



ИССЛЕДОВАНИЯ В КАРДИОЛОГИИ

Доцент кафедры Кардиологии
д.м., Греждиеру Александра

- 
- **Лабораторные тесты: биомаркеры**
 - **Электрокардиограмма**
 - **Радиография грудной клетки**
 - **Эхокардиография**
 - **Нуклеарная имажистика в
кардиологии**
 - **Компьютерная томография**
 - **Радиомагнитный резонанс**
 - **Электрофизиологическое
исследование**
 - **Коронарография и катетеризация
сердца**

Биологические исследования : лабораторные тесты, сывороточные биомаркеры

- Больному с сердечно-сосудистой патологией, делают стандартные анализы крови и назначают пробы исходя из клинической ситуации.
- Не существуют универсальных тестов для конкретных сердечно-сосудистых патологий.
- Существуют биомаркеры для распознавания сердечно-сосудистых заболеваний .

Биомаркеры

- **Биомаркер- это индикатор нормальных биологических процессов, патологических процессов или фармакологический ответ на терапевтическое вмешательство.**
- Биомаркер может быть компонентом биологических продуктов (кровь, моча, ткань) или может быть получен при помощи регистрации ЭКГ и использования методов визуализации(ЭХО, КТ).
- В идеале было бы определение генетических маркеров (ген, мРНК , белки кодируемые мРНК)
- Точность биомаркера проявляется при обнаружении им позитивных результатов и специфичность путем обнаружения негативных результатов, поэтому качественный биомаркер помогает клиницисту в диагностики патологий .

ПРИМЕРЫ

- Маркеры повреждения миоцитов: тропонины I și T, креатинкиназа MB, легкие цепи миозин-киназы, сердечные жирные кислоты, связанные с протеинами;
- маркеры воспаления: реактивный белок С, фактор некроза опухоли альфа, интерлекины, Fas(APO I);
- маркеры оксидативного стресса: липопротеины низкой плотности, миелопероксидаза, малондиальдегид;
- нейрогормоны: норэпинефрин, эпинефрин, ангиотензин 2, ренин, альдостерон, вазопрессин, эндотелин;
- маркеры миоцитарного стресса: натрийуретический пептид В (BNP), NTpro-BNP, проадреномедулин;
- Маркеры ремоделирования внеклеточной матрицы : пропептид металлопротеаз коллагены .

Типы биомаркеров исследованных при ССЗ

- Маркеры поражения миоцитов
- Маркеры воспаления
- Маркеры оксидативного стресса
- Нейрогормоны
- Маркеры миоцитарного стресса
- Маркеры ремоделиции экстраклеточного матрикса



Маркеры повреждения миокарда

Основные маркеры

Традиционные

- ЛДГ
(лактатдегидрогеназа)
- АсАТ (аспарагиновая
аминотрансфераза)
- КК (креатинкиназа)
- Соотношение КК-
Мв/МГ
- Изофермент КК-Мв
(активность)
- Миоглобин (МГ)

Современные

- Тропонин I
- Тропонин T
- Изофермент КК-Мв
(масса)
- Миоглобин (МГ)
- Изофермент ЛДГ-1
- КК (креатинкиназа)
- Соотношение ЛдГ-1/ЛдГ-2

Дополнительные маркеры
изоформы изофермента КК-Мв

Маркеры поражения миоцитов

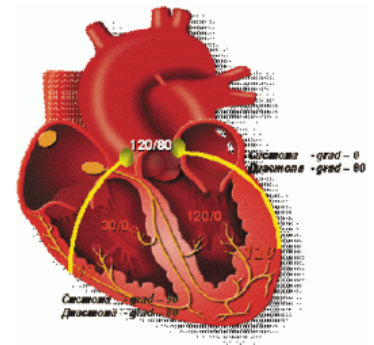
- Тропонины I и T
- Креатининфосфокиназа – МБ
 - MLC-I — легкая цепь миозина — I (• ККМ (масса)
 - • DNase I — дезоксирибонуклеаза 1
 - • S100A1 — кардиальный сенсорный белок, зависмый от кальция
 - • H-FABP — кардиальный белок, связывающий свободные жирные кислоты (Heart-type fatty-acid binding protein)

Тропонин I препятствует взаимодействию между актином и
МИОЗИНОМ

- Инфаркт миокарда.
- Хроническая ишемическая болезнь сердца.
- Острое повреждение скелетных мышц.

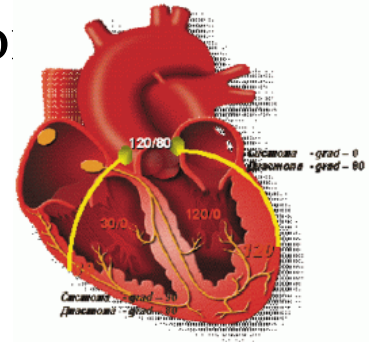
Тропонин T присоединяет тропониновый комплекс к тонким
нитеям путем связывания с тропомиозином

- Инфаркт миокарда.
- Нестабильная стенокардия.
- Миокардит.
- Повреждение миокарда
после ангиопластики/шунтирования.



Миоглобин – белок, содержащийся в клетках скелетных мышц и в миокарде, обеспечивающий в них депонирование кислорода.

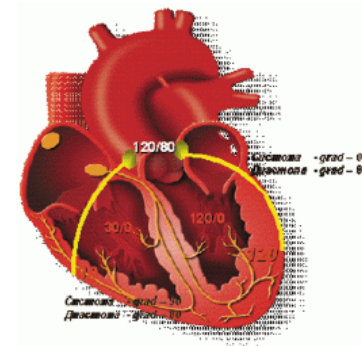
- при любом повреждении, некрозе, лизисе ткани скелетной мускулатуры или миокарда миоглобин поступает в кровь.
- при инфаркте миокарда выраженность гипермиоглобинемии находится в прямой зависимости от размеров очага некроза.
- это один из самых ранних маркеров ИМ (обнаруживается через 2 часа после приступа)
- увеличение концентрации может быть 10-кратным.



Лактатдегидрогеназа (ЛДГ₁) –

гликолитический фермент, участвующий в конечных этапах превращения глюкозы (катализ взаимопревращения пирувата и лактата).

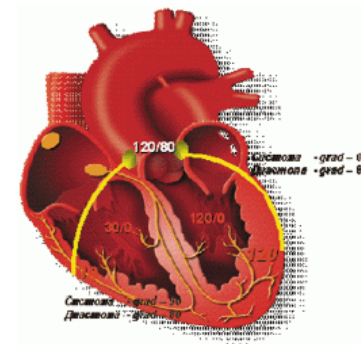
- ❑ Изофермент ЛдГ 1 присутствует в большой концентрации в мышце сердца, в эритроцитах и корковом веществе почек.
- ❑ общая активность ЛДГ₁ в промежутке от 8 до 12 часов после болевого приступа достигая максимума через 24–48 часов
- ❑ остается повышенной в течение 7 дней.
- ❑ обычно наблюдается увеличение в 3–4 раза от верхнего предела референсных значений
- ❑ может иметь место и 10-кратное превышение.



Лактатдегидрогеназа (ЛДГ₁) –

гликолитический фермент, участвующий в конечных этапах превращения глюкозы (катализ взаимопревращения пирувата и лактата).

- ❑ Изофермент ЛдГ 1 присутствует в большой концентрации в мышце сердца, в эритроцитах и корковом веществе почек.
- ❑ общая активность ЛДГ₁ в промежутке от 8 до 12 часов после болевого приступа достигая максимума через 24–48 часов
- ❑ остается повышенной в течение 7 дней.
- ❑ обычно наблюдается увеличение в 3–4 раза от верхнего предела референсных значений
- ❑ может иметь место и 10-кратное превышение.



Креатинкиназа – фермент, осуществляющий превращение фосфокреатина с образованием креатина и АТФ, который необходим для мышечного сокращения.

✓ Общая активность креатинкиназы складывается из активности изоформ фермента:

✓ СК-ММ

✓ СК-ВВ

✓ СК-МВ

где М- мышечная субъединица фермента (muscle) и В-мозговая (brain).

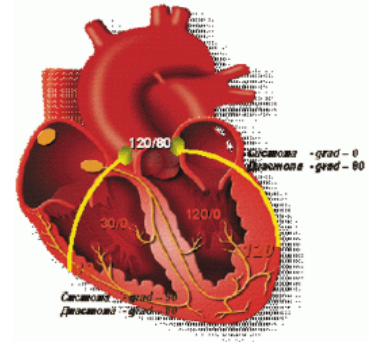
✓ Изоформа СК-ВВ в основном присутствует:

✓ в ткани мозга

✓ легких,

✓ желудке.

✓ Изофермент СК-ММ характерен для мышечной ткани, а изоформа СК-МВ сконцентрирована в ткани сердца. При поражении сердечной мышцы именно эта изоформа выходит из клеток сердца в кровяное русло, что сопровождается увеличением активности изофермента в



Маркеры воспаления

- • С-реактивный белок (высокочувствительный)
- • **РТХ-3-пентарксин 3 (pentraxin 3)**
- • **α-ФНО, фактор некроза опухолей — альфа**
- • **Fas/Apo-I (CD95) — фрагмент трансмембранного белка I типа, относящегося к семейству ФНО, стимулирующий апоптоз (apoptosis-stimulating**
fragment of type-I transmembrane protein belonging to the TNF superfamily)
- • **Интерлейкины 1, 6, 18**
- • **Неоптерин,**
- • **MRP8/14, белки 8/14, связанные с миелоидом (myeloid-related protein 8/14)**
- • **Адипонектин**
- • **Витронектин**

- 
- **СРБ** – маркер субклинического воспаления сосудистого эндотелия, играет весьма существенную роль в развитии атеросклероза – главной причине таких заболеваний, как: ИБС и инфаркт миокарда
 - чувствительный, неспецифичный острофазовый реактант продуцируемый в ответ на большинство форм тканевого повреждения, инфекцию и воспаление.
 - Выработка СРБ регулируется цитокинами (IL-6, IL-1 и ФНО.)
 - Цитокины модулируют иммунологические процессы, воспаление, пролиферацию и апоптоз.
 - В исследованиях выявлена провоспалительная роль цитокинов в сердечно-сосудистых заболеваниях.

ФНО

- обладает мощным провоспалительным действием
- активизирует
 - провоспалительные цитокины
 - хемокины
 - окись азота
 - реактивные формы кислорода
 - простагландины
 - лейкотриены
 - молекулы адгезии,
- усиливает рост лимфоидной ткани
- индуцирует апоптоз активизированных клеток
- участвует в процессе восстановления поврежденной в результате воспаления ткани.

- высокий уровень цитокинов ИЛ-1 β и ИЛ-6 в плазме крови является **достоверным и независимым предиктором развития ОИМ**
- максимальное увеличение их концентраций связывают с летальным исходом
- Повышение уровня ФНО- α у больных с ОИМ достоверно коррелирует с его осложненным течением или наличием выраженной сердечной недостаточностью (3-го, 4-го класса по Killip)
- провоспалительные цитокины стимулируют продукцию кардиомиоцитами межклеточных молекул адгезии, давая импульс к тромбообразованию.
- ИЛ-10, цитокин, обладающий противовоспалительным действием, регуляторный цитокин, при участии которого:
 - тормозится ремоделирование тканей стенки сосудов при атеросклерозе
 - ингибируется синтез провоспалительных цитокинов
 - уменьшается синтез фибриногена гепатоцитами

Ремоделирование сосудов и развитие бляшки

- • **ММП** — матриксная металлопротеиназа,
- • **ТИМП** — тканевой ингибитор матриксной металлопротеиназы
- • **Коллагенные пропептиды**
- • **Пропептид проколлагена типа I**
- • **Плазменный проколлаген типа III**
- • **LOX** — лектин-подобный рецептор 1 для окисленного X-ЛПНП (**Lectin-like oxidized LDL receptor-1**)
- • **RAGE** — рецептор конечных продуктов гликирования
- • **X-ЛПНП**
- • **Апо В, Апо А** — аполипопротеины В и А
- • **ЛП-ФЛА2** — липопротеин ассоциированная фосфолипаза А2
- • **МСР-1** (моноцитарный хемоаттрактантный белок 1)
- • **PAR 1–4** — рецепторы, активируемые протеазой 1 (**protease activated receptor 1–4**)
- • **Адипонектин**
- • **Интерлейкины 10, 18**

Нестабильность бляшки

- • **ММП-9** — матриксная металлопротеиназа — 9
- • **SAA** — сывороточный амилоидный белок А
- • **PAPP-A** — (плазменный белок, ассоциированный с беременностью — А)
- • **ТИМП** — тканевой ингибитор металлопротеиназы
- • **МПО** — миелопероксидаза,
- • **sICAM-1** — межклеточная молекула адгезии 1
- • **sVCAM-1** — молекула адгезии васкулярных клеток
- • **P-selectin** — адгезивный белок эндотелия
- • **ЕFG** — сосудистый эндотелиальный фактор роста
- • **sCD40L** — растворимый фрагмент мембранного гликопротеина CD40L
- • **PIGF** — плацентарный фактор роста
- • **HGF** — фактор роста гепатоцитов

Стресс миоцитов (Нейрогуморальная активация)

- • Норэпинефрин
- • Ренин
- • Ангиотензин
- • Альдостерон
- • Вазопрессин
- • Эндотелин
- • **BNP** — мозговой натрийуретический пептид
- • **Nt-proBNP** — натрийуретического гормона (В-типа) N-концевой пропептид
- • **ANP** — предсердный натрийуретический пептид
- • **proANP** — предсердный натрийуретический пропептид альфа
- • Адреномедуллин
- • Остеопонтин — неколлагеновый адгезивный матриксный белок
- • **GDF-15** — фактор дифференцировки роста –15 (growth differentiating factor 15)
- • **T2 ST2** — белок семейства рецепторов ИЛ-1

Активация коагуляции (системная)

- • Фибриноген,
- • Д-димер
- • vWF — фактор Виллебранда
- • Интегрины — поверхностные клеточные рецепторы,
- взаимодействующие с внеклеточным матриксом и передающие
- различные межклеточные сигналы.
- • ТАТ — тромбин-антитромбиновый комплекс III
- • FPA — фибринопептид А

Активация коагуляции (сосудистая)

- • **sCD40L** — растворимый фрагмент мембранного гликопротеина **CD40L**
- • **PAI-I** — ингибитор активатора плазменогена 1,
- • **RANTES** — цитокин, член суперсемейства ИЛ-8
- • **P-selectin** — белок клеточной адгезии
- • **vWF** — фактор Виллебранда
- • **S-TM** — растворимый тромбомодулин
- • Тромбин,
- • **TF** — тканевой фактор, член семейства цитокиновых рецепторов, связывает **FVII/VIIa**

Маркеры ишемии

- • ИМА — ишемически модифицированный альбумин
- • СЖК — свободные (неэтерифицированные) жирные кислоты
- • холин цельной крови
- • холин плазмы
- • GP-BB — гликогенфосфорилаза BB

Оксидативный стресс

- • МПО — Миелопероксидаза
- • Окисленный X-ЛПНП,
- • Гликозилированные аполипопротеины В и А
- • PON-I — параоксоназа 1.
- • Биопиррины мочи (Urinary biopyrrins)
- • Изопростаны плазмы и мочи
- • Малоновый диальдегид плазмы (malondialdehyde)

Маркеры ремоделиции экстраклеточного матрикса

Структурно-функциональная организация
внеклеточного матрикса :

- определяет характер пространственной кардиоваскулярной цитоархитектоники
- обеспечивает и регулирует межклеточное взаимодействие
- на протяжении нескольких десятилетий продолжает повышаться интерес к **матриксным металлопротеиназам (ММП)** – клеточным энзиматическим продуцентам, вовлекающим внеклеточный матрикс в процессы структурно-функционального ремоделирования, чаще всего путем деградации цепей коллагена

СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫЙ РИСК

- для клинической практики существует разделение биомаркеров, которые характеризуют пациентов с риском сердечно-сосудистых заболеваний и уязвимых

БИОМАРКЕРЫ АРТЕРИАЛЬНОЙ УЯЗВИМОСТИ	БИОМАРКЕРЫ УЯЗВИМОСТИ КРОВИ	
• Патологический липидный показатель • APO B • Lp(a) • LDL • CETP • Lp-PLA2 • воспаление • hsCRP • sICAM-1 • IL-18 • SAA • MPO • sCD40 • Окисленный LDL • Активность GPX1 • нитротирозин • гомоцистеин • цистатин-С • Натрийдиуретический пептид • ADMA • MMP-9/TIMP-1	ГИПЕРКОАГУЛЯЦИЯ ФИБРИНОГЕН D-ДИМЕРЫ УМЕНЬШЕНИЕ ФИБРИНОЛИЗА TPA/ PAI-1 РОСТ ФАКТОРА КОАГУЛЯЦИИ - VON WILLEBRAND	ТРОПОНИНЫ

Биомаркеры сердечной недостаточности

МАРКЕРЫ МИОЦИТАРНОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ	- Сердечные тропонины I и T - Миозин- киназа с легкими цепями - Сердечные жирные кислоты, связанные с протеинами - Креатинкиназа MB - Альбумин, измененный ишемией
Маркеры ремоделирования внеклеточной матрицы	- Матрица металлопротеидов - Ингибиторы металлопротеиназ - проколлаген I
МАРКЕРЫ ВОСПАЛЕНИЯ	- Реактивный протеин C - Фактор некроза опухоли альфа - Fas (apo-1) - Интерлейкины 1,6 и 18
МАРКЕРЫ ОКСИДАТИВНОГО СТРЕССА	- Липопротеины с низкой плотностью - Миелотеазы - Мелондеальдегид
НЕЙРОГУМОРАЛЬНЫЕ МАРКЕРЫ	- Натрийуретические сердечные пептиды : B (BNP),NT-proBNP - Ренин-ангеотензин-альдостероновая система : -активность плазматического ренина -Ангеотензин II -альдостерон - Адренергическая HC -Норэпинефрин -эпинефрин - Вазопресивный аргенин - Эндотелиальные пептиды: - эндотелин -адреномелулин

- 
- Биомаркеры появляются в различных клинических ситуациях т.е. характеризуют различные патофизиологические ситуации.

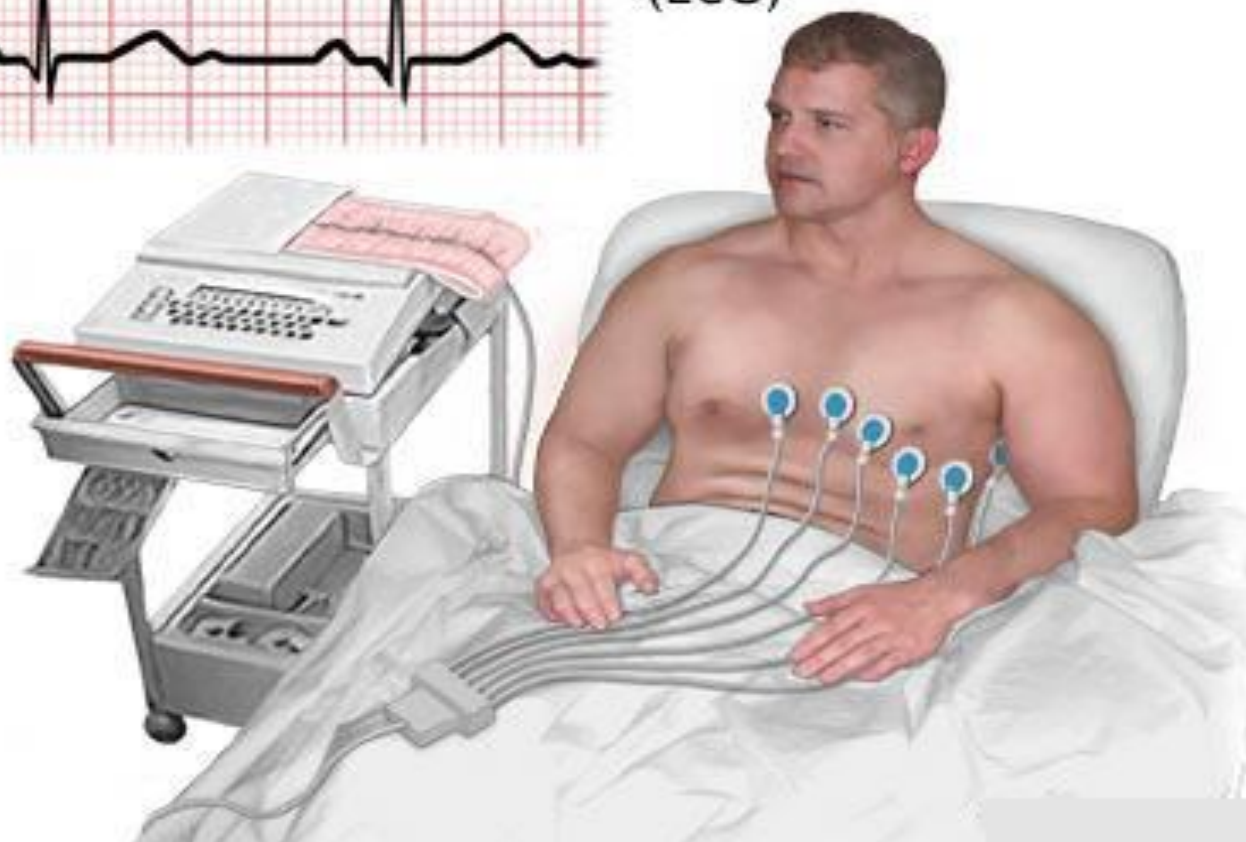
ЭКГ

- **ЭКГ в покое представляет собой самое частое параклиническое исследование в кардиологии.**
- Ее использование дает информацию о диагнозе, методе терапии, прогнозе, в особенности у пациентов с :
 - ✓ острый коронарный синдром ,
 - ✓ Нарушения ритма и проводимости ,
 - ✓ дизэлектrolитэмии,
 - ✓ Электрические аномалии с генетическим субстратом .
- ЭКГ очень важна для скрининга людей, которые занимаются спортом, а также людей с повышенным кардиоваскулярным риском.

ЭКГ



Electrocardiogram
(ECG)



Генез электрокардиограммы

- Электрокардиограмма отражает электрическую активность сердца, при помощи дуг и сегментов, отражая процессы деполяризации и реполяризации.
- В покое внутренняя часть кардиомиоцита электроотрицательна, с потенциалом -90mV .
- При помощи электрического стимула происходит активация каналов с потоком ионов Na и Ca с развитием деполяризации и формированием ПД.
- Разности потенциалов, на уровне одной клетки или небольшой группы клеток достаточно для регистрации ЭКГ, с электродов закрепленных на поверхности тела .

Генез электрокардиограммы

Электрическая поверхность может быть представлена как вектор, состоящий из клеток, заряженных положительно, в отличие от негативно заряженных клеток в покое. В здоровом миокарде процессы деполяризации и реполяризации происходят с след. направлениях:

деполяризация – от субэндокарда к субэпикарду

реполяризация – от субэпикарда к субэндокарду.

Стандартное ЭКГ в 12 отведениях

- Стандартное ЭКГ состоит из 12 отведений, полученных при закреплении 2-х электродов на верхней конечности, 2-х на нижних и 6 зафиксированных на грудной клетке:

6 отведений на конечностях :

3 стандартных: I, II, III,

3 дополнительных: aVR, aVL, aVF

6 прекардиальных отведений :

V1 – V6.

- Система из 12 отведений формирует две плоскости перпендикулярных друг другу. Первая плоскость фронтальная состоит из 6 отведений с конечностей. Вторая - поперечная, состоящая из прекардиальных отведений.

Качество регистрации ЭКГ пленки

Качество ЭКГ зависит от факторов, связанных с:

- Пациентом: мышечный тремор, респираторные движения, ожирение, хронические легочные заболевания;
- Технические – связаны с оператором, либо используемым устройством: неправильное расположение электродов, неправильная подготовка поверхности для контакта с электродом, декстрокардия.
- Установка электродов на конечностях производится на их внутренней поверхности на уровне запястья и лодыжек.
- Частая ошибка установки прекардиальных электродов V1 и V2 во вторых и третьих межреберьях ведет к понижению амплитуды зубца R на 0,1 мВ.

Качество регистрации ЭКГ пленки

- *Расположение электродов V5 и V6 в 6 межреберье и ниже влияет на амплитуду дуг и диагностику гипертрофии левого желудочка, поэтому неправильная установка электродов может привести к неадекватной диагностике.*
- *Использование дополнительных правых отведений (V3R, V4R, V5R и V6R) и дополнительных левых (V7 – задняя подмышечная линия, V8 – лопаточная линия и V9 – паравертебральная), используется для диагностики нижнего или заднего инфаркта миокарда.*
- *Для обеспечения правильной интерпретации параметров ЭКГ: скорость движения бумаги – 25 mm/c и !!!!!уровень амплитуды – 10 mm/mV.*
- *В конечном счете ответственность лежит на правильной интерпретации ЭКГ врач должен уметь распознавать возможные ошибки индуцированных выше факторов .*

Показания к использованию ЭКГ в 12 отведениях

- Пациенты, у которых лечение может вызвать побочные эффекты, которые могут быть обнаружены на ЭКГ
- Пациенты с имплантированным пейсмейкером
- Пациенты с хроническими СС заболеваниями
- Исследование пациентов, с риском развития СС заболеваний
- Развитие ответа на лечение
- Пациенты >40 лет , как плановое исследование
- После теста с нагрузкой

ЭКГ И ИНФАРКТ МИОКАРДА

Классические изменения ЭКГ при ОИМ зависят от частичного или полного прерывания кровотока по коронарным сосудам и могут быть связаны со следующими изменениями: ишемией, повреждением, некрозом.

Характерно:

- **Появление отрицательных Т – ишемия миокарда**
- **Поднятие или опущение сегмента ST**
- **Появление патологического Q – характерный признак некроза миокарда**

Электрокардиограмма разделяет ИМ на 2 вида:

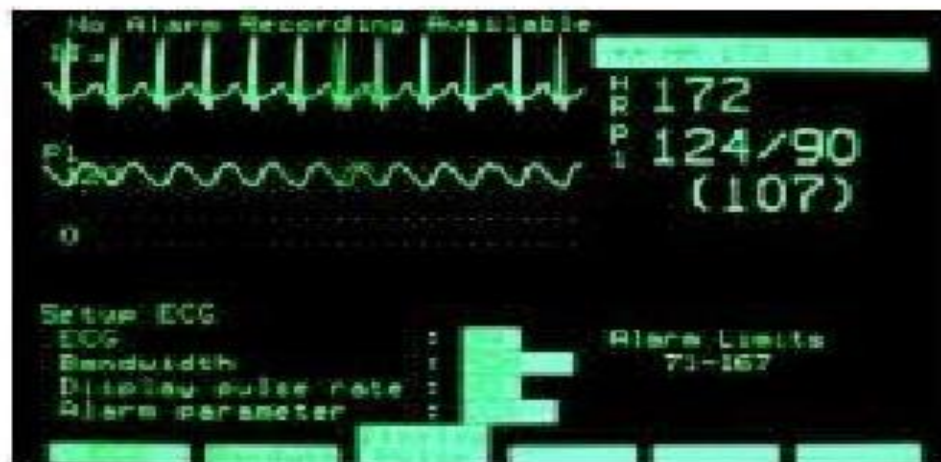
1. **ИФМ с поднятием сегмента ST выше изолинии**
2. **ИФМ без поднятия сегмента ST**

ЭКГ и гипертрофия левого желудочка

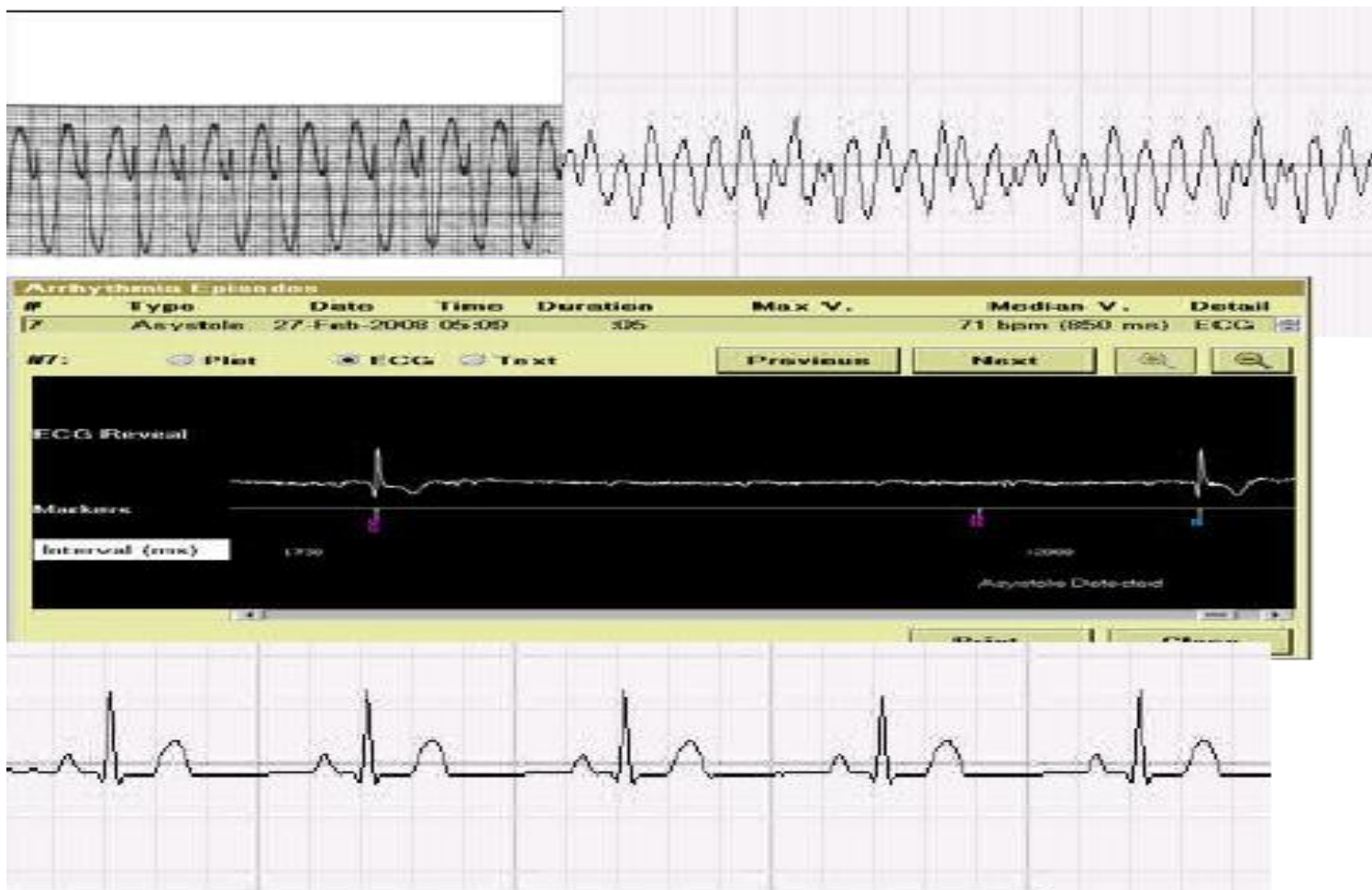
Прогностическое значение информации, предоставленной ЭКГ при гипертрофии левого желудочка является независимым прогностическим параметром.

Главные критерии ЭКГ диагностики гипертрофии левого желудочка используют в клинической практике и включены показатели Sokolow – Lyon, Cornell, счет Romhilt – Estes 4 и 5 и Perugia. Исследования показали, что вариабельность и чувствительность ЭКГ, в сравнении с ЭХО менее показателен при диагностики гипертрофии ЛЖ .

Мониторинг



Мониторинг



Амбулаторный мониторинг ЭКГ

- Используется в клинической практике для обнаружения и описания электрических аномалий сердца на протяжении обычной дневной активности.

существуют 2 типа устройств для амбулаторного мониторинга ЭКГ:

- устройства, которые проводят непрерывную запись ЭКГ каждые 24 или 48 часов, полезны для записи симптомов и изменений на ЭКГ, которые имеют высокую вероятность появления в этот период ,
- -устройства, которые проводят прерывистую запись на длительный период времени (недели, месяцы), полезные для случайных событий

Выбор типа устройства индивидуально, в зависимости от особенностей каждого пациента в клинике.

- Непрерывный мониторинг ЭКГ является особенно полезным у симптоматических пациентов при синкопе, которые не смогли бы активировать устройство с прерывистой записью
- Прерывистый мониторинг ЭКГ рекомендуется пациентам с редкими симптомами или очень коротким сроком действия, способные активировать устройство таким образом, чтобы хранить в памяти, непосредственно предшествующий эпизод симптоматической ЭКГ .

Амбулаторный мониторинг ЭКГ

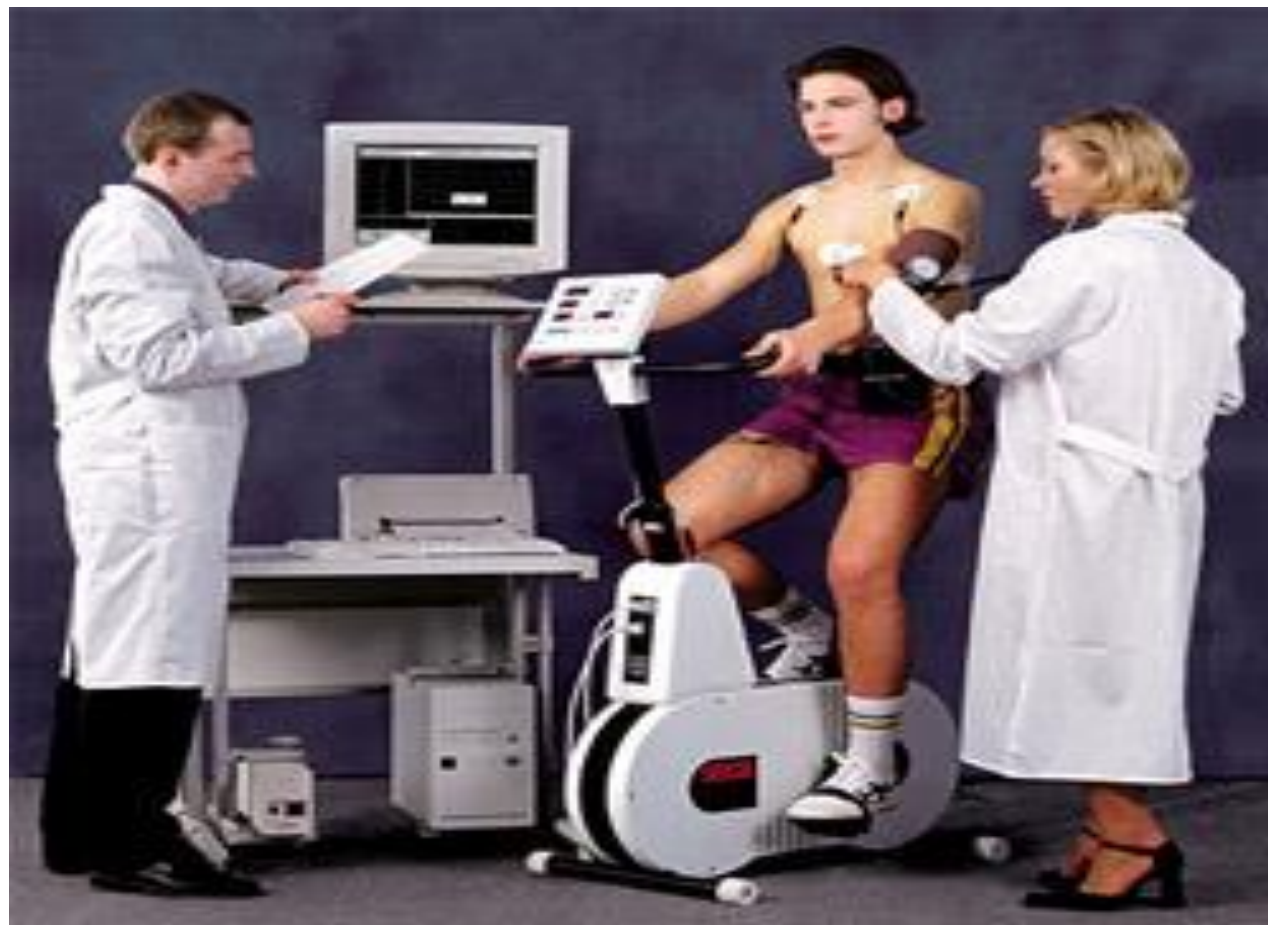
Главные показания амбулаторного мониторинга ЭКГ::

- Синкопальные состояния с неясной этиологией
- Пациенты с сердцебиением неясной этиологии
- Пациенты с отдышкой, загрудинными болями, усталостью неясной этиологии
- Пациенты с ИФМ с дисфункцией ЛЖ
- Пациенты с хронической коронарной недостаточностью
- Оценка антиаритмической терапии
- Оценка функции кардиостимулятора
- Мониторинг ишемии миокарда

Тест ЭКГ с нагрузкой

Данное исследование является наиболее используемым методом для диагностики и / или стратификации риска у пациентов со стабильной стенокардией, нестабильной стабилизированной терапевтически, у постинфарктных пациентов и у пациентов с реваскуляризированным миокардом.

ВЭМ



Tredmill test



Tredmill test



Тест ЭКГ с нагрузкой

- Реализуется с мониторингом ЭКГ пациента во время нагрузки на велосипеде или беговой дорожке. И может быть максимальной (ЧСС-220 уд\мин) или субмаксимальной (85% максимума ЧСС). ЭКГ делается до, во время и после нагрузки, а также отмечаются характерные симптомы(одышка, усталость, загрудинная боль). Также измеряется АД.
- Самый частый показатель позитивного результата теста с нагрузкой, является поднятие или опущение на $\geq 1\text{ mm}$ сегмента ST.

Тест ЭКГ с нагрузкой

Абсолютные противопоказания :

- Острый ИФМ
- Нестабильная стенокардия с высоким риском
- Неконтролируемые сердечные аритмии, которые дисстабилизируют гемодинамику
- Стеноз аорты
- Декомпенсированная сердечная недостаточность
- Острая легочная эмболия или инфаркт легкого
- Острый миокардит
- Острый перикардит
- Диссекция аорты

Тест ЭКГ с нагрузкой

Относительные противопоказания:

- Стеноз общего коронарного ствола,
- Клапанные стеноза средней степени,
- Электролитные нарушения,
- Неконтролируемая злокачественная АГ
(систолическое давление более 200 mm Hg,
диастолическое 110 mm Hg),
- Тахикардия
- Брадикардия
- Гипертрофическая обструктивная кардиомиопатия
- Психические нарушения,
- Атрио-вентрикулярные блокады высокой степени.

Тест ЭКГ с нагрузкой

Остановка теста с нагрузкой производится при :

- Падение систолического давления на 10 единиц от начального
- При развитии сильного приступа стенокардии,
- При появлении головокружения, пресинкопы
- при признаках гипоперфузии (цианоз или бледность)

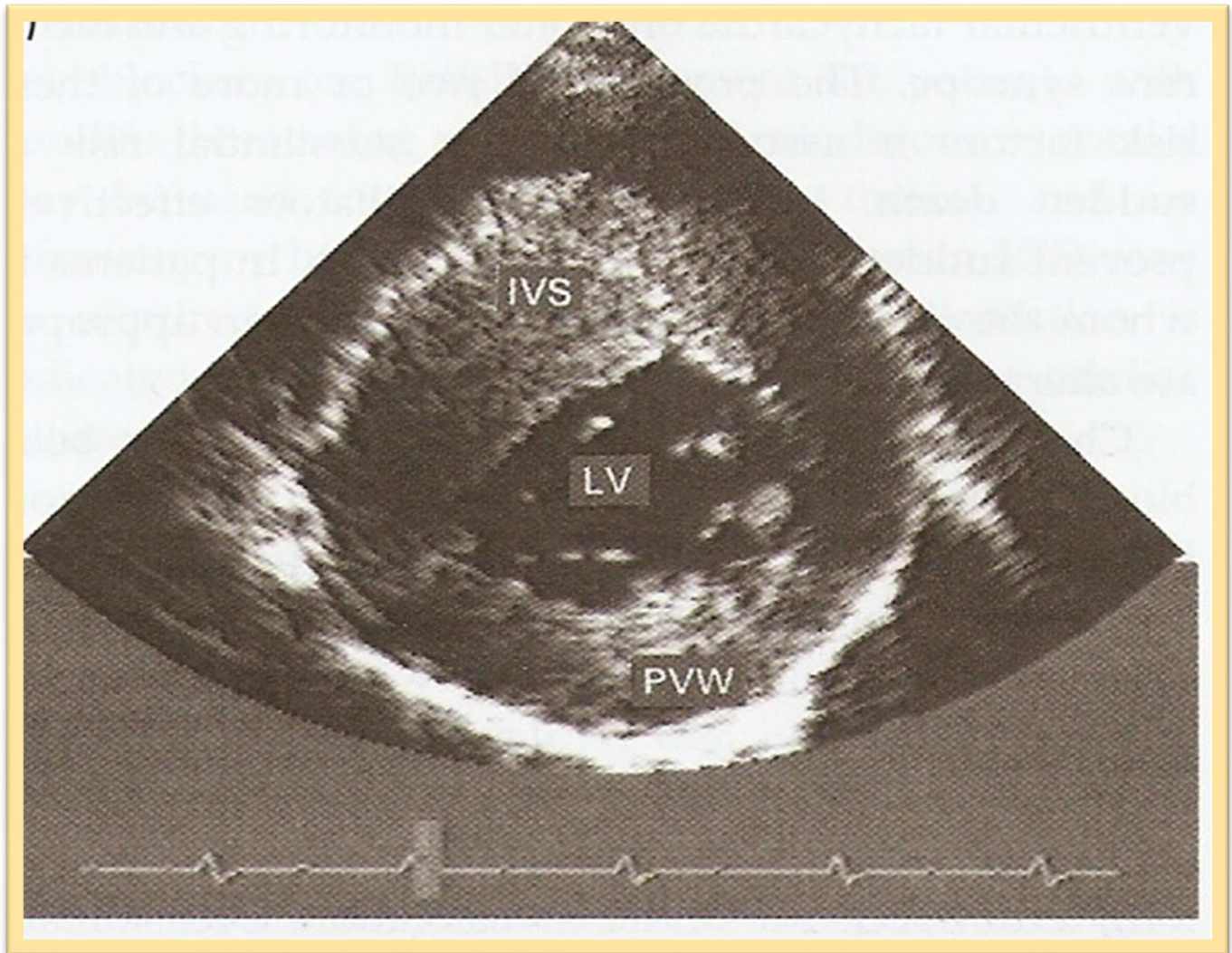
ЭХОКАРДИОГРАФИЯ

Эхокардиография неинвазивный метод визуализации, при котором использует ультразвук и в реальном времени воспроизводит движения сердца.

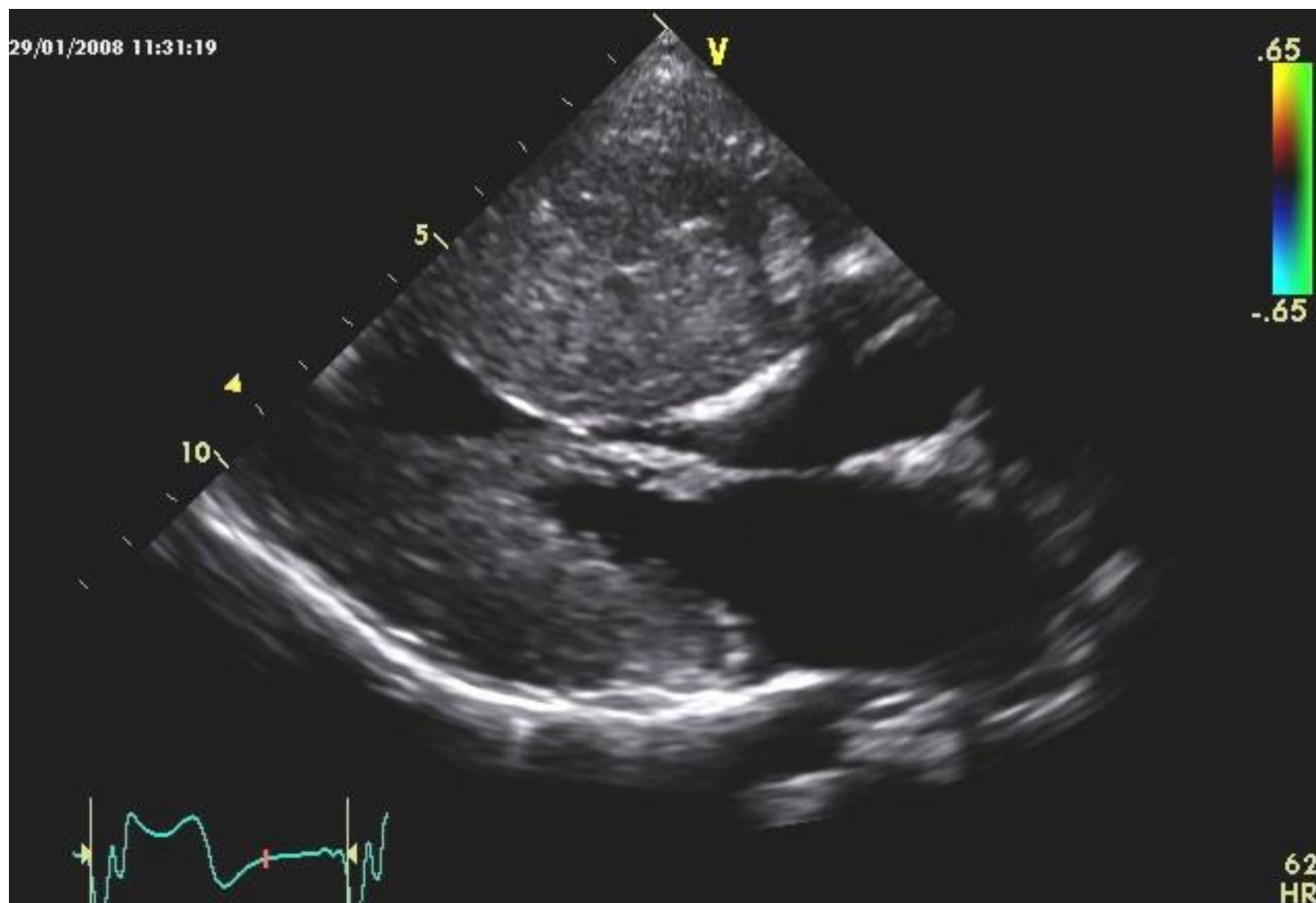
Преимущества ЭхоКГ:

- **Предоставлять точную информацию о структуре сердца и его функции;**
- **Практически отсутствует риск**
- **Является недорогим методом исследования**
- **Широко используем**
- **Легко повторяемый**
- **Может проводиться у постели больного.**

OXO



ЭХО



ЭХО



ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ЭХОКАРДИОГРАФИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ :

- **ЭХОКАРДИОГРАФИЯ В РЕЖИМЕ М**
- **2D ЭХОКАРДИОГРАФИЯ**
- **ДОПЛЕР**

ЭХО в режиме М

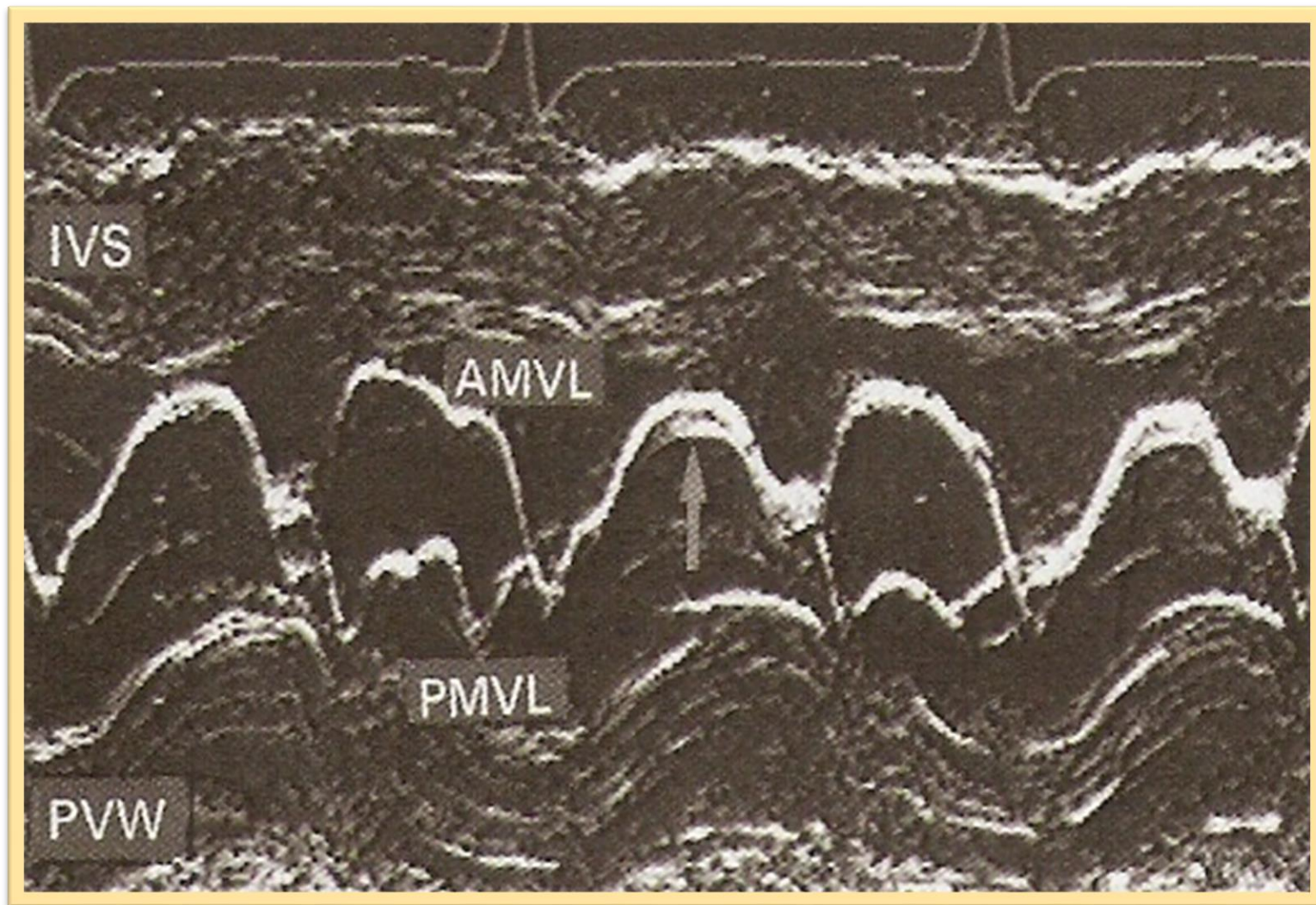
Позволяет графически представить движение сердечных структур во время сердечного цикла.

Изображения в М-режиму, дает точное измерение размеров сердца

Недостаток техники состоит в сложности изучения пространственных структур.

В настоящее время изучение способа М режима ориентируется на изображении 2-D , что дает прямую визуализацию структур, проходящих в М режиме, что облегчает понимание и анализ полученных данных.

ЭХО в режиме М



2-D эхокардиография

ЭхоКГ – 2-D визуализирует:

- Структуру клапанов и их подвижность
- Размеры полостей и сосудов
- Функцию желудочков
- Наличия жидкости в перикарде
- Наличие аномальных внутрикардиальных структур
 - Вегетации
 - Тромбы
 - Опухоли
- Наличие аномальных сообщений
 - дефект предсердной и желудочковой перегородок
 - другие врожденные патологии

Эхо КГ Допплер

Метод, основан на применении основных принципов Допплера для измерения:

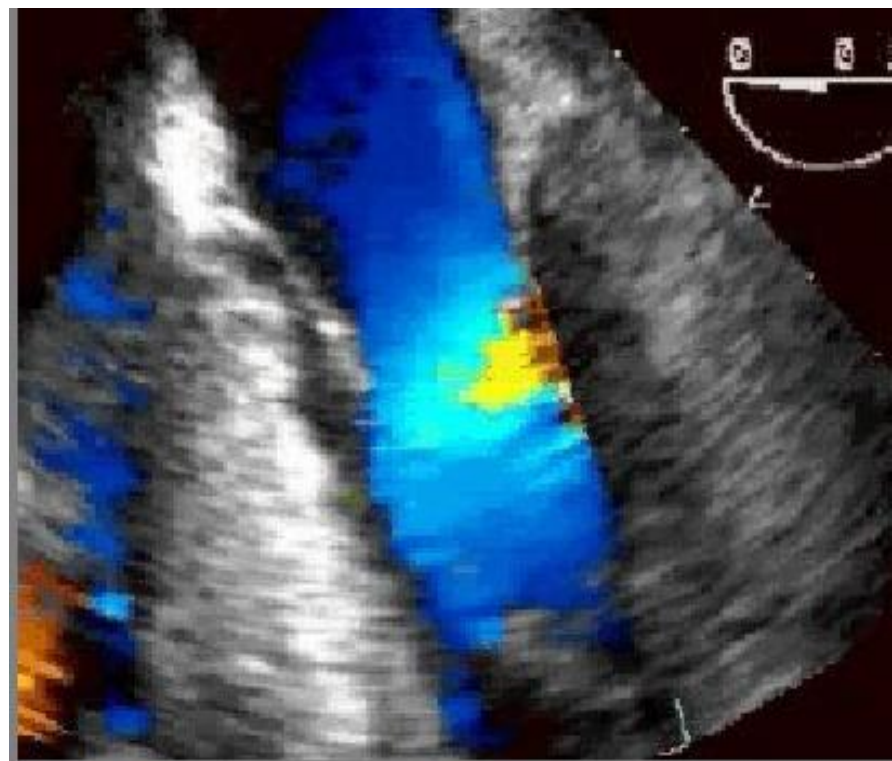
- скорости кровотока
- скорость движения миокарда

Это вычисляется по следующей формуле::

$$\Delta f = 2f_0 \times V \times \cos \vartheta / c$$

ЭхоКГ Допплер

Септальная миотомия при ГКМ



До и после операции

СРАВНЕНИЕ ЭХО 2D и ДОППЛЕРА

	ЭХО 2D	ЭХО Doppler
Цель	Ткань	Кровь
Цель исследования	Анатомия	Физиология
Тип информации	Структурная	Функциональная
Оптимальное согласование пучка и мишени	Перпендикулярное	Параллельное

ПУЛЬСОВОЙ ДОППЛЕР

ЗАКЛЮЧАЕТСЯ В ВЫБРОСЕ КОРОТКИХ ПУЛЬСОВЫХ ВОЛН С ВЫСОКОЙ СКОРОСТЬЮ, С ИЗМЕРЕНИЕМ РАЗНИЦЫ МЕЖДУ ПРИНЯТОЙ ЧАСТОТОЙ И ЧАСТОТОЙ ВЫБРОСА ВОЛН.

- Это позволяет измерить скорость кровотока на небольшом участке („eșantion de volum “). Пульсовой Допплер не может измерять высокие скорости ($>2\text{ м/с}$), но позволяет точно измерить скорость запрошенного местоположения (în aria interogată).

Сравнение пульсового Допплера и непрерывного Допплера

	пульсовой Допплер	непрерывный Допплер
Измерение скорости кровотока	Только в интересующей зоне	В области ультразвукового пучка, на всем его протяжении
Пространственное разрешение	Да	Нет
Максимальная амплитуда измеряемых скоростей	Низкая(обычно <2 м/с)	Высокая (до 9 м/с)
Назначение	Потоки с низкой скоростью и четкой локализации	Потоки с высокой скоростью

ЦВЕТНОЙ ДОППЛЕР

Используют технологию похожую на пульсирующий Доплер, работает в тех же пределах.

Представляет собой закодированное цветное изображение, представленное в реальном времени в 2-х плоскостях.

Цветной Допплер обеспечивает представление потоков крови в отношении его движения к преобразователю.

При помощи конвенции **красный** обозначает близкое расположение преобразователя, а **синий** дальнее расположение (BART:Blue=Away;Red=Towards).

Использование ЦД позволяет выявить регургитацию при клапанных пороках.

Чрезпищеводная эхография

**Чреспищеводная эхокардиография
осуществляется путем введения катетера
в пищевод пациента (под местной анестезией),
возможно получение томографических снимков
сердца и сосудов**

**Основные принципы применения чрезпищеводной
эхокардиографии :**

- Обнаружение источников эмболии
- Инфекционный эндокардит
- Аневризма аорты, диссекция аорты
- Оценка валвулопатий – степень недостаточности
- Оценка клапанных протезов
- Оценка массы сердца
- Оценка врожденных кардиомиопатий

Чрезпищеводная эхография

Метод позволяет получить высокое качество изображения, особенно задних структур, расположенных в непосредственной близости от пищевода, из-за отсутствия структур мешающих получению снимка (легкие, жировая ткань).

Плюсы метода заключаются в его использовании, как терапевтический гид во время хирургических процедур (восстановление митрального клапана) и вмешательств (закрытие дефекта в межпредсердной перегородке), а также в интенсивной терапии (у пациентов с искусственным вентилированием легких).

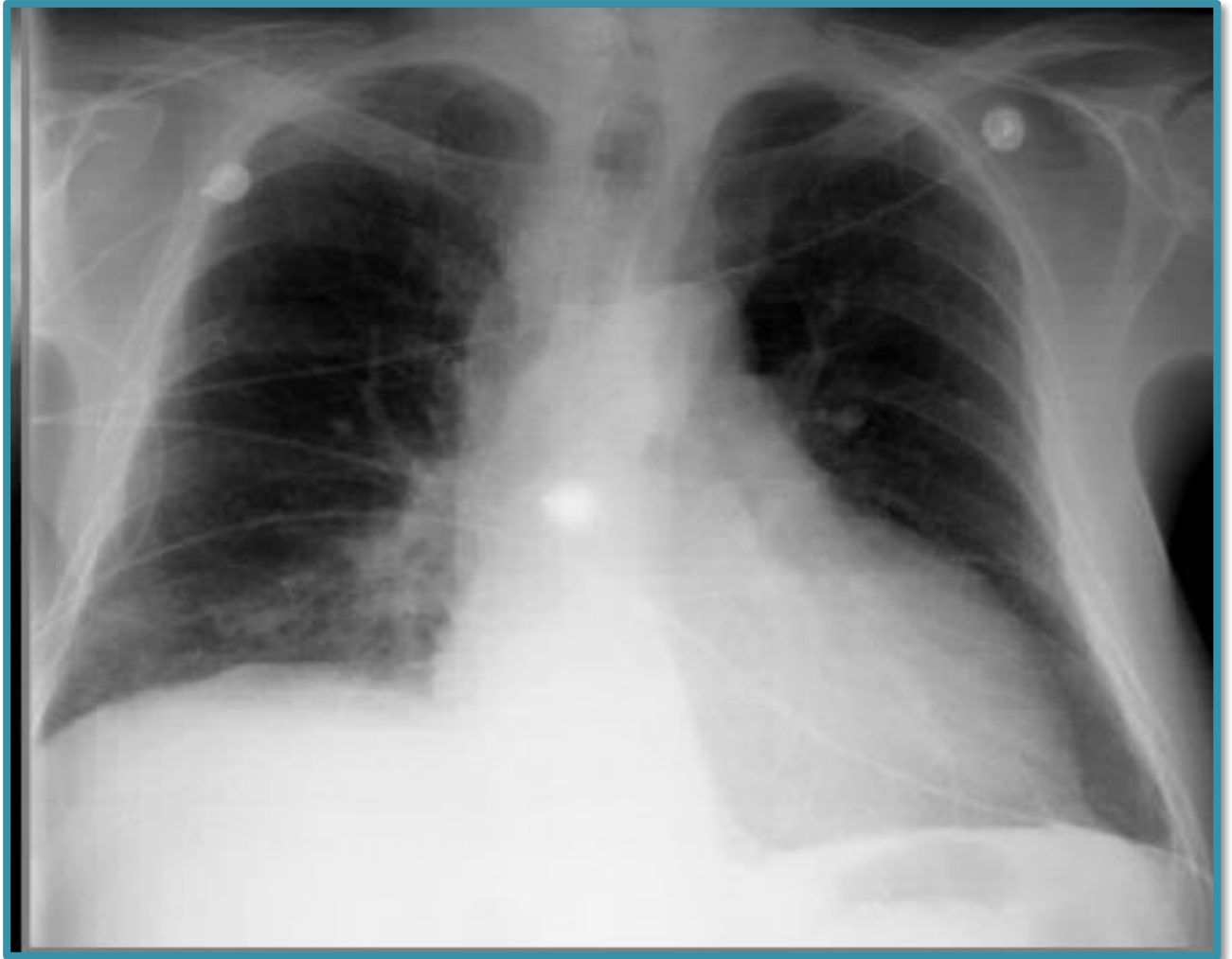
Недостатком является полуинвазивный характер и дискомфорт, который он создает пациенту, также ассоциированный с ней риск.

РАДИОГРАФИЯ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ

Преимущества:

- **Позволяет исследовать сердце и его полости,**
- **Предоставляет информацию о легочной циркуляции и грудной аорте, а также ассоциированных легочных повреждениях**
- **Является недорогим, доступным методом**
- **Позволяет мониторизировать сердечные поражения**
- **играет важную роль в мониторинге послеоперационных больных и людей с различными имплантированными сердечно сосудистыми устройствами**

Грудная рентгенография



Принцип метода

- **ОСНОВАН НА СВОЙСТВЕ ТКАНЕЙ ПОГЛОЩАТЬ РЕНГЕНОВСКИЕ ЛУЧИ**

- **РАДИОГРАФИЯ ПРЕДСТАВЛЯЕТ СОБОЙ ТЕХНИКУ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПРИ ПОМОЩИ ПУЧКА РЕНГЕНОВСКИХ ЛУЧЕЙ И СПОСОБНОСТЬ РЕГИСТРАЦИИ НА ПЛЕНКУ.**

СРАВНЕНИЕ СНИМКОВ ПРИ ПОМОЩИ КОМПЬЮТЕРА ПОЗВОЛЯЕТ БОЛЕЕ ТОЧНО СТАВИТЬ ДИАГНОЗ

ТЕХНИКА РАДИОЛОГИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ СЕРДЦА И КРУПНЫХ СОСУДОВ

- Радиологическими методами исследования сердца и магистральных сосудов являются:

-радиография в стандартных положениях (задне-передняя и профильная с/или без контрастированием пищевода) и специальные положения (правое косое и левое косое);

-флюороскопия.

На практике в большинстве случаев радиография в задне-переднем и левом профильном положении информативны для изучения полостей сердца и крупных сосудов

ФЛЮРОСКОПИЯ

Является более облучающим методом исследования, поэтому используется в ограниченном количестве.

показания:

1. Исследования функция клапанных протезов ,
2. Дефекты кальцификаций коронарных артерий,клапанов и перикарда,
3. Идентификация поломки кардиостимулятора.

Будучи исследованием в динамике удобен для исследования мобильности диафрагмы, пульсации теней сердца

Увеличение в объеме левого предсердия

Фронтальная радиография – увеличение происходит в след. значении:

- Двойной концентрический контур правой нижней арки;
- Двойной эксцентрический контур правой нижней арки;
- Marginal aproape pe toată întinderea arcului inferior drept.

Spre stânga- determina bombarea urechiușei stângi, vizualizata ca un arc suplimentar la nivelul treimii inferioare al arcului mijlociu stâng.

In sens cranian - determina creșterea unghiului de bifurcație al traheii în special pe seama orizontalizării bronșitei primitive stângi.

Radiografia de profil stâng cu esofagul opacifiat cu pastă baritata:

Аprecierea gradului de mărire posterioară a atriului stâng se face în raport cu esofagul și cu corpii vertebrali toracali astfel:

- Amprenta atriului stâng pe esofag;
- Împingerea posterioară a esofagului fără depășirea marginii anterioare a corpilor vertebrali;
- Împingerea posterioară a esofagului cu depășirea marginii anterioare a corpilor vertebrali;
- Împingerea posterioară a esofagului pin la peretele toracic posterior și apoi deplasarea laterală a esofagului;

ЯДЕРНАЯ ВИЗИАЛИЗАЦИЯ В КАРДИОЛОГИИ

Радионуклидная визуализация в кардиологии включает :

- перфузионная сцинтиграфия миокарда,
- радионуклидная вентрикулография,
- позитронная эмиссионная томография.

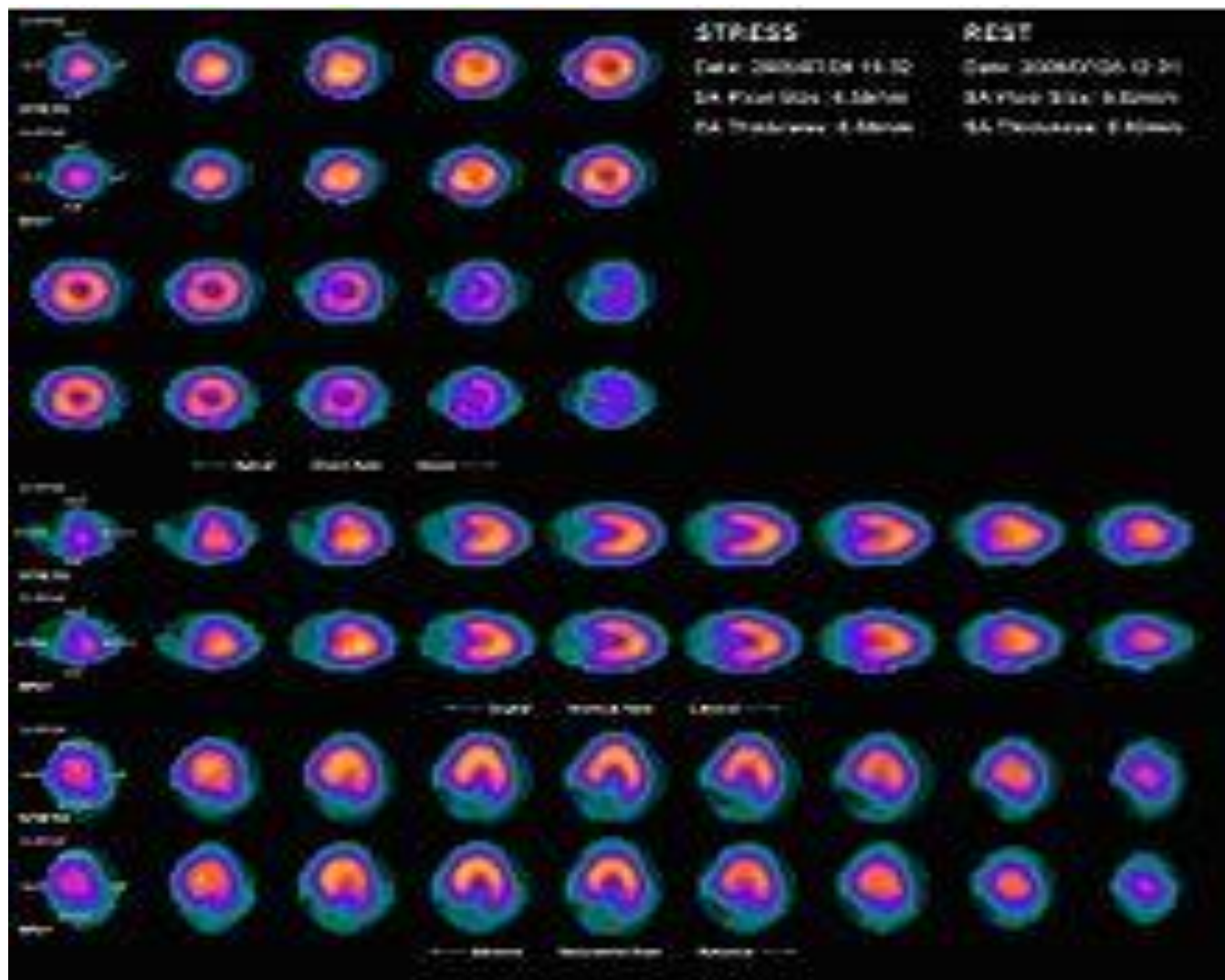
ПЕРФУЗИОННАЯ СЦИНТИГРАФИЯ МИОКАРДА

- **Принцип метода состоит в использовании радиофармпрепаратов (индикаторов)** с высоким тропизмом к миокарду, используемых для выявления зон с измененной перфузией. Метод включает два важных последовательных действий: распределение индикатора по миокарду и его накопление в метаболически активных клетках.
- **Показания к проведению перфузионной сцинтиграфии миокарда**
- Острый инфаркт миокарда, особенно в условиях затрудненной интерпретации ЭКГ (нарушения ритма, проводимости)
- Диагностика и дифференциальная диагностика ишемической болезни сердца
- Определение состояния миокарда и полости левого желудочка (дилатация, гипертрофия)
- Оценка состояния миокарда при некоронарогенных поражениях
- Оценка результатов лекарственного, хирургического и реабилитационного лечения (динамическое наблюдение)
- Стресс-тесты широко используются при визуализации перфузии миокарда: динамическая нагрузка и фармакологические тесты с вазодилататорами (аденозин или дипиридамолом) или симпатомиметиками (добутамин).

Сцинтиграфия сердца



Сцинтиграфия сердца



Радиография в задне-переднем положении

Производится на дистанции 1,5-2 метра от пенки. На рентгенограмме видны след. образования:

ПРАВЫЙ КОНТУР ТЕНИ СЕРДЦА:

- кардиодиафрагмальный угол;
- нижняя полая вена порой видна на уровне кардиодиафрагмального угла;
- правое предсердие;
- сосудистый пучок, который состоит в основном из верхней полой вены и венозного плечеголового ствола.

ЛЕВЫЙ КОНТУР ТЕНИ СЕРДЦА:

- левый кардиодиафрагмальный угол;
- левый желудочек;
- golf cardiac;
- луковица аорты;
- левая подключичная артерия.

РАДИОНУКЛИДНАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ СЕРДЕЧНОЙ ФУНКЦИИ

Специальная методика для определения точной фракции выброса (ФВ) правого желудочка (ПЖ) и левого (ЛЖ), а также объемов ЛЖ.

Главные достоинства:

- неинвазивная ядерная процедура,
- возможность обучения обоих желудочков одновременно,
- способность выполнять повторные измерения (т.е. до и после физической нагрузки).

Позитронная эмиссионная томография (ПЕТ)

- Позитронные излучатели – это изотопы с пониженным количеством нейтронов, которые достигают стабильности при помощи ядерной трансмутации одного протона в нейтрон. Этот процесс вызывает выделение одного позитивного электрона (позитрона), после выделения позитрон выделяет энергию при взаимодействии с окружающими тканями, где он разрушается одним электроном, в результате два протона расходятся в разном направлении.
- ПЕТ включает индикаторы перфузии и метаболические индикаторы, для оценки жизнеспособности тканей
- Перфузионные исследования в покое или после фармакологических стресс-тестирования могут быть показаны для:
 1. Обнаружении ишемии миокарда и\или ИФМ
 2. Определение тяжести заболевания
 3. Оценка

КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ СЕРДЦА

- КТ предоставляет секционные изображения с помощью компьютера последовательно накладывающихся друг на друга частей.
- На обычном рентгеновском снимке небольшие патологические образования могут плохо просматриваться или быть вовсе не заметными из-за суперпозиции тканей (наложения слоев друг на друга), поэтому на выручку приходит компьютерная томография, от которой не ускользнет даже самое мелкое патологическое образование.
- X лучи, выделяются в виде пучка, который проходит через исследуемый участок тела пациента

КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ СЕРДЦА

- Коэффициент трансформации- единица Hounsfield (UH) – и на этой основе изображение отображается в оттенках серого или цветовой гаммы . единица Hounsfield находится в диапазоне между – 1024 и + 3071,
- **обычные значения :**
- –1000 UH для воздуха,
- –50 UH для жировой ткани,
- 0 UH для воды,
- 30-70 UH для крови и мышечной ткани,
- 130-500 UH для кальцификатов
- 500-1500 UH для кости

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ КОНТРАСТЫ

Использование внутрисосудистого йодированного контрастного вещества, распространенная методика в КТ :

- Ultravist (iopromide),
- Omnipaque (iohexol),
- Visipaque (iodixanol).

Общий объем контрастного вещества составляет 50-100 мл, исследование протекает в течении 10-15 минут.

Клиническое использование

КТ имеет несколько возможных применений :

- Определение кальция в коронарах;
- Коронарная ангиография КТ с контрастным веществом
- КТ сердца с исследованием сердечных полостей и перикарда.

Ограничение метода

Существует несколько физиологических ограничений для использования метода, для получения качественных снимков:

- *аритмия*, которая изменяет длительность сердечного цикла и ведет к понижению качества снимка;
- *Синусовая тахикардия* ведет к снижению длительности диастолы в период получения снимков;
- *Присетствие кальцификатов.*

Также необходимо определение противопоказаний к КТ: хроническая почечная недостаточность, аллергии, психические расстройства.

ЯДЕРНО-МАГНИТНЫЙ РЕЗОНАНС СЕРДЦА

- ЯМР сердца имеет классические показания для анатомического исследования сердца и крупных сосудов и играет центральную роль для характеристики миокарда и изучению его жизнеспособности, постинфарктная визуализация и инфильтративные патологии миокарда
- Эффект ЯМР зависит от взаимодействия атомов водорода с магнитными волнами, созданными в магнитном поле.

ЯДЕРНО-МАГНИТНЫЙ РЕЗОНАНС СЕРДЦА

- Прибор ЯМР содержит магнит с различной интенсивностью, но чаще всего используется 1.5 Tesla.
- После освобождения потока энергии, имеет место падение намагниченности ткани и высвобождения энергии в виде сигнала (используется для формирования эха)
- Затем, сканеры ЯМР, переводят данное эхо в изображение

Используемые субстанции контрастирования

- Используются контрастные внутрисосудистые вещества на основе гадолиния,
основе гадолинияума,
- Примеры:
 - Omniscan(Gadodiamide)
 - Magnevist (Gadopentate dimeglumine).

Показания в применении ЯМР:

- **Коронарная ангиография**

Для обнаружения ИБС

ЯМР сердца

Оценка сердечной функции после инфаркта или при сердечной недостаточности

Оценка локализации и распространенности некроза миокарда

Исследование жизнеспособности миокарда до реваскуляризации

Исследование миокардитов и ИФМ со здоровыми коронарными артериями

Обнаружение врожденных патологий

Определение опухолей сердца или перикарда

Выявление кардиомиопатий

Определение анатомии легочных вен

ЯМР крупных сосудов

Определении при подозрении на диссекцию аорты или аневризму грудной аорты

Технические ограничения метода

- Невозможность проведения ЯМР у пациентов с металлическим имплантантом .
- Является противопоказанием у пациентов с :
 - Пейсмейкером или дефибрилятором,
 - нейростимулятором,
 - Улиточным имплантом,
 - Инсулиновой помпой,
 - Присутствие металлических фрагментов на уровне глаз или ЦНС .

Электрофизиологическое внутрисердечное исследование

- **Является относительно новым методом для оценки пациентов с сердечно-сосудистой патологией.**
- **Таким образом, первую запись внутрисердечных электрических активностей зафиксировали в 1959 году Стаки и Хоффман во время операции на открытом сердце и, позднее, в 1960 году Пуэхом и Жиро при помощи внутриполостного катетера .**
- **исследование является инвазивным диагностическим методом для выявления нарушения проводимости.**

Подготовка пациентов

- Является важным этапом.
- В целом, пациенты мало знакомы с данным видом исследования и, следовательно, необходимо дать четкие разъяснения о важности исследования и возможных результатах
- Необходимо описать риски и осложнения до согласия пациента на проведение вмешательства.
- Во время вмешательства должен присутствовать врач-анестезиолог.

ПЕРСОНАЛ, ПРОВОДЯЩИЙ ЭФИ

- КАРДИОЛОГ, С ОПЫТОМ ПРОВЕДЕНИЯ ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГОДИАГНОСТИЧЕСКИХ ВМЕШАТЕЛЬСТВ
- 1-2 МЕДСЕСТРЫ, И ОПЕРАТОРЫ, ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ МАНИПУЛЯЦИЙ.

ПОКАЗАНИЯ К ЭФИ

- Оценка функций синусного узла у пациентов с приобретенной дисфункцией синусного узла
- Приобретенный атриовентрикулярный блок
- Хроническое нарушение АВ проводимости,
- Тахикардия с широким комплексом QRS
- Синдром WPW,
- Синкопальные состояния неизвестной этиологии,,
- Необъясняемое сердцебиение, желуд. тахикардия, экстрасистолия .

Осложнения ЭФИ

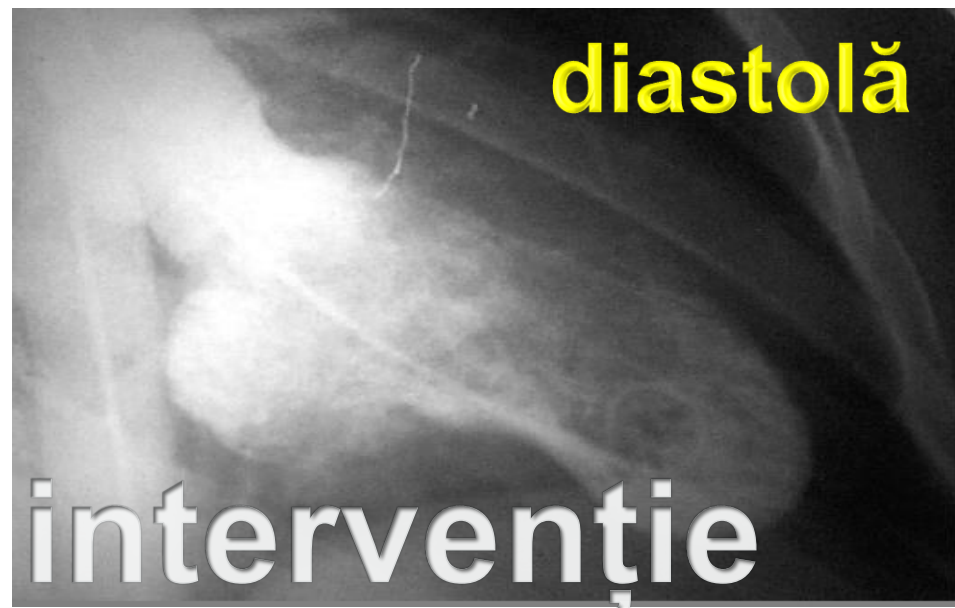
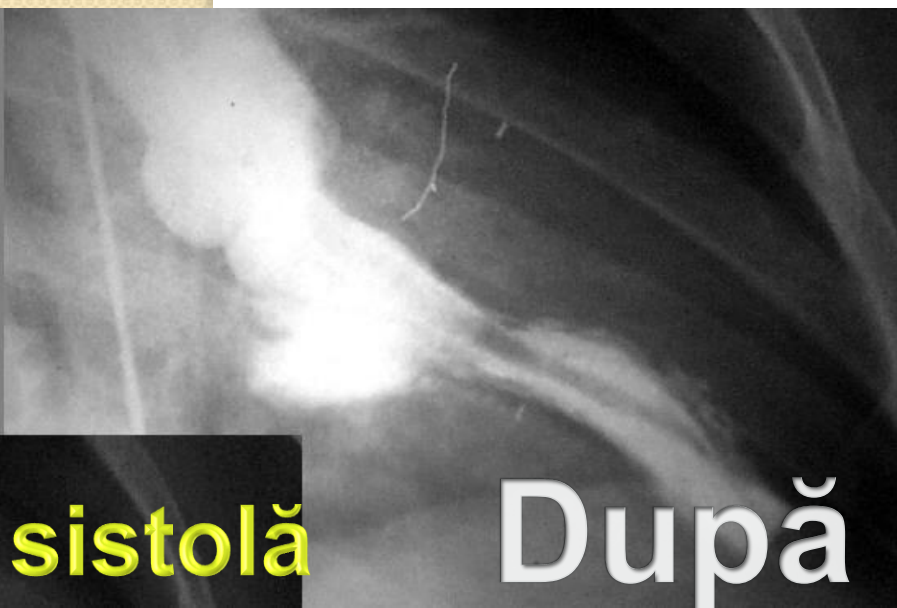
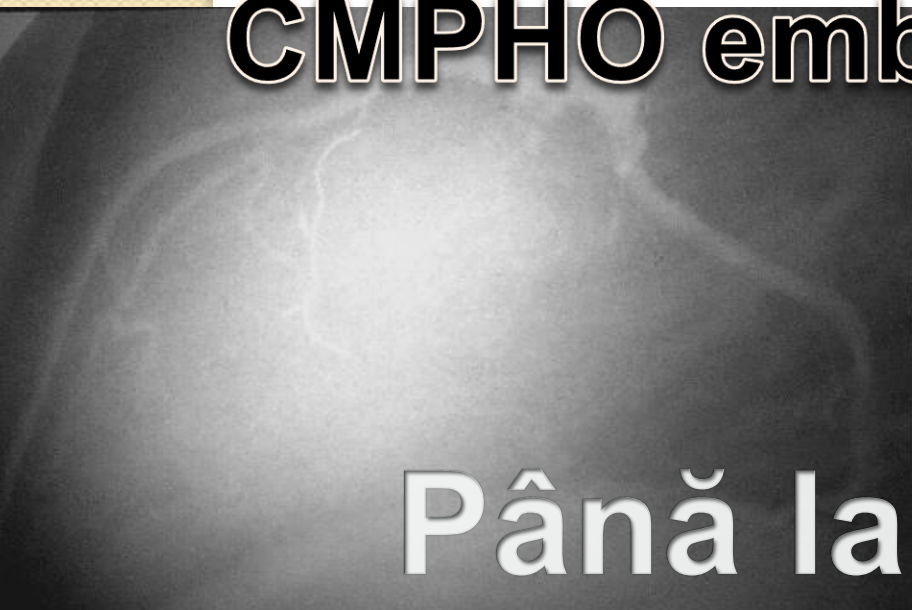
- Гематома в месте пункции,
- Локальное кровоизлияние,
- тромбофлебит,
- Эмболические осложнения,
- Перикардит и тампонада,
- пневмоторакс,
- гипотензия

Сердечная катетеризация и коронарография

- Катетеризация сердца является инвазивным методом исследования сердечно-сосудистой системы, который включает в себя несколько тестов - для определения давления полости и оксиметрии в сердце, резистентности легочных сосудов.
- Комбинированная катетеризации сердца это процедура, которая включает в себя гемодинамические и ангиографические стороны, для диагностических или терапевтических целей .

Coronarografie

CMPHO embolizare septală



După intervenție

Клинические применения

Оценка гемодинамики:

- Для установления прогноза и терапевтической стратегии в момент операции при наличии врожденных повреждений кардиомиопатий, пороков клапанов.
- Инвазивный мониторинг ответа на применение медикаментов у тяжелых пациентов с кардиогенным шоком,

Ангиография сердца имеет несколько клинических применений:

Коронарография – для диагностики ИБС, а также врожденных аномалий коронарных сосудов;

Аорто-и вентрикулография- для распознавания клапанной патологии и определения варианта лечения;

Показания к проведению коронарографии:

- выявленная или подозреваемая ИБС
- при болях за грудиной
- инфаркт миокарда
- перед операцией по поводу пороков сердца
- при сердечной недостаточности
- в случаях риска при неинвазивных исследованиях с нагрузкой
- при стенокардии
- при желудочковых нарушениях ритма
- при сердечно-легочной реанимации
- при отеке легких ишемического характера

Вентрикулография

это метод рентгенологического исследования с использованием контрастного вещества. Он позволяет получить представление о сократительной функции желудочков сердца, состоянии клапанов сердца, изменении конфигурации полостей желудочков при аневризме, ишемии или гипертрофии мышцы сердца.

Аортография

рентгенологическое обследование аорты. В аорту вводится рентгеноконтрастное вещество, после чего делается серия рентгенограмм. Аортография выполняется с целью определения степени заболевания, а также локализации больного участка (например, атероматозной закупорки артерии или аневризмы); такое обследование может оказать существенную помощь при планировании хирургического лечения

КОРОНАРОГРАФИЯ

- НАИБОЛЕЕ ЧАСТО
ИСПОЛЬЗУЕТСЯ КАТЕТЕР **Judkins**,
КОТОРЫЙ ВВОДЯТ ЧЕРЕЗ
БЕДРЕННУЮ АРТЕРИЮ.

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ЭХОГРАФИЯ ВНУТРИСОСУДИСТАЯ

ультразвуковое изображение, полученное из передатчика, находящегося в вене. Для этого используются специальные катетеры, размер которых позволяет им войти в коронарную и другие периферийные артерии. Этим методом можно получить детальное изображение внутренней поверхности стенок сосудов, что особенно важно при атеросклерозе.

Осложнения катетеризации сердца и коронарографии

Тяжелые осложнения с риском для жизни:

- Диссекция аорты или коронарных артерий,
- Разрыв сердца,
- Воздушная эмболия,
- пневмоторакс,
- Легочная тромбоэмболия,
- аритмии.

Другие частые осложнения:

- гематома в месте пункции,
- стенокардия,
- Вазовегетативные рефлексy,
- Аллергические реакции на медикаменты.
- Воспаление в месте пункции

