

Практические советы по количественной оценке жесткости тканей - Работа с технологией QElaXto pSWE

Номер постера: C-1785
Конгресс: Европейское общество радиологии, 2016
Тип: Образовательная выставка
Авторы: A. Goddi¹, D. Carlini², P. Pellegretti², S. de Beni², S. D'Onofrio³,
L. Forzoni³,
¹ Варесе/IT-специалист, ² Генуя/IT-специалист,
³ Флоренция/IT-специалист

Ключевые слова: Образование и обучение, Диагностическая процедура, Ультразвук, Эластография, Брюшная полость

DOI: 10.1594/ecr2016/C-1785

Любая информация, содержащаяся в этом PDF-файле, автоматически генерируется из цифровых материалов, предоставленных компании EPOS (Электронной системе онлайн презентаций) третьими лицами в форме научных презентаций. Ссылки на любые названия, торговые марки, продукты или услуги третьих лиц или гипертекстовые ссылки на сайты или информацию третьих лиц предоставляются исключительно для вашего удобства и никоим образом не представляют и не подразумевают одобрения, спонсорства или рекомендации ESR (Европейского общества радиологии) третьей стороны, информации, продукта или услуги. ESR не несет ответственности за содержание этих страниц и не делает никаких заявлений относительно содержания или точности материалов в этом файле.

Согласно правилам авторского права, любое несанкционированное использование материала или его частей, а также коммерческое воспроизведение или многократное распространение любым традиционным или электронным способом воспроизведения / публикации строго запрещено.

Вы соглашаетесь защищать, возмещать убытки и ограждать ESR от любых претензий, убытков, расходов и издержек, включая гонорары адвокатов, возникающих в результате или связанных с использованием вами этих страниц.

Пожалуйста, обратите внимание: Ссылки на фильмы, слайд-шоу ppt и любые другие мультимедийные файлы недоступны в PDF-версии презентаций. www.myESR.org

Цели обучения

Целью является описание технологии количественной эластографии QElaXto (производства компании Esaote S.p.A., Генуя, Италия), с функцией точечной эластографии сдвиговой волной (pSWE), и объяснение технических и практических аспектов проведения точной количественной оценки жесткости тканей печени.

Вступление

Метод pSWE позволяет выполнять количественную оценку жесткости тканей (выраженную в скорости распространения сдвиговой волны или рассчитанном модуле Юнга в кПа) для небольшого объема. Метод pSWE основан на создании в тканях печени возмущения в виде сдвиговой волны и считывания результатов этого возмущения. Такой не инвазивный метод, теперь может использоваться вместо биопсии печени у пациентов с хроническим гепатитом С, для оценки тяжести заболевания печени (фиброза) перед началом терапии, с хорошим уровнем предсказуемости.

Что такое pSWE ?

Технология точечной эластографии сдвиговой волной (pSWE) основана на генерации сдвиговой волны, сфокусированным ультразвуковым импульсом, который создает локальное возмущение в небольшой области вокруг выбранной точки. За этой фазой возмущения следует фаза регистрации сдвиговых волн в области интереса (ROI), на основе чего проводится количественная оценка жесткости печени внутри ROI. Таким образом, в области интереса можно получить графическое представление о том, как в ней распространяется сдвиговая волна и выполнить количественный анализ жесткости тканей.

Оценка эластичности тканей

Ткани обладают различными механическими свойствами, и эластичность является одним из таких параметров. Эластичность - это свойство материала или ткани деформироваться при наличии напряжения (например, из-за приложенных внешних сил), а затем восстанавливать свою первоначальную форму после деформации. Процедура оценки свойств эластичности основана на деформации ткани в ответ на приложение внешней нагрузки. Практически сегодня доступны два основных метода ультразвуковой эластографии: Компрессионная эластография (Качественный анализ) и Эластография сдвиговой волной (Количественный анализ).

Оценка эластичности печени

Европейская федерация ассоциаций по ультразвуку в медицине и биологии (EFSUMB) определила, что сегодня, вместо биопсии печени, для оценки тяжести фиброза у пациентов с хроническим гепатитом С, могут использоваться не инвазивные методы, до начала терапии, для обеспечения безопасной диагностики.

Преимущества метода pSWE

Не инвазивное решение для оценки степени фиброза печени.
Альтернатива золотому стандарту (биопсии печени).
Метод визуализации под контролем ультразвука.
Дополняет оценку печени, выполненную в В-режиме.
Определенно дешевле, чем MPT- эластография.

Использование технологии QElaXto – pSWE от компании Esaote

Показано, что жесткость печени соответствующим образом соотносится со стадиями фиброза печени (согласно классификации METAVIR).
Применение технологии QElaXto заключается в измерении стадий фиброза печени, которые, согласно классификации METAVIR, соответствуют разным уровням жесткости, которые могут достигать 15-20 кПа (предельная стадия - F4, при превышении которой фиброз становится циррозом, необратимым и неизлечимым). По шкале METAVIR существуют следующие стадии фиброза печени:

F0= отсутствие фиброза,

F1= минимальный фиброз,

F2 = фиброз возник и распространился внутри областей печени, включая кровеносные сосуды,

F3 = фиброз распространяется и соединяется с другими областями печени, которые также содержат фиброз.

Обычно измеряются уровни фиброза печени F0-F2, которые обратимы при надлежащем лечении. В качестве общей справочной таблицы (могут быть различия между клиническими центрами), предлагаются следующие показатели жесткости, соответствующие разным стадиям фиброза печени по шкале METAVIR:

F0 - F1: (< 7 кПа),

F2: (7- 9,5 кПа),

F3: (9,5 - 12 кПа),

F4: (> 12 кПа).

Получаемые результаты и детали процедуры

В этой статье описываются практические шаги и техническая процедура для получения точной количественной оценки жесткости тканей печени, с помощью технологии QElaXto. Дается надлежащая информация о последних достижениях в области технологий и оптимизации рабочего процесса. Описываются некоторые технические средства для обратной связи с оценкой качества измерений в режиме реального времени, а также некоторые решения оптимизации рабочего процесса. Рассматриваются доступные методы измерения и индексы, а также даются советы и рекомендации по их правильной оценке.

Как работает технология QElaXto

Технология QElaXto обеспечивает количественную оценку жесткости печени (выраженную в скорости распространения поперечной волны или в рассчитанном модуле Юнга в кПа) для небольшого образца ткани.

Метод QElaXto основан на создании с помощью ультразвукового импульса возмущения в области интереса, из-за чего образуются сдвиговые волны, скорость распространения которых измеряется и соответствует степени жесткости ткани. При этом устанавливается заданное значение отклонения измерений, и пропускаются значения за пределами допустимого диапазона.

Технология была протестирована на системе MyLabTwice (Esaote S.p.A., Генуя, Италия), с помощью конвексного датчика CA541 типа «appleprobe» (см. **Рис. 1**).

QElaXto – это одномерный метод измерений в небольшой области интереса (ROI), со следующими специальными функциями для облегчения анализа данных:

- Индикация расположения участка возмущения, для помощи пользователю при выборе подходящих участков (зон) для измерения.
- Функция 3D eWave, для построения графика качества сдвиговой волны, с целью получения моментальной информации о качестве измерений. График представляет собой 3D-гистограмму, показывающую качество пространственно-временного распространения волны, на ней синий цвет соответствует низкой скорости сдвиговой волны, красный цвет соответствует высокой скорости сдвиговой волны (см. **Рис. 3**).
- Автоматический инструмент проверки достоверности выполненных измерений на основе статистического анализа полученных данных, для того, чтобы оставить или пропустить измеренные значения (см. **Рис. 4**).

Для повышения уверенности в правильном сборе данных, среди статистических параметров, предлагаемых QElaXto, имеются следующие показатели и индексы,:

- MED: Медиана

В статистике и теории вероятностей медиана - это число, разделяющее старшую половину выборки данных, популяции или распределения вероятностей от нижней половины, т.е. это второй квартиль обозначаемый, как Q2.

- IQR: Межквартильный диапазон

Межквартильный диапазон, также называемый средним разбросом или средним спредом, является мерой статистической дисперсии, равной разнице между верхним и нижним квартилями, $IQR = Q3 - Q1$.

- Измерения доступны в м/с и кПа (возможен выбор в режиме реального времени).

Технология QElaXto имеет полностью настраиваемый пользовательский интерфейс, оптимизированный для повышения производительности:

- Эргономика и производительность рабочего процесса, за счет расположения органов управления на расстоянии ладони.
 - Автоматическое размораживание изображения после цикла замораживания.
 - Звуковой сигнал по окончании замораживания.
 - Появление информационного окна после завершения протокола измерения.
-
- Индикация глубины области интереса (ROI).
 - Быстрое время замораживания (в среднем 2-3 секунды), для повышения производительности и ускорения исследования.
 - Индикация замораживания (с помощью значка снежинка) непосредственно на месте измерения.
 - Автоматическое сохранение изображения при каждом измерении.
 - Свобода выбора/удаления результатов измерений и обновления соответствующей статистики в режиме реального времени.
 - Специальный отчет и рабочий лист (см. **Рис. 6**)

Советы и рекомендации по использованию технологии QElaXto

Для правильного выполнения измерений, для определения стадий фиброза печени методом точечной эластографии сдвиговой волной (pSWE), предлагаются следующие шаги и советы:

1. Положите правую руку пациента за его / ее голову для того, чтобы максимально увеличить межреберное пространство.
 2. Исследование должно проводиться на голодный желудок, в противном случае показатель жесткости печени будет меняться в процессе пищеварения.
 3. Технология QElaXto компании Esaote для измерений методом pSWE, генерирует поперечные волны внутри печени, используя силу излучения от сфокусированного ультразвукового луча.
 4. Поперечные волны генерируются вблизи области интереса в паренхиме печени. Область возмущения обозначается зеленой точкой, расположенной близко к области интереса (см. **Рис. 2**), где измеряется скорость сдвиговой волны.
 5. Скорость сдвиговой волны измеряется в метрах в секунду или оценивается в килопаскалях путем ее преобразования в эквивалентное значение модуля Юнга. Определение: модуль Юнга, также известный, как модуль растяжения или модуль упругости, является мерой жесткости эластичного материала и является величиной, используемой для характеристики материалов. Модуль Юнга - E , может быть рассчитан путем деления растягивающего напряжения на деформацию, при растяжении в упругой (начальной, линейной) части кривой напряжение-деформация (см. **Рис. 8**).
- Для того, чтобы преобразовать скорость в килопаскали, предполагается допущение изотропии вместе с единичной плотностью ($1 \text{ г} / \text{мм}^3$, как у воды), в результате получается, что $E = 3\rho c_s^2$.
6. Необходимо использовать правый межреберный доступ, при этом пациент должен находиться в положении лежа на спине, и исследовать правую долю печени (VI / VII сегменты), с помощью конвексного матричного датчика CA541 с дизайном типа «appleprobe» (см. **Рис. 9**).
 7. Обычно, измерения с помощью технологии QElaXto выполняются примерно на 1 см ниже капсулы Глиссона, чтобы избежать артефактов реверберации. Типичная глубина составляет около 3 см и в любом случае менее 5 см. Кроме этого, в зависимости от анатомии пациента, необходимо уделять большое внимание выбору области интереса в однородных областях, свободных от сосудов и не подверженных значительному воздействию неконтролируемых движений, вызванных сердцебиением. Для этого, правильно увеличьте изображение в В-режиме, и с помощью управления глубиной, установите максимальную глубину изображения равную 8 см для того, чтобы правильно расположить область интереса для измерения методом QElaXto.
 8. Контакт между датчиком и печенью должен быть плотным (все эхо-изображение должно быть хорошо видно) - необходимо использовать правильное количество геля. Следует избегать получения темных областей на эхо-изображении.

9. Локоть врача должен опираться на кушетку пациента (или на любую другую устойчивую опору), чтобы оставаться неподвижным во время pSWE измерения.
10. Необходимо применять правильное давление, так, чтобы оно было стабильным, обеспечивая хороший контакт с кожей над печенью - давление не должно быть чрезмерным, чтобы не сдавливать печень.
11. Необходимо обеспечить отсутствие дыхания во время измерения (пациента следует попросить на мгновение прекратить дыхание в нейтральной дыхательной фазе; при вдохе печень сдавливается легкими).
12. Необходимо просматривать не только точку измерения, но и прилегающие области для того, чтобы избежать попадания в область интереса сосудов и желчных протоков. Для того, чтобы иметь более широкий обзор потребуется небольшое поперечное перемещение датчика (даже, если ROI представлена в двух измерениях, выполняемое измерение физически трехмерно).
13. Графическое представление сдвиговой волны дает полезную информацию о том, насколько качественно прошло измерение.
14. Согласно классификации METAVIR, определяющей стадию фиброза печени, как степень перенесенной патологии и степень ее жесткости, практический уровень жесткости печени может достигать до 25 кПа. Для отклонения измерений, которые не считаются надежными, используется специальный подход, основанный на статистической оценке собранных данных. Пользователь в любом случае может сделать выбор, принять и/или отклонить любой результат измерений.
15. После каждого измерения требуется фаза замораживания изображения продолжительностью в несколько секунд, которая автоматически управляется системой (соответствующий "значок замораживания" отображается рядом с областью интереса процедуры QElaXto, см. **Рис. 11**).
16. Результаты измерения с помощью точечной эластографии сдвиговой волной (pSWE) имеют присущую этому методу изменчивость, зависящую, как от врача, так и от системы.



Рисунок 1. Система MyLabTwice с конвексным датчиком CA541 типа «appleprobe»

© Esaote S.p.A. - Флоренция/ИТ

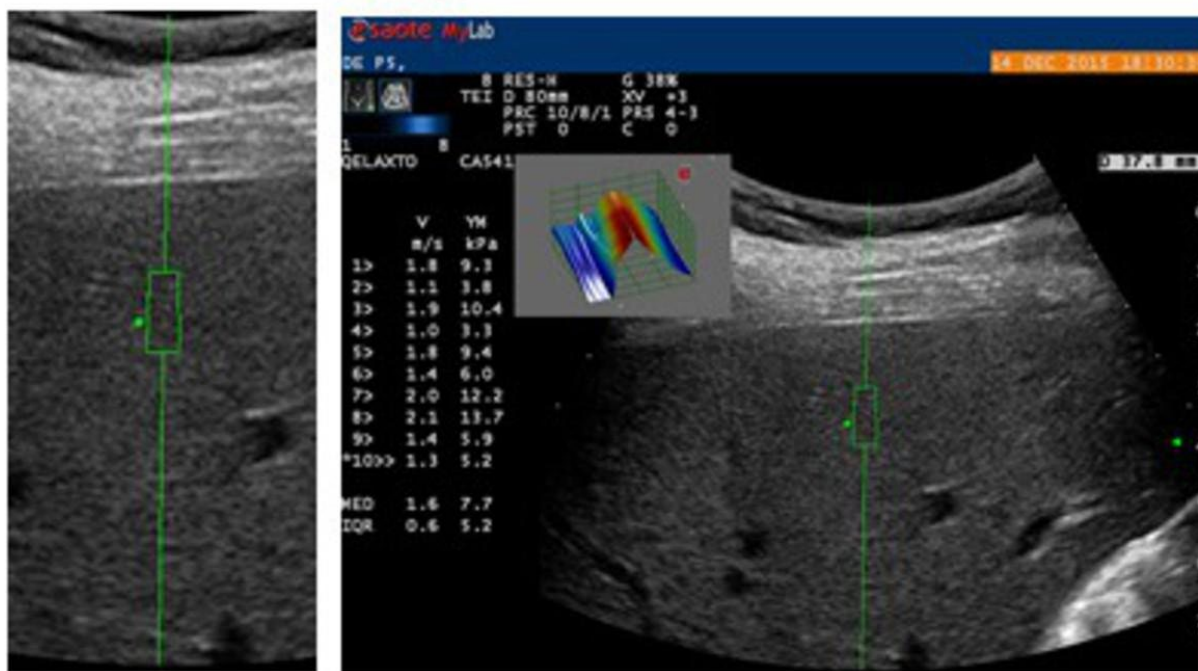


Рисунок 2. Точка воздействия звуковым импульсом и область интереса при измерении стадии фиброза печени, с помощью технологии QElaxto pSWE

© Esaote S.p.A. - Флоренция/ИТ

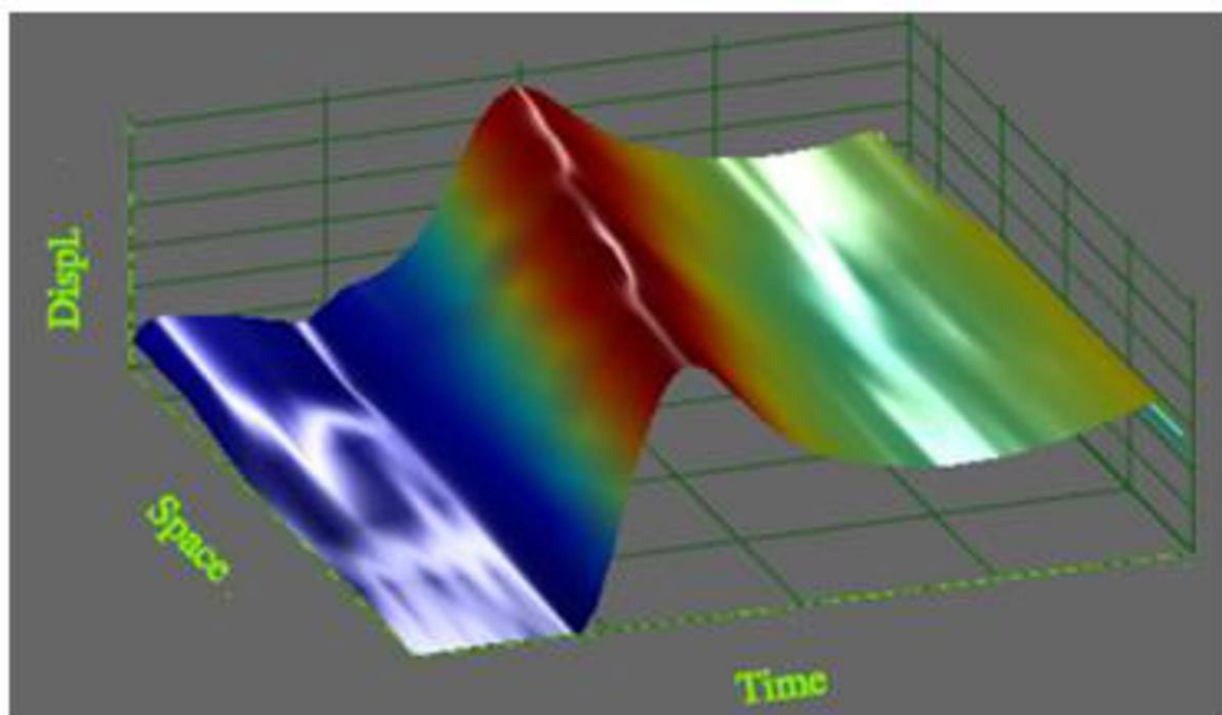


Рисунок 3. Трехмерное представление качества сгенерированной сдвиговой волны, с помощью функции 3D eWave, в координатах Сдвиг (Displ), Пространство (Space) и Время (Time). Синий цвет показывает низкий сдвиг, красный цвет оказывает высокий сдвиг.

© Esaote S.p.A. - Флоренция/IT

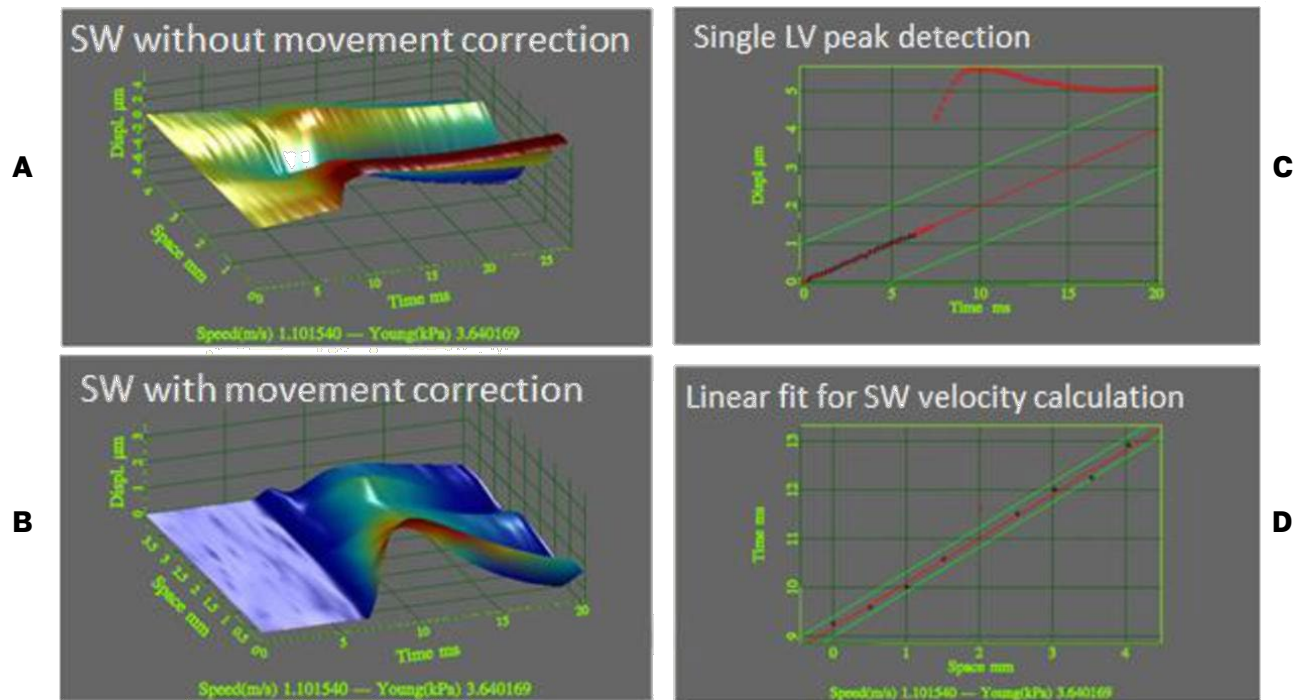


Рисунок 4. Автоматический инструмент проверки достоверности выполненных измерений на основе статистического анализа полученных сигналов радиочастоты.

© Esaote S.p.A. - Флоренция/IT

A Сдвиговая волна (SW) без коррекции движения

B Сдвиговая волна (SW) с коррекцией движения

C Регистрация единичного LV пика

D Линейное приближение для расчета скорости сдвиговой волны (SW)

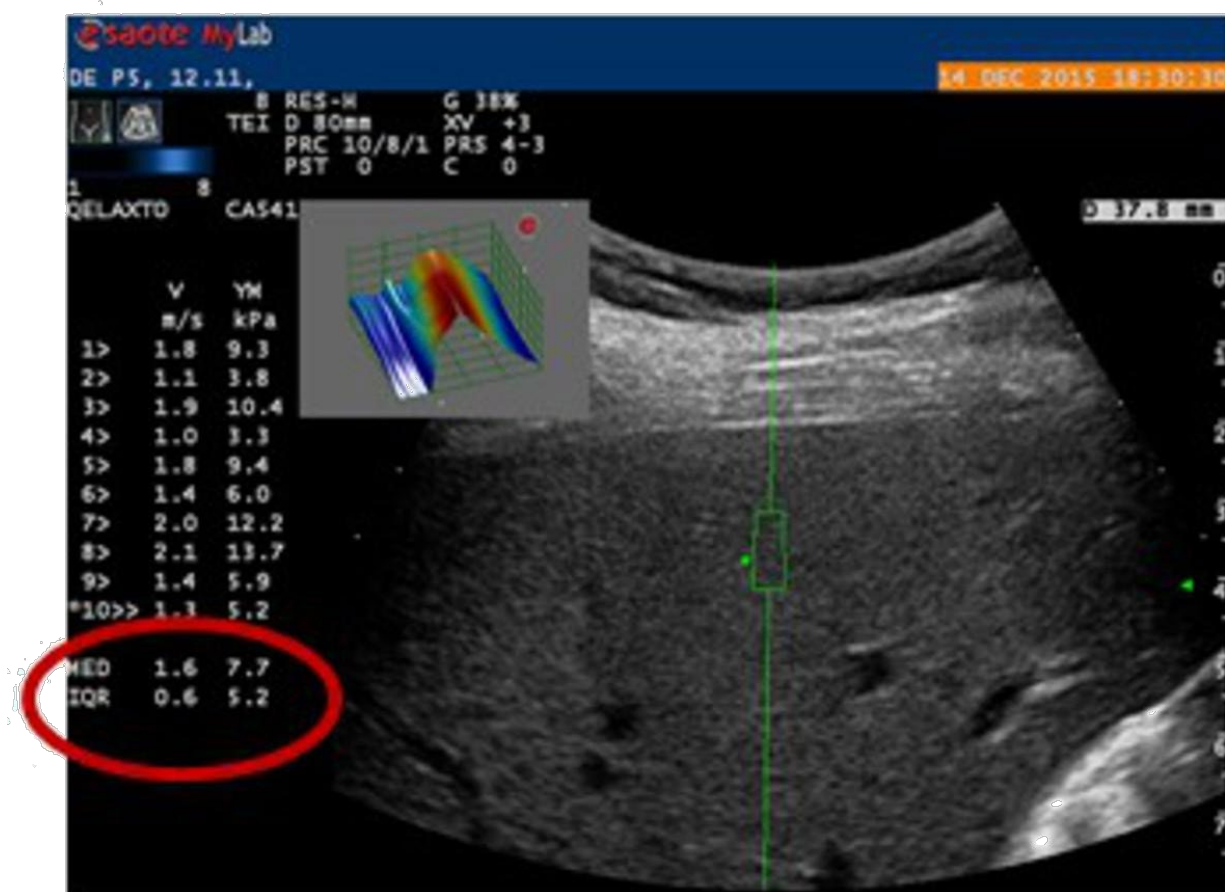


Рисунок 5. Пример сбора данных с помощью технологии QElaxto pSWE, показывающий соответствующие результаты измерения и индексы

STATUS: **CLOSED**

LAST MODIFICATION: 16 DEC 2015 18:27:35

LAST NAME: G

FIRST NAME: G

BIRTH DATE:

AGE:

GENDER:

IDENTIFICATION:

EXAM DATE: 16 DEC 2015

ACCESSION NUMBER:

REFERRING PHYSICIAN:

OPERATOR:

ADMITTING DIAGNOSIS:

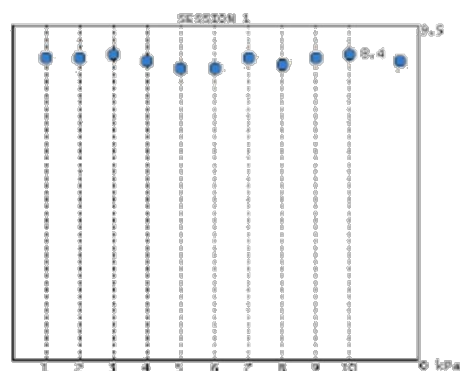
PERFORMING PHYSICIAN:

REPORT DATE: 16 DEC 2015

QELAXTO

SESSION 1

MEASURE	VELOCITY	YM
1	1.7 m/s	8.5 kPa
2	1.7 m/s	8.5 kPa
3	1.7 m/s	8.6 kPa
4	1.7 m/s	8.4 kPa
5	1.6 m/s	8.2 kPa
6	1.7 m/s	8.2 kPa
7	1.7 m/s	8.5 kPa
8	1.7 m/s	8.3 kPa
9	1.7 m/s	8.5 kPa
10	1.7 m/s	8.6 kPa
MEDIAN VELOCITY	1.7 m/s	
IQR VELOCITY	---	
MEDIAN YM		8.5 kPa
IQR YM		0.3 kPa

**Рисунок 6.** Пример отчета о проведении процедуры QElaxto

© Esaote S.p.A. - Флоренция/IT

Средняя скорость сдвиговой волны (Медиана) – 1,7 м/с

Среднее значение модуля Юнга (Медиана) - 8,5 кПа

Межквартильный интервал модуля Юнга - 0,3 кПа

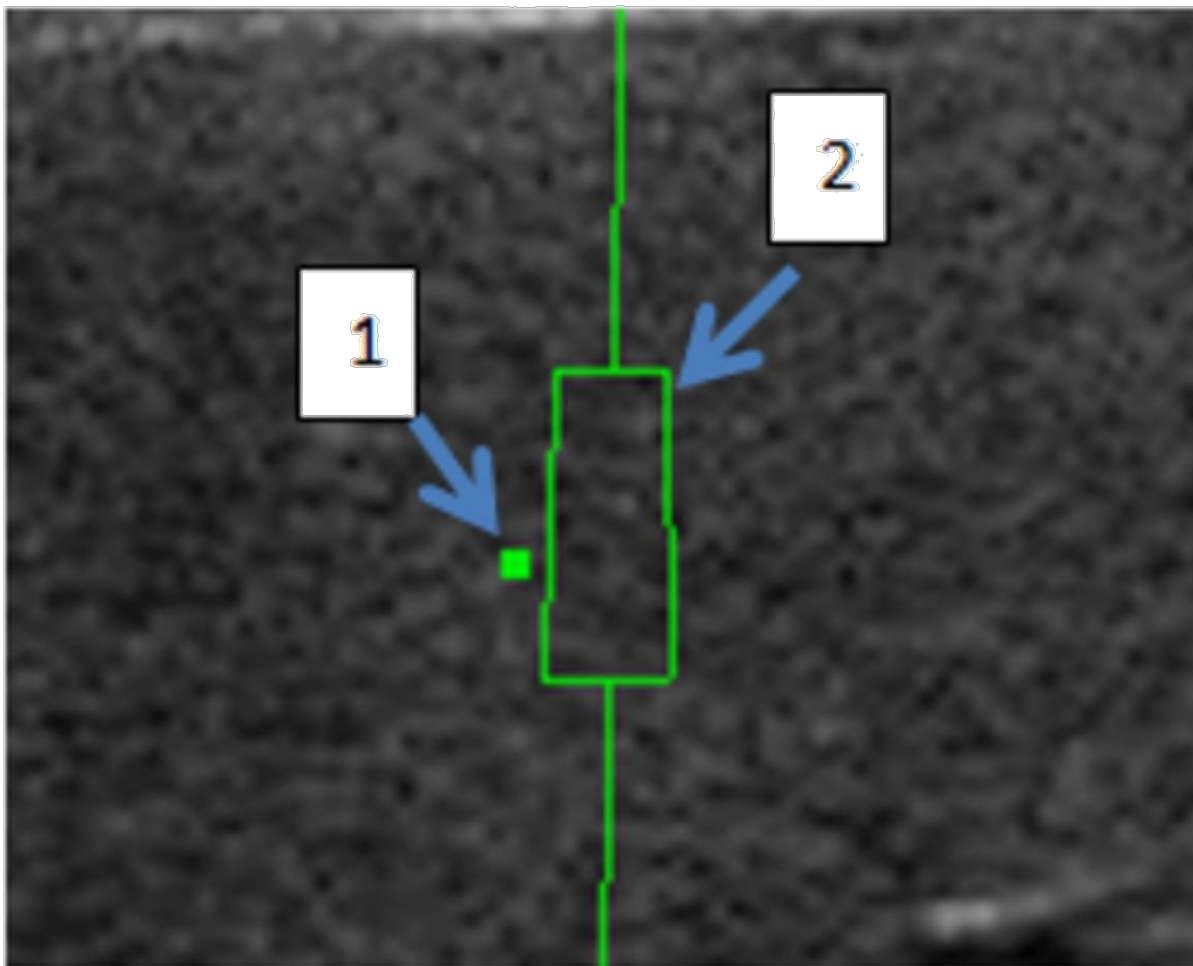


Рисунок 7. Деталь изображения, полученного в ходе процедуры QElaXto pSWE, с точкой воздействия звуковым импульсом (1) и областью измерения (2)

© Esaote S.p.A. - Firenze/IT

$$E = \frac{St}{S}$$

E = Elasticity
St = Stress
S = Strain

STRAIN = $(L_1 - L_0) / L_0$

soft

hard

—————→

—————→

large strain

small strain

Рисунок 8. Формула для расчета модуля Юнга.

© Esaote S.p.A. - Флоренция/IT

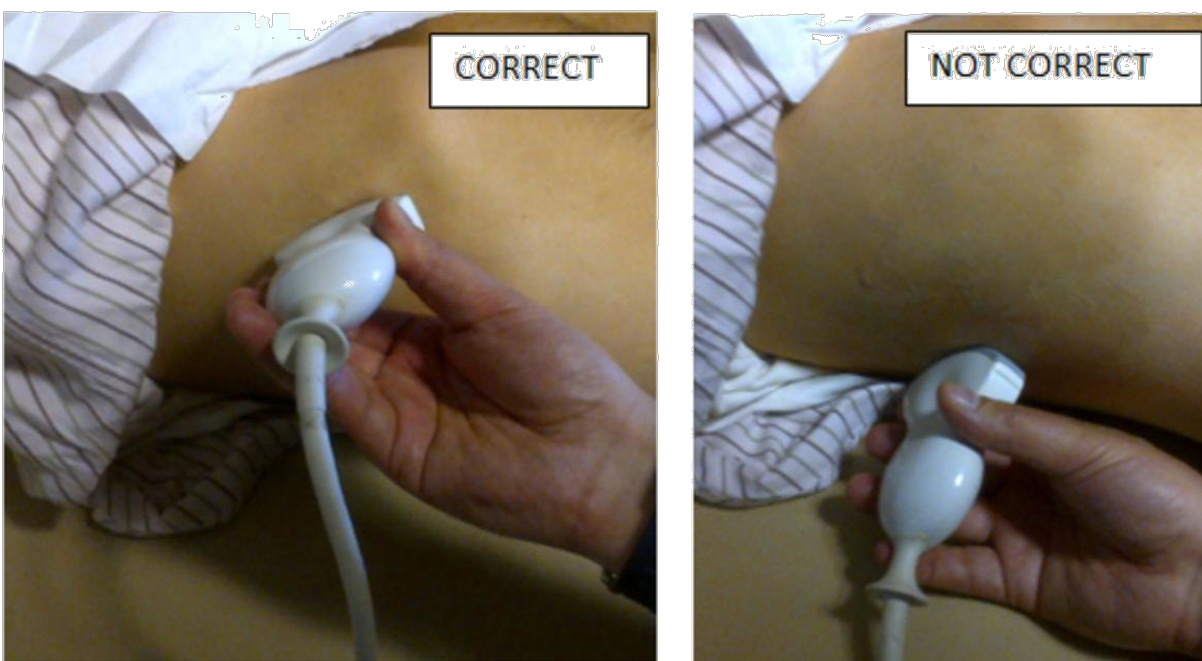


Рисунок 9. Правильное (слева) и неправильное (справа) положение датчика и пациента во время проведения процедуры QElaxto pSWE

© Esaote S.p.A. - Флоренция/IT

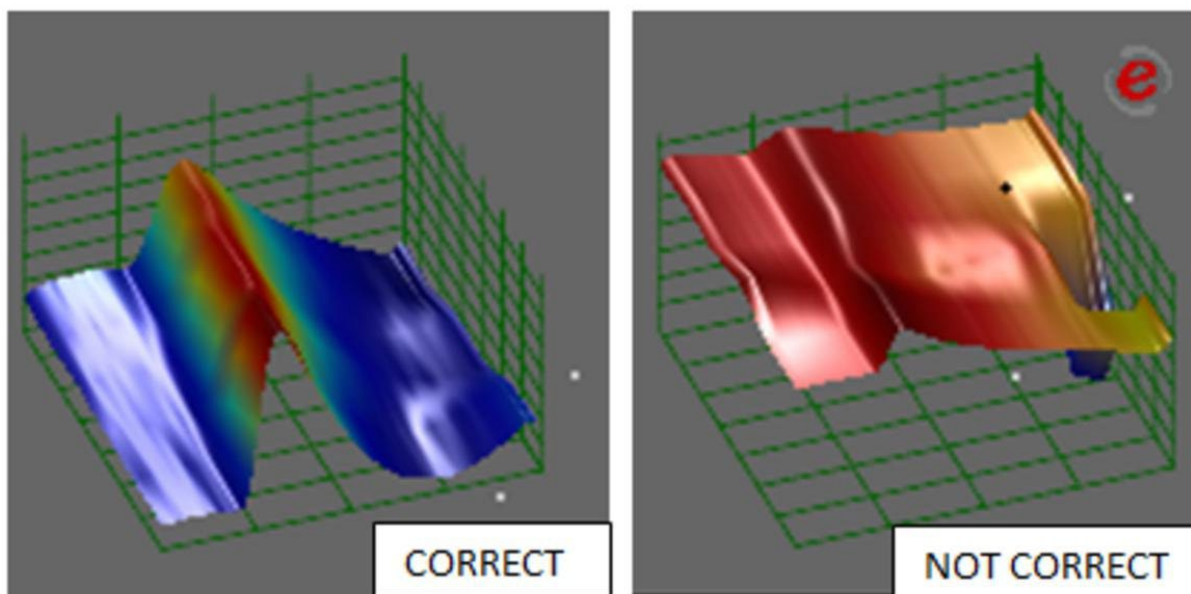


Рисунок 10. Трехмерный график, полученный с помощью функции 3D eWave, показывающий хорошее (слева) и плохое (справа) качество генерируемой сдвиговой волны во время проведения процедуры QElaxto pSWE

© Esaote S.p.A. - Флоренция/IT

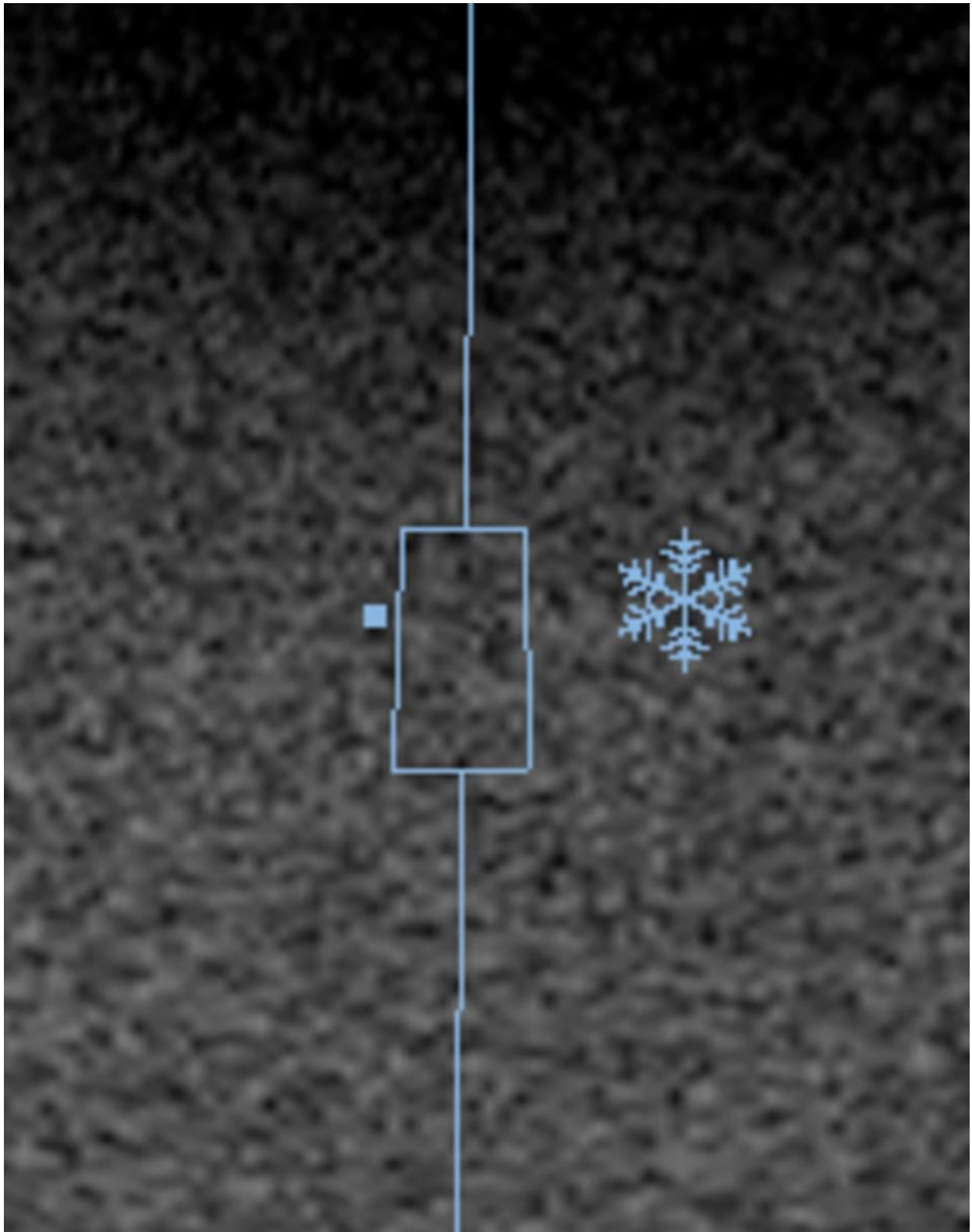


Рисунок 11. Значок замораживания рядом с областью интереса процедуры QElaXto

© Esaote S.p.A. - Флоренция/IT

Заключение

Технология QElaXto pSWE является осуществимым методом не инвазивной оценки фиброза печени.

Знание технических и практических аспектов имеет решающее значение для правильного применения технологии точечной эластографии сдвиговой волной (pSWE) и для проведения правильных измерений жесткости печени.

Оптимизированный рабочий процесс и инструменты обратной связи в режиме реального времени могут быть полезны с точки зрения ускорения обследования и повышения достоверности диагностики.

Информация об авторе статьи

Leonardo Forzoni

leonardo.forzoni@esaote.com

Ссылки на научные статьи

Bamber J, Cosgrove D, Dietrich CF, Fromageau J, Bojunga J, Calliada F, Cantisani V, Correas JM, D'Onofrio M, Drakonaki EE, Fink M, Friedrich-Rust M, Gilja OH,

Havre RF, Jenssen C, Klauser AS, Ohlinger R, Saftoiu A, Schaefer F, Sporea I, Piscaglia F, "EFSUMB guidelines and recommendations on the clinical use of ultrasound elastography. Part 1: Basic principles and technology", Ultraschall Med. 2013 Apr;34(2):169-84. doi: 10.1055/s-0033-1335205

European Association for the Study of the Liver. EASL Clinical Practice Guidelines: management of hepatitis C virus infection. J Hepatol 2011; 55:245-264

Ferraioli G, Parekh P, Levitov A. B., Filice C., "Shear Wave Elastography for Evaluation of Liver Fibrosis", J Ultrasound Med 2014; 33:197-203, DOI: 10.7863/ultra.33.2.197

Ferraioli G, Tinelli C, Dal Bello B, Zicchetti M, Filice G, Filice C; Liver Fibrosis Study Group. Accuracy of real-time shear wave elastography for assessing liver fibrosis in chronic hepatitis C: a pilot study. Hepatology 2012; 56:2125-2133