

Роль тканевой доплерографии в диагностике сердечно-сосудистой патологии

Родина Е.В., к.м.н.

ГУ «РНПЦ РМиЭЧ», Гомель, 2022 г.

Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) являются причиной преждевременной смертности и инвалидности населения и оказывают значительное отягощающее влияние на систему здравоохранения. Смерть в молодом возрасте либо жизнь с хроническим заболеванием или инвалидностью приводит к тяжелым экономическим последствиям для семьи и общества. Затраты на лечение болезней системы кровообращения в странах Европы оцениваются в 169 млрд. евро в год. По прогнозам ВОЗ, прямые расходы на лечение БСК будут только увеличиваться в связи с все более широким внедрением в практику высокотехнологичных методов диагностики и лечения. В настоящее время одним из наиболее часто используемых методов неинвазивной диагностики ССЗ остается ультразвуковое исследование сердца — эхокардиография (ЭхоКГ) [Однако она имеет ряд ограничений и зависит не только от качества серошкального изображения, но и связана с субъективизмом его интерпретации, поскольку каждый врач имеет свой порог идентификации движения стенки левого желудочка (ЛЖ)].

Серьезные успехи в развитии сердечно-сосудистой визуализации с помощью ультразвука в последние десятилетия способствовали не только формированию интереса кардиологов к оценке функции миокарда, но и расширению представлений о физиологии сердца. Развитие эхокардиографической аппаратуры в 1990-е годы сделало доступной для практического применения тканевую доплерографию

В кардиологической практике ТМД может применяться для диагностики большого количества нозологий и состояний:

1. Оценка глобальной (продольной) систолической функции ЛЖ.
2. Оценка сегментарной систолической функции ЛЖ.
3. Диагностика ишемии миокарда.
4. Дифференциальная диагностика необратимой и обратимой дисфункции миокарда.
5. Оценка глобальной и региональной диастолической функций ЛЖ.
6. Оценка функционального состояния других отделов сердца (правый желудочек, левое предсердие).
7. Дифференциальная диагностика констриктивного перикардита и рестриктивной кардиомиопатии.
8. Неинвазивная оценка давления в полости сердца и легочной артерии.
9. Диагностика отторжения сердечного трансплантата.
10. Диагностика межжелудочковой и внутрижелудочковой диссинергии

Основные режимы тканевого доплера:

- 1 — цветовой двухмерный, характеризуется наилучшим пространственным разрешением;
- 2 — цветной М-модальный, обладает высоким временным разрешением;
- 3 — импульсно-волновой, позволяет определить максимальную скорость движения миокарда;
- 4 — режимы постпроцессинговой количественной обработки двухмерных цветовых доплеровских данных.

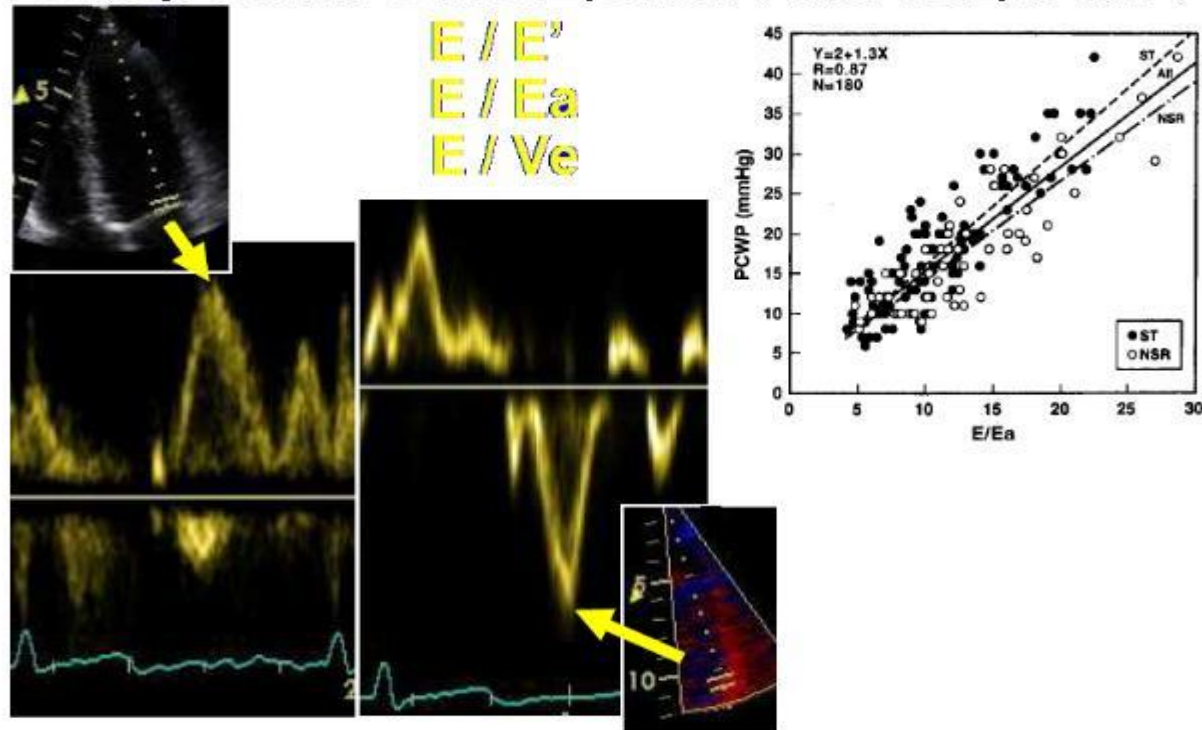
Цветовой двухмерный режим ТД При проведении ТМД ЭХОКГ в этом режиме каждая точка доплеровского спектра окрашивается в определенный цвет в зависимости от направления и скорости движения исследуемых структур. Объекты, которые движутся к датчику, прокрашиваются в красный цвет, от датчика — в синий. Таким образом, алгоритм анализа цветового двухмерного режима ТД идентичен алгоритму анализа цветовых двухмерных доплерограмм кровотока. Дает представление о пространственном соотношении движения различных структур в каждый момент времени.

Цветной М-модальный режим В режиме М-модального картирования получается развертка изображения во времени. К преимуществам цветного доплеровского картирования следует отнести возможность быстрой визуальной оценки характера движения и хорошее пространственное разрешение, позволяющее отдельно измерить скорость движения миокарда в субэпикардальных и субэндокардиальных слоях. Еще более важное преимущество метода — возможность одновременной оценки скорости различных сегментов миокарда. Для анализа достаточно зарегистрировать одно кодированное цифровое изображение (cineloop), которое может содержать один или несколько сердечных циклов. Последующий анализ проводится в режиме off-line и требует использования специального программного обеспечения

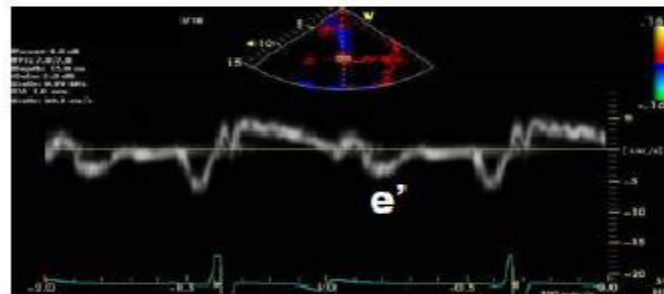
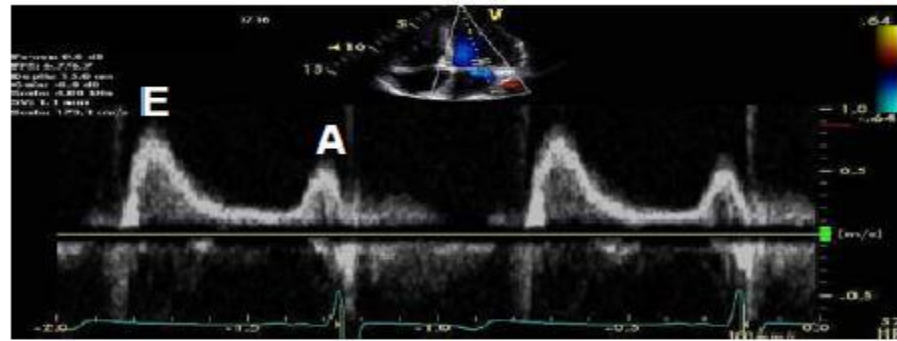
Импульсно-волновой режим Этот режим позволяет регистрировать скорости тех участков миокарда, которые попадают в контрольный объем на протяжении сердечного цикла. Длина этих участков обычно составляет 12–16 мм для базальных сегментов левого желудочка (ЛЖ) и 20–22 мм для базальных сегментов правого желудочка (ПЖ) при сканировании из верхушечного доступа. При работе в этом режиме можно в реальном времени регистрировать скорость движения участка миокарда или сердечной структуры, чаще всего фиброзного кольца митрального клапана (ФКМК). Для этого необходимо установить контрольный объем в исследуемую точку. При анализе движения миокарда различных сегментов из верхушечного доступа основным вектором движения будет продольный, обусловленный сокращением субэндокардиальных слоев. При регистрации движения миокарда из поперечных сечений сокращение миокарда обусловлено циркулярно-расположенными волокнами миокарда. Допплерограмма движения миокарда состоит из трех пиков: систолического и 2-х диастолических, противоположно направленных

Следовательно, применение данного режима позволяет выявить раннюю стадию поражения сердца при ИБС. Оценку продольной диастолической функции ЛЖ необходимо выполнять пациентам с факторами риска. ИБС для выявления ранних признаков коронарной недостаточности. Применение данного режима позволяет выявить «псевдонормальную» диастолическую дисфункцию ЛЖ. Регистрация тканевого доплеровского спектра от фиброзного кольца трикуспидального клапана (ФК ТК) на стороне свободной стенки правого желудочка (ПЖ) позволяет рассчитать систолическое давление в легочной артерии, среднее давление в правом предсердии, а от фиброзного кольца митрального клапана (ФК МК) на стороне боковой стенки — конечное диастолическое давление в ЛЖ.

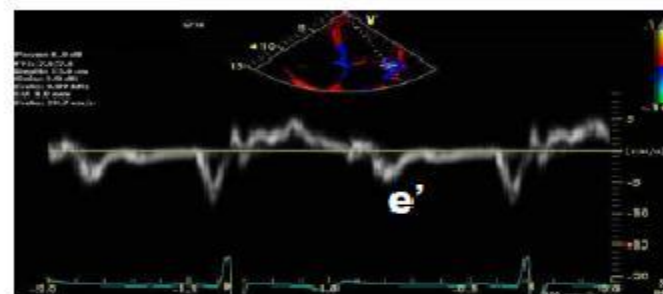
Соотношение скорости трансмитрального кровотока и скорости смещения кольца МК



Расчет показателя E/e'

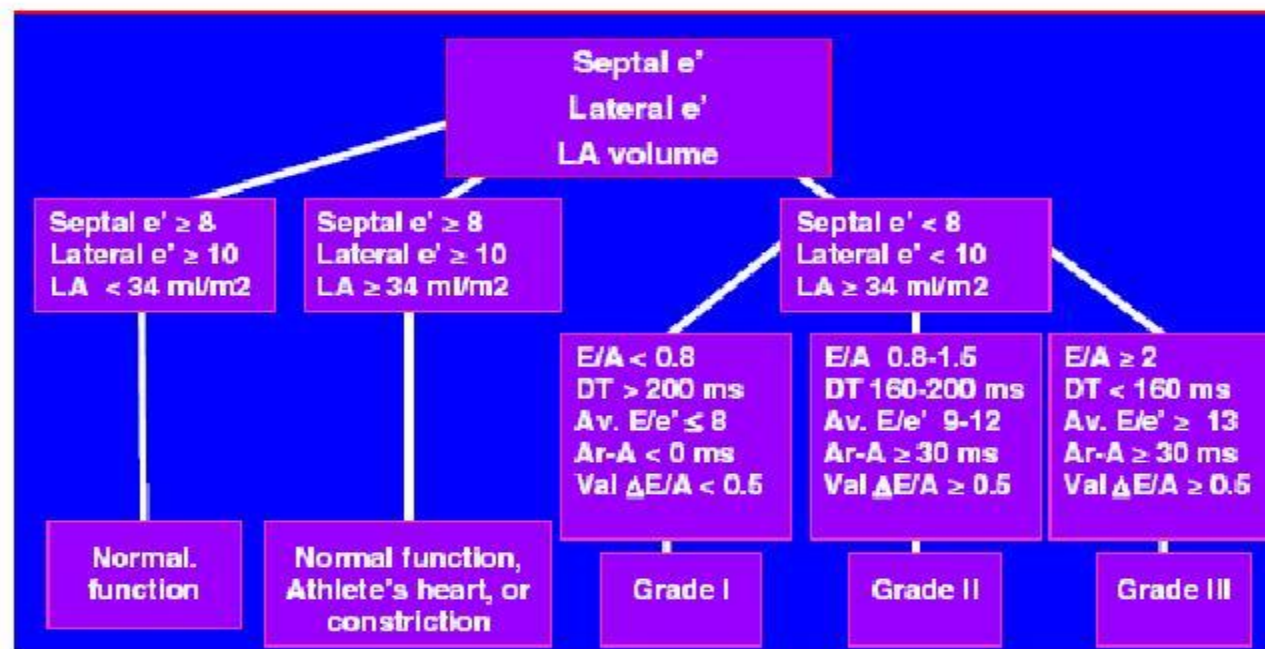


Septal $E/e' = 80/4 = 20$



Lateral $E/e' = 80/5 = 16$

Современный алгоритм определения степени диастолической дисфункции



Режимы постпроцессинговой количественной обработки двумерных цветовых доплеровских данных (средства анализа цифровых данных скорости, позволяющие представить результат обработки в режиме «off line»). Режим Tissue Velocity Imaging (TVI) обрабатывается в режиме on-line из двумерного цветового доплеровского режима с помощью специального программного обеспечения. В отличие от импульсно-волнового доплеровского исследования этот режим оценивает средние скорости движения миокарда и его структур. В режиме TVI регистрируются 2 систолических пика — S1 и S2 в диастолу регистрируется два пика — E, A. Значения скоростей TVI на 20 % ниже скоростей импульсно-волнового доплеровского исследования. Наряду с основными пиками у пациентов с ИБС может регистрироваться постсистолический пик. Регистрация постсистолического пика свидетельствует о серьезном поражении миокарда. При описании регионарных скоростей движения стенок необходимо отметить, что они оценивают лишь движение миокарда, но не измеряют локальную деформацию. Ее можно оценить, используя режимы Strain (S) и Strain/Rate (SR) — деформация и скорость деформации.

Преимущества измерений S и SR в том, что эти величины могут быть получены в реальном времени с высокой временной и пространственной точностью. На значение S и SR не влияет глобальное смещение сердца и эффект связывания сегментов. Ограничения режима заключаются в том, что измерения проводятся из апикальной позиции, поэтому можно оценить только продольную деформацию и на анализ S и SR влияет качество серошкального изображения. Продольный систолический SR коррелирует с максимальным значением первой временной производной давления в ЛЖ. По сравнению с миокардиальными скоростями продольный SR обладает большей чувствительностью и специфичностью в выявлении как дисфункциональных, так и жизнеспособных сегментов. Этот режим позволяет выявить сегменты миокарда с нормальным кинезом стенки, а также при различных типах асинергии

Методика спекл-трекинг эхокардиографии левого желудочка В основе методики STE лежит отслеживание траектории движения (tracking) в ходе сердечного цикла акустических маркеров миокарда (speckle) в серошкальном двухмерном ультразвуковом изображении. Каждый участок ткани миокарда кодируется индивидуальным оттенком серого цвета. При этом формируется уникальный «рисунок акустических пятен» (speckle pattern), характерный для конкретного участка миокарда, который может быть отслежен с помощью специализированного программного обеспечения в течение сердечного цикла. В результате компьютерной обработки траектории движения акустических пятен получают цифровые значения, графики и диаграммы деформации и скорости деформации ЛЖ (глобальная деформация) и его сегментов (региональная деформация) (рис. 1). К преимуществам STE следует отнести то, что наличие акустических маркеров позволяет более точно по сравнению с тканевой доплерографией оценивать механику отдельных участков миокарда. STE не зависит от угла сканирования, что дает возможность оценивать движения миокарда в трех плоскостях (продольной, циркулярной и радиальной). Известно, что движение миокарда в этих плоскостях определяется архитектурой слоев миокардиальных волокон: во время кардиоцикла субэндокардиальный и субэпикардиальный слои движутся спиралевидно в противоположных направлениях, а средний слой – циркулярно. Такое движение волокон миокарда способствует ротации (rotation) верхушечной и базальной частей ЛЖ (по часовой стрелке движется базальная часть, против – верхушечная). Выраженность ротации может быть охарактеризована разностью между соответствующими углами сдвига верхушечных и базальных сегментов миокарда [12]. Взаимодействие слоев волокон миокарда во время сердечного цикла создает скручивающее движение или скручивание (twist), по сути, формирующее сердечный выброс [3]. Для оценки выраженности скручивания (torsion) у лиц с разными размерами сердца предложено угол поворота делить на длину ЛЖ в продольной плоскости, тем самым учитывать расстояние между верхушкой и основанием ЛЖ [9]. Величина скручивания ЛЖ увеличивается с возрастом. В фазу изоволюмического расслабления происходит обратное сокращению движение волокон миокарда, так называемое раскручивание (untwist), то есть их возвращение в исходное состояние к началу кардиоцикла. Изучение обратного вращательного движения волокон миокарда имеет клиническое значение для оценки диастолической функции ЛЖ

Область применения спекл-трекинг эхокардиографии:

- в оценке функции правого желудочка и левого предсердия
- при гипертрофии левого желудочка
- при ишемической болезни сердца
- при остром инфаркте миокарда
- при сердечной недостаточности
- при заболеваниях перикарда и рестриктивной кардиомиопатии
- при клапанной патологии
- в оценке эффекта кардиотоксичности при лечении онкопатологии

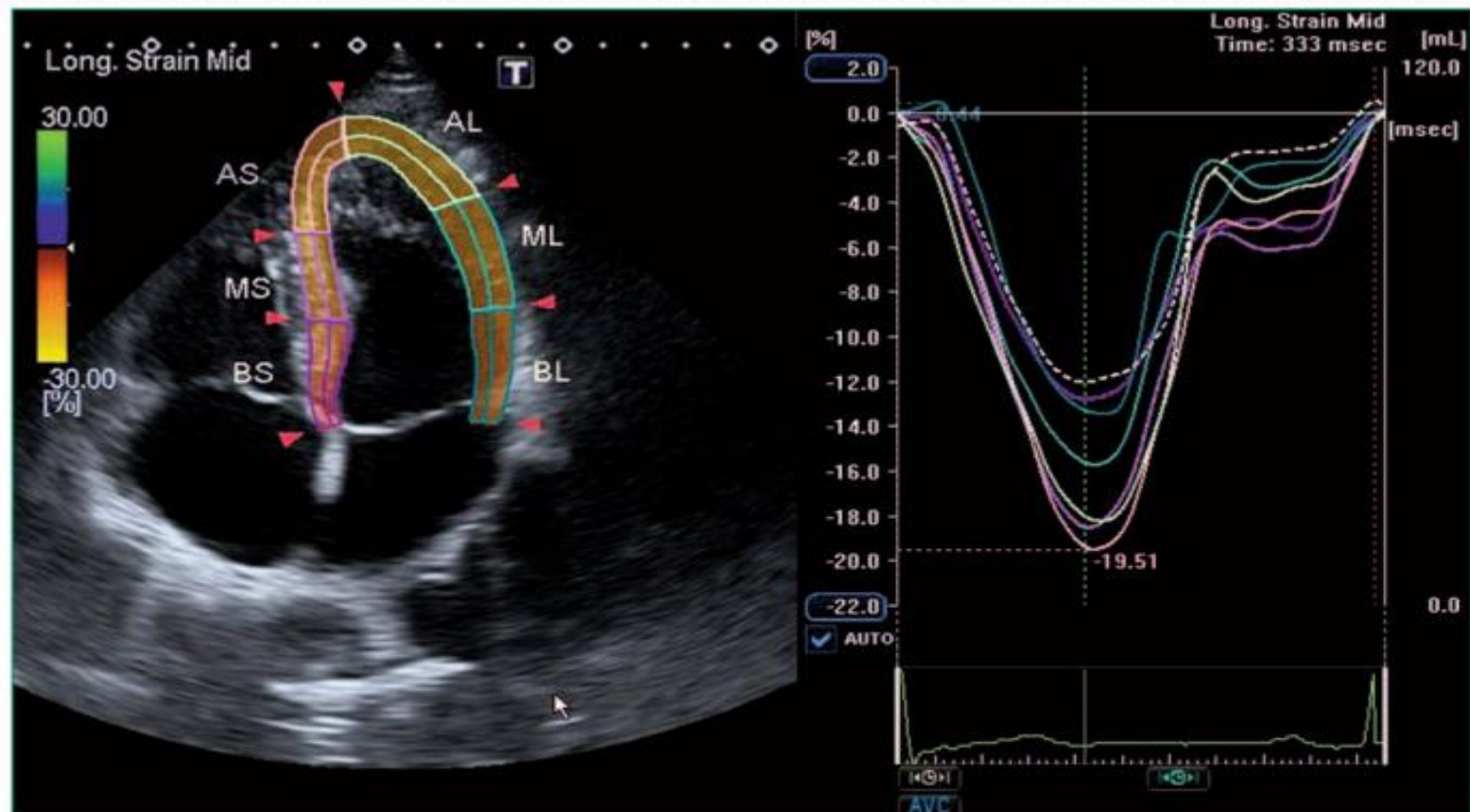


Figure 1. Longitudinal deformation of segments of the left ventricle in the apical four-chamber position of the heart (on the left - a two-dimensional echogram with automatic allocation of segments of the LV, on the right - graphs of longitudinal deformation of the myocardium)

Рисунок 1. Продольная деформации сегментов ЛЖ в верхушечной четырехкамерной позиции сердца (слева – двухмерная эхограмма с автоматическим выделением сегментов ЛЖ, справа – графики продольной деформации миокарда)

AL - apical lateral, ML - middle lateral, BL - basal lateral, AS - apical septal, MS - intermediate septal, BS - basal septal
 AL – боковой апикальный, ML – боковой средний, BL – боковой базальный, AS – перегородочный апикальный,
 MS – перегородочный средний, BS – перегородочный базальный

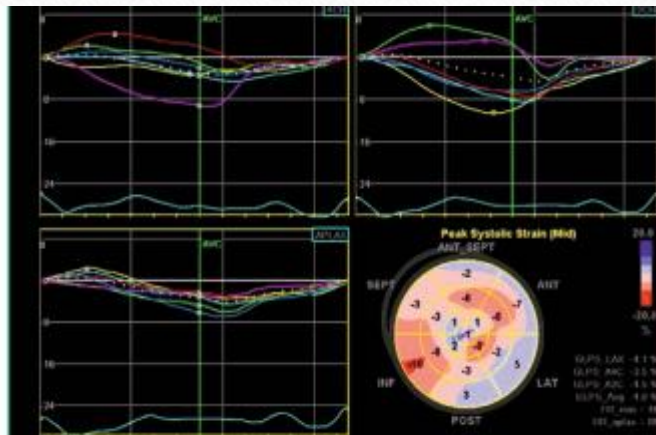
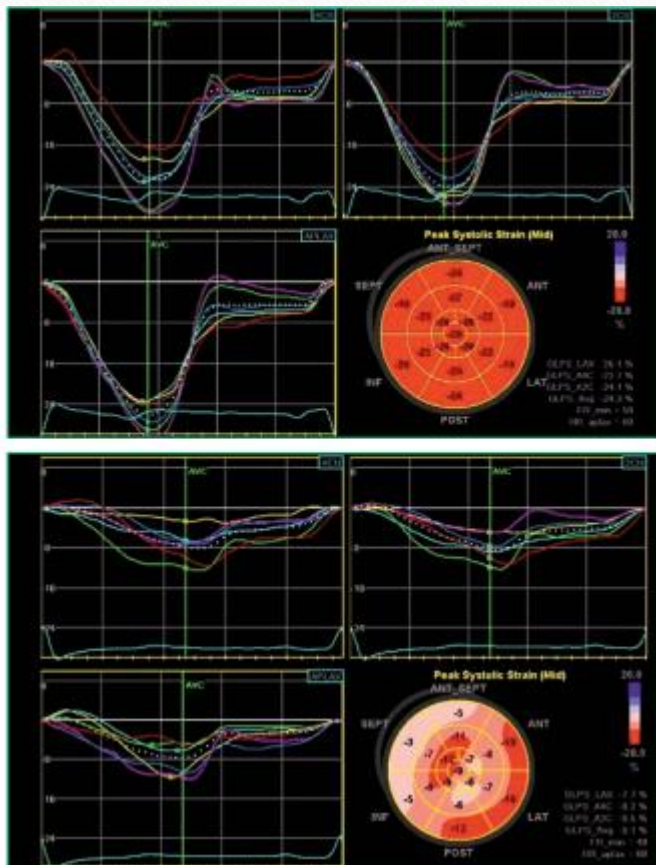


Figure 2. Graphs of longitudinal myocardial deformation in 17 segments of the left ventricle, obtained in the three apical positions of the heart and quantitative values of myocardial deformation, presented in the diagram of segments of the left ventricle as a target

A. Norm. B. Patient with severe left ventricular hypertrophy.

C. Patient with heart failure

Segments of the left ventricle: ANT_SEPT - anteroseptal, ANT - anterior, LAT - lateral, POST - posterior, INF - inferior, SEPT - septal

Рисунок 2. Графики продольной деформации миокарда по 17 сегментам ЛЖ, полученные в трех вершечных позициях сердца, и количественные значения деформации миокарда, представленные на диаграмме сегментов ЛЖ в виде мишени

A. Норма. B. Пациент с выраженной гипертрофией ЛЖ.

C. Пациент с сердечной недостаточностью

Сегменты ЛЖ: ANT_SEPT – передне-септальные, ANT – передние, LAT – боковые, POST – задние, INF – нижние, SEPT – септальные

Вывод:

ТМД ЭХОКГ является перспективным направлением неинвазивной оценки состояния миокарда. Данное направление существенно расширяет фундаментальные представления о функции миокарда. По мере накопления фактических данных области применения метода постоянно расширяются. Следует отметить, что в настоящее время ТМД ЭХОКГ является доступным методом для применения в клинической практике, предоставляющим дополнительные возможности в оценке функции миокарда при различной кардиальной патологии. Важным является то, что ТМД ЭХОКГ может использоваться не только для диагностики, но и для оценки прогноза

**Благодарю
за
внимание**