т.е. после декомпрессии область, по масштабу соответствующая более половине узла, представляла изменение цвета от зеленого к красному. Три балла присуждали поражениям, которые после декомпрессии демонстрировали изменение цвета менее, чем в половине узла (в областях узла от 10% до 50%), обычно на периферии, с изменением цвета от желтого к зеленому. Наконец, четырём баллам соответствовали поражения без значительного изменения цвета во время компрессии и после

декомпрессии, цвет оставался синим на обоих изображениях.

Баллы 1 и 2 соответствовали доброкачественным поражениям; 3 балла – малой вероятности злокачественных образований; 4 балла – большой вероятности злокачественности (Таблица 1).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Патологическая диагностика

13 (59%) из 22 поражений соответствовали апокринным кистам, 1 (4.6%) – протоковой эктазии, 2 (9.2%) – воспалительным поражениям, 5 (22.6%) – папиллярным поражениям и 1 (4.6%) – цилиндроклеточной гиперплазией.

Сонографическое представление данных

Все апокринные кисты представлялись как нечеткие узлы. Протоковая эктазия и два воспалительных поражения – как сложные кисты. 3 (60%) из 5 папиллярных поражений виделись как нечеткие узлы, а 2 (40%) – как сложные кисты; как сложная киста визуализировалась и цилиндроклеточная гиперплазия (Таблица 2).

Распределение баллов за эластичность

Всем 13 апокринным кистам было присуждено 2 балла (Рис. 2). Протоковой эктазии и воспалительным поражениям – также 2 балла. 1 из 5 папиллярных поражений было присуждено 2 балла, остальным же 4 – 3 балла (Рис. 3).

Цилиндроклеточная гиперплазия была оценена в 4 балла (Рис. 4, Таблица 3).

ОБСУЖДЕНИЕ

В последнее десятилетие ультразвуковая эластография привлекла большое внимание к проблеме оценки мягких тканей с клинической перспективой

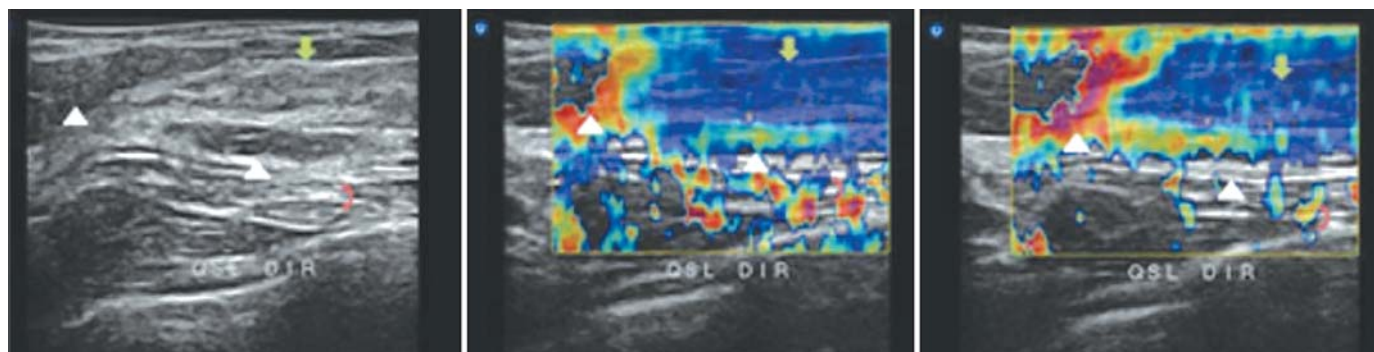


Рис. 1. Образец нормальной ткани молочной железы при традиционной визуализации (левое изображение), с использованием компрессионной (центральное изображение) и пост-декомпрессионной эластографии (правое изображение). Концы стрелок показывают фибро-жировую ткань, стрелка указывает на нормальную железистую ткань, а дугообразная стрелка – на пекторальные мышцы

Таблица 1. Распределение баллов за эластичность в зависимости от цветового спектра во время пробной компрессии и после декомпрессии

Балл	Во время компрессии	Декомпрессия	Результат
1	Цвет схож с цветом нормальной ткани	Цвет схож с цветом нормальной ткани	доброкачественное
2	Изменение цвета от желтого к зеленовато-синему	Более 50% области узла изменяет цвет на более мягкий оттенок	доброкачественное
3	Изменение цвета от зеленовато-синего до темно-синего	От 10% до 50% узла изменяет цвет на более мягкий оттенок	маловероятная злокачественность
4	Обычно от синего до темно-синего	Без значительного изменения	высоковоероятная злокачественность

раннего обнаружения поражений, определяющих патологические изменения. Данный метод дает возможность своевременно и должным образом воздействовать на эти поражения с последующим улучшением прогноза для пациента (17). Данные, получаемые с помощью этого метода схожи с данными, получаемыми в результате мануальной пальпации, но являются более чувствительными и менее субъективными (18).

Новаторское исследование, проведенное в 1991 году Дж. Офиром и др. (10), выдвинуло идею классификации поражений в зависимости от изменения эластичности, основанную на принципе, что доброкачественные образования были более мягкими, в то время как большая часть злокачественных – более твердыми.

Эластографические изображения получали путем сравнения изображений до и после компрессии ткани молочной железы. С тех пор опубликованы несколько исследований. Несмотря на то, что в них отсутствует стандартизация приемов и классификации, большинство из них обращаются только к сравнению изображений до и после компрессии.

Ни одно из исследований не описывает результаты кистозных изменений молочной железы,

которые во многих случаях могут вызывать у женщин страдание, схожее с чувством, вызванным злокачественными узлами; хотя на самом деле такие кистозные изменения связаны с доброкачественными поражениями или поражениями с низким злокачественным потенциалом. Зачастую, такие поражения интерпретируют с помощью традиционного подхода как нечеткие узлы, которые требуют последующего кратковременного врачебного контроля и которые неизменно ведут к ненужным диагностическим биопсиям (19).

На УЗИ простые кистозные поражения представляют типичный случай и выглядят как очерченный узел с незначительными стенками, с анэхогенным содержанием и задней акустической тенью, классифицированные как BI-RADS® 2, в то время как солидные поражения обычно представлены в виде очерченных овальных узлов, расположенных параллельно коже, классифицированных как BI-RADS® 3. Однако не все кистозные поражения обладают одинаковыми признаками; некоторые из них едва ли можно дифференцировать от солидных узлов, особенно узлов с густым жидким содержанием, иногда с мелким дебрисом в суспензии, которые классифицируются как нечет-

кие узлы. Рассматривая низкий злокачественный потенциал таких поражений (около 2%), следует заметить, что, несмотря на противоречивость и отсутствия единого мнения по этому вопросу, пациентам рекомендовано последующее краткосрочное врачебное наблюдение. В большинстве случаев, принятый протокол краткосрочного врачебного наблюдения представляет собой новое исследование, проводимое в течение десяти месяцев; оно оценивает область, частично затемненную на маммограмме, а в случае необнаружения поражений на маммограмме, проводится только ультразвукография. Последующее исследование с отслеживанием проводится через 12 месяцев после первого, но с билатеральной маммографией и ультразвукографией, принимая во внимание, что срок для рентгеновского исследования рака молочной железы – один год, и через год за ним последует еще одно исследование. В случае, если в течение этого двухлетнего периода поражение останется неизменным, конечная категория BI-RADS® меняется на вторую. В случаях, когда наблюдается изменение границ поражения или примерное увеличение первоначального диаметра на 10%, требуется перкутанная биопсия (4, 5, 7).

Таблица 2. Представление данных о сонографических кистозных поражениях в соответствии с результатами гистологических исследований

Гистологические результаты	Ультрасонография			
	Нечеткие узлы	Сложные кисты	Комплексные кисты	Всего
Кисты	13	-	-	13
Протоковая эктазия	-	1	-	1
Воспалительные поражения	-	2	-	2
Папиллярные поражения	3	-	2	5
Цилиндроклеточная гиперплазия	-	-	1	1
Всего	16	3	3	22

Таблица 3. Представление данных о кистозных поражениях при эластографии в соответствии с результатами гистологических исследований

Гистологические результаты	Баллы эластографии				
	1	2	3	4	Всего
Кисты	-	13	-	-	13
Протоковая эктазия	-	1	-	-	1
Воспалительные поражения	-	2	-	-	2
Папиллярные поражения	-	1	4	-	5
Цилиндроклеточная гиперплазия	-	-	-	1	1
Всего	-	17	4	1	22

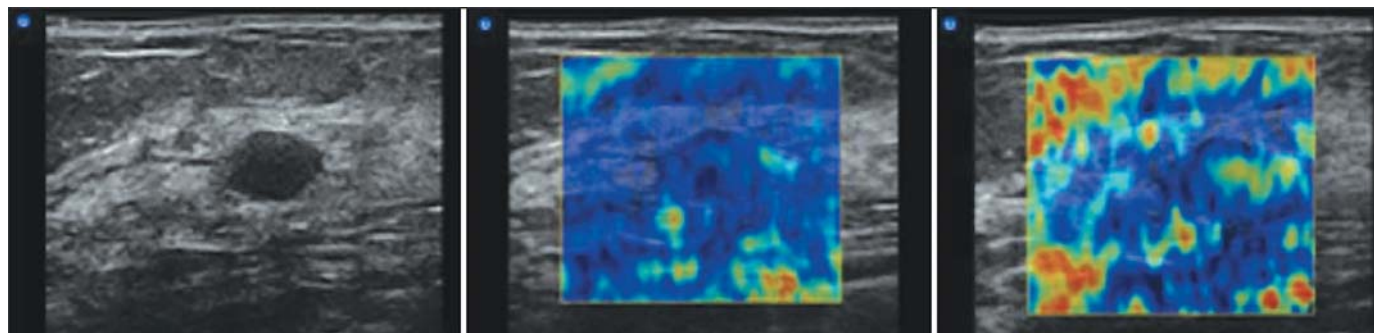


Рис. 2. Пример эластограммы, оцененной в 2 балла. Нечеткий узел в обычном режиме (левое изображение), с использованием компрессионной (центральное изображение) и пост-декомпрессионной эластографии (правое изображение). Во время компрессии в центре узла наблюдается зеленовато-синий цвет; после декомпрессии зеленоватый цвет наблюдается почти во всем узле

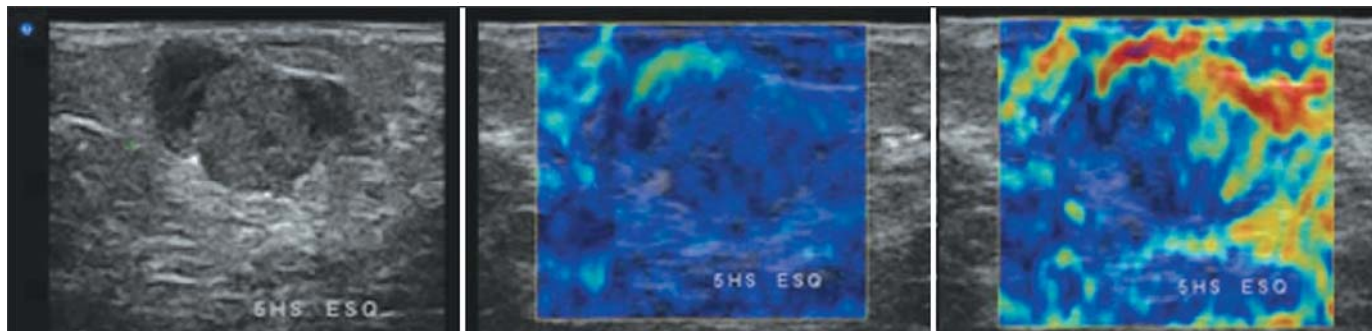


Рис. 3. Пример эластограммы, оцененной в 3 балла. Комплексная киста в обычном режиме (левое изображение), с использованием компрессионной (центральное изображение) и пост-декомпрессионной эластографии (правое изображение). Во время компрессии, на периферической области кисты наблюдается зеленоватый цвет, а в пристеночном узле – синеватый цвет; после декомпрессии кистозная область меняет цвет на красный, в то время как пристеночный узел на 10%-50% меняет цвет на зеленовато-синий.

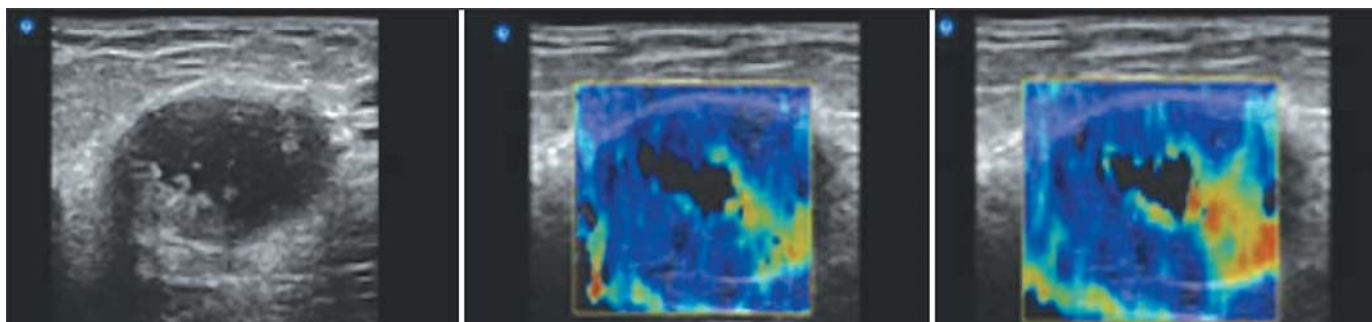


Рис. 4. Пример эластограммы, оцененной в 4 балла. Комплексная киста в обычном режиме (левое изображение), с использованием компрессионной (центральное изображение) и пост-декомпрессионной эластографии (правое изображение). Во время компрессии в центральной части кисты наблюдается черновато-темно-синий цвет, а пристеночная солидная часть не показывает каких-либо изменений цвета. Также, на нижней границе кисты наблюдается изменение кистозного компонента с изменением цвета как до компрессии, так и после декомпрессии.

Однако некоторые авторы считают, что солидный узел, характеризующийся только на основе ультразвуковой эластографии, также требует проведения диагностической биопсии, учитывая, что УЗИ не позволяет дифференцировать доброкачественные поражения от злокачественных (20). Считается, что данные несистематические результаты исследований УЗИ приводят к увеличению количества негативных биопсий (21, 22).

С другой стороны, был достигнут консенсус в отношении необходимости хирургической эксцизионной биопсии, которая является золотым стандартом в случаях комплексных кист. С появлением вакуумной биопсии для диагностики поражений молочной железы, данный метод стал применяться все чаще ввиду того, что его можно с легкостью использовать в амбулаторных условиях, и он обладает низким уровнем осложнений. В таких случаях ультразвуковые изображения в режиме В являются определяющим фактором для принятия данного подхода, по мере того, как используются описательные критерии BI-RADS. Остается незначительное противоречие в отношении принятия данного подхода в таких случаях (5).

Была предпринята попытка через использование традиционного подхода вместе с гармоническими изображениями и вспомогательной флюксметрией Дплера минимизировать данное ограничение ультразвуковой эластографии; однако, в отношении традиционного метода не было достигнуто какого-либо значительного увеличения. В недавних исследованиях оценивается использование метода так называемого «поточного обнаружения», при котором реакция внутреннего содержания кисты

на акустическую энергию, производимую ультразвуковым преобразователем, обнаруживается с помощью метода Дплера; при этом кистозные поражения продемонстрировали бы реакцию на метод Дплера, а солидные поражения – нет. Эксперименты все еще проводятся, при этом, несмотря на небольшое количество публикаций в литературе, этот метод может быть полезен при дифференциации нечетких узлов (7).

Эластография, которая изначально была введена в ультразвуковую эластографию для дифференциации доброкачественных поражений молочной железы от злокачественных, может также применяться и для дифференциации солидных поражений от кистозных, при этом следует принимать во внимание, что эластичность кисты выше, чем эластичность прилегающей паренхиматозной ткани. Кроме того, этот метод может быть полезен в качестве вспомогательного при оценке комплексных кист, особенно при наличии пристеночных узлов, чья твердость может быть определена. В данном исследовании все гистологически диагностированные кисты были сонографически определены как нечеткие узлы и им было присуждено 2 балла; по результатам эластографии они оказались доброкачественными. Кисты с воспалительным содержанием и протоковая эктазия были сонографически определены как сложные кисты, по результатам эластографии им также было присуждено 2 балла. Данные поражения представляли малый злокачественный потенциал и, приняв во внимание их особенности при ультразвуковой эластографии, биопсии можно было бы избежать.

При использовании традиционного метода три (60%) из папиллярных поражений представляли собой нечеткие узлы, и два (40%) – комплексные кисты. При эластографии одному (20%) было присуждено 2 балла, а остальным четырем (80%) – 3 балла. Двухбалльное поражение было сонографически классифицировано как нечеткий узел и составляло 0,5 мм. на своей наибольшей оси. По результатам эластографии данное поражение было бы отнесено к доброкачественным, и пациент снова бы пришел на рентгеновское исследование на рак молочной железы через год. Однако, это поражение было удалено хирургическим путем и был подтвержден его доброкачественный характер. Два (50%) из четырех других (50%) поражений с низким подозрением на злокачественность при эластографии (3 балла), были подтверждены хирургическим удалением и утверждены как доброкачественные. А для двух других поражений (50%), ввиду их двухлетней стабильности, было рекомендовано последующее врачебное наблюдение. Цилиндроклеточная гиперплазия была сонографически охарактеризована как комплексная киста с 4 баллами при эластографии, демонстрирующая злокачественный потенциал. Это поражение было также подвергнуто хирургическому удалению, с гистологически подтвержденной доброкачественностью. То есть этот результат был ложно-положительным в данном исследовании.

Одним из ограничений для оценки кистозных поражений при эластографии является интенсивность серийных компрессий; при этом, чем выше интенсивность, тем больше увеличивается поверхностное напряжение внутреннего жидкого

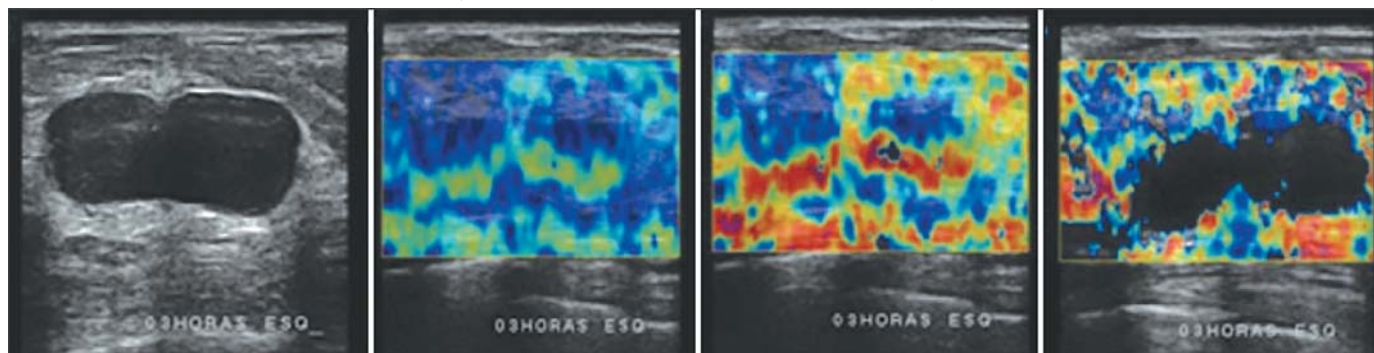


Рис. 5. Сложная киста в обычном режиме (левое изображение), с использованием компрессионной (второе изображение) и пост-декомпрессионной эластографии (третье изображение), а также после несвоевременной компрессии (правое изображение). Как правило, киста представляет двухкамерную эластограмму, совместимую с доброкачественностью. Внимание обращено на тот факт, что несвоевременная компрессия приводит к почернению кистозной области, говоря о солидном поражении, возможно, из-за поверхностного давления жидкости.

содержания, определяя данное поражение как солидное поражение в соответствии с цветовым спектром (Рис. 5). Преимуществом метода является тот факт, что, используя его в режиме реального времени, исследователь имеет возможность измерить интенсивность компрессии во время обследования в зависимости от различных типов строения оцениваемых молочных желез и поражений. Это увеличение в поверхностном напряжении внутрикистозной жидкости может также наблюдаться при секреторных поражениях, как, например, в случае цилиндрической гиперплазии и некоторых воспалительных кистах.

В настоящее время авторы проводят исследование, основанное на своих собственных критериях, цель которых продемонстрировать чувствительность, специфичность и диагностическую точность эластографии. Предварительные сведения, полученные от 170 узлов, продемонстрировали следующие результаты для предложенной классификации: положительная прогностическая ценность – 80%, специфичность – 97,5%, диагностическая точность – 97,75%.

Данное исследование показало, что эластография может быть полезна при диагностике кистозных поражений молочной железы, подтверждая их этиологию. Кроме того, введение этого метода в клиническую практику могло бы снизить количество ненужных биопсий и продолжить традиционный последующий врачебный контроль. Также данный метод мог бы быть использован в качестве дополнительного в исследованиях комплексных кист для оценки их внутреннего содержания; однако, принимая во внимание важность результатов исследования в режиме В, диагностическая биопсия не должна при этом служить противопоказанием.

Перевел статью: Ekaterina Ambrosch, Вена, Австрия

Адаптация статьи: Цейпек Александр Юрьевич, врач УЗИ, советник по медицинскому оборудованию компании АВА медицина г. Санкт-Петербург

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Kasumi F. The diagnostic criteria for breast lesions of the Japan Society of Ultrasonics in Medicine and topical issues in the field of breast ultrasound in Japan. (Диагностические критерии для поражений молочной железы Японского общества медицинских ультразвуковых исследований и актуальные вопросы в области ультразвуковой диагностики молочной железы

в Японии) In: Topics in breast ultrasound: Seventh International Congress on the Ultrasonic Examination of the Breast. Tokyo: Shinohara; 1991. p. 19–26.

2. Stavros AT, Thickman D, Rapp CL, et al. Solid breast nodules: use of sonography to distinguish between benign and malignant lesions (Солидные узлы молочной железы: использование сонографии для дифференциации доброкачественных и злокачественных патологий). Radiology. 1995;196:123–34.

3. Kolb TM, Lichy J, Newhouse JH. Comparison of the performance of screening mammography, physical examination, and breast US and evaluation of factors that influence them: an analysis of 27,825 patient evaluations (Сравнение результатов скрининговой маммографии, физического обследования и УЗИ молочной железы, а также оценка факторов, влияющих на них: анализ данных 27 825 пациентов). Radiology. 2002; 225:165–75.

4. Kaplan SS. Clinical utility of bilateral whole-breast US in the evaluation of women with dense breast tissue (Клиническое использование билатерального УЗИ всей грудной клетки при оценивании женщин с твердой тканью молочной железы). Radiology. 2001;221:641–9.

5. Berg WA, Campassi CI, Ioffe OB. Cystic lesions of the breast: sonographic-pathologic correlation (Кистозные поражения молочной железы: сонографическо-патологическая корреляция). Radiology. 2003;227: 183–91.

6. Buchberger W, Niehoff A, Obrist P, et al. Clinically and mammographically occult breast lesions: detection and classification with high-resolution sonography (Поражения молочной железы неизвестного клинического и маммографического происхождения: обнаружение и классификация с помощью сонографии высокого разрешения). Semin Ultrasound CT MR. 2000;21:325–36.

7. Soo MS, Ghate SV, Baker JA, et al. Streaming detection for evaluation of indeterminate sonographic breast masses: a pilot study (Потоковое обнаружение для оценки нечетких сонографических образований молочной железы: пилотное исследование). AJR Am J Roentgenol. 2006;186:1335–41.

8. Cha JH, Moon WK, Cho N, et al. Characterization of benign and malignant solid breast masses: comparison of conventional US and tissue harmonic imaging (Характеристика доброкачественных и злокачественных солидных образований молочной железы: сравнение традиционного УЗИ и тканевой гармонической визуализации). Radiology. 2007;242:63–9.

9. Chang RF, Huang SF, Moon WK, et al. Solid breast masses: neural network analysis of vascular features at three-dimensional power Doppler US for benign or malignant classification (Солидные образования молочной железы: нейронный сетевой анализ васкулярных признаков при объемном доплеровском УЗИ для доброкачественной и злокачественной классификаций). Radiology. 2007;243:56–62.

10. Ophir I, Céspedes I, Ponnekanti H, et al. Elastography: a quantitative method for imaging the elasticity of biological tissues (Эластография: количественный

метод для визуализации эластичности биологических тканей). Ultrason Imaging. 1991;13:111–34.

11. Ellis IO, Humphreys S, Michell M, et al. Best Practice No. 179. Guidelines for breast needle core biopsy handling and reporting in breast screening assessment (Руководство по проведению трепан биопсии молочной железы и составлению отчетов по оценке скрининга молочной железы). J Clin Pathol. 2004;57: 897–902.

12. Courtillot C, Plu-Bureau G, Binart N, et al. Benign breast diseases (Доброкачественные поражения молочной железы). J Mammary Gland Biol Neoplasia. 2005;10:325–35.

13. American College of Radiology. Breast Imaging Reporting and Data System® (BI-RADS®) – ultrasound. 4th ed. (Система интерпретации и протоколирования визуализации молочной железы (BI-RADS®) – ультразвук. 4е издание). Reston: American College of Radiology; 2003.

14. Kopans DB, Monsees B, Feig SA. Screening for cancer: when is it valid? Lessons from the mammography experience (Скрининг для выявления рака: когда он эффективен? Уроки из опыта маммографии). Radiology. 2003;229:319–27.

15. Mendelson EB, Tobin CE. Critical pathways in using breast US (Критические ситуации в использовании УЗИ молочной железы). Radiographics. 1995;15:935–45.

16. Itoh A, Ueno E, Tohno E, et al. Breast disease: clinical application of US elastography for diagnosis (Заболевания молочной железы: клиническое использование ультразвуковой эластографии для диагностики). Radiology. 2006;239:341–50.

17. Hoyt K, Forsberg F, Ophir J. Analysis of a hybrid spectral strain estimation technique in elastography (Анализ гибридного спектрального напряжения как метода оценки). Phys Med Biol. 2006;51:197–209.

18. Hall TJ. AAPM/RSNA physics tutorial for residents: topics in US: beyond the basics: elasticity imaging with US (Учебное пособие по физике для ординаторов: темы в УЗИ: за рамками основ: визуализация эластичности при помощи УЗИ). Radiographics. 2003;23:1657–71.

19. Graf O, Hellich TH, Hopf G, et al. Probably benign breast masses at US: is follow-up an acceptable alternative to biopsy? (Образования молочной железы с вероятной доброкачественностью при УЗИ: является ли последующее наблюдение приемлемой альтернативой биопсии?). Radiology. 2007;244: 87–93.

20. Moy L, Slnetz PJ, Moore R, et al. Specificity of mammography and US in the evaluation of a palpable abnormality: retrospective review (Специфичность маммографии и УЗИ при оценке пальпируемой патологии: ретроспективный обзор). Radiology. 2002;225:176–81.

21. Kopans DB. Sonography should not be used for breast cancer screening until its efficacy has been proven scientifically (Сонография не должна использоваться для скрининга рака молочной железы, пока не будет научно доказана ее эффективность). AJR Am J Roentgenol. 2004;182:489–91.

22. Chala LF, Barros N. Avaliação das mamas com métodos de imagem. Radiol Bras. 2007;40(1):iv–vi.