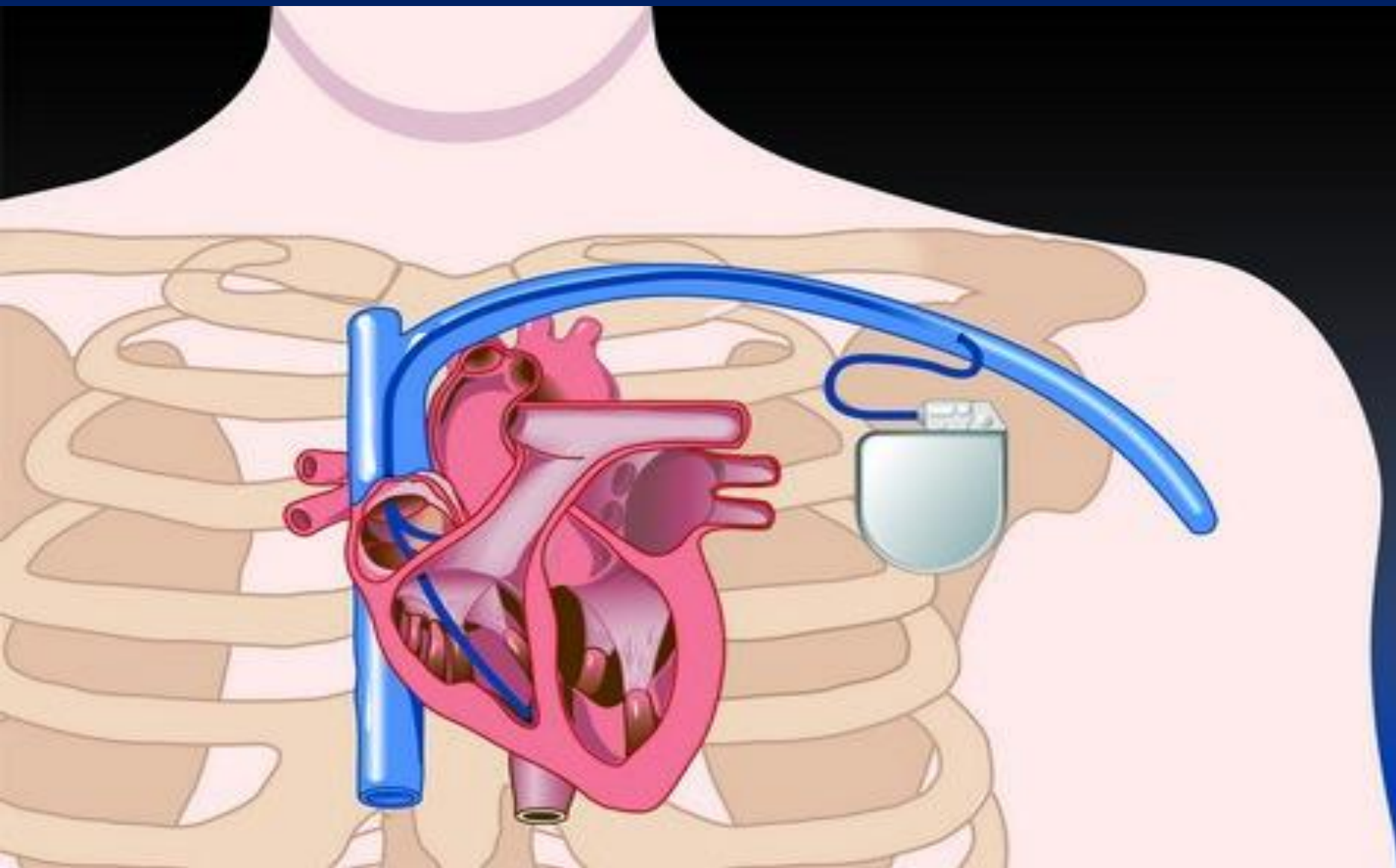


Электрокардиостимуляция



■ **Электрокардиостимулятор (ЭКС; искусственный водитель ритма (ИВР))** — медицинский прибор, предназначенный для воздействия на ритм сердца. Основной задачей кардиостимулятора (водителя ритма) является поддержание или навязывание частоты сердечных сокращений пациенту, у которого сердце бьётся недостаточно часто, или имеется электрофизиологическое разобщение между предсердиями и желудочками (атриовентрикулярная блокада).

История создания электрокардиостимуляторов

- Впервые способность импульсов электрического тока вызвать сокращения мышцы заметил итальянец Луиджи Гальвани.
- Позднее российские физиологи В. Ю. Чаговец и Н. Е. Введенский изучили особенности воздействия электрического импульса на сердце и предположили возможность использования их для лечения некоторых заболеваний сердца.
- В 1927 году Альберт Хаймен (A. Numan) создал первый в мире наружный электрокардиостимулятор.
- В 1951 году американские кардиохирурги Каллаган и Бигелоу использовали кардиостимулятор для лечения больной после операции.
- В 1958 году шведские ученые (в частности, Руне Элквист) создали имплантируемый, то есть полностью находящийся под кожей, кардиостимулятор (Siemens-Elementa). Первые стимуляторы были недолговечными: их срок службы составлял от 12 до 24 месяцев.

Развитие имплантируемых устройств



Во время первых имплантаций в конце 80-ых устройства ИКД были достаточно большими, для имплантации требовалось проведение операции (торакотомия под общей анестезией), длительное пребывание в стационаре. Длительность работы устройства составляло в среднем около 18 месяцев. Тем не менее, ИКД имплантировались только пациентам с высоким риском: выжившим после 2 или более событий ВСС.

Послеоперационный период пребывания в стационаре составил около недели. Терапия проводилась через большие пластины дефибрилляции, которые подшивались напрямую к эпикарду.

Развитие имплантируемых устройств



Сегодня устройства имплантируются в области грудной мышцы, подкожно или подмышечно, под местной анестезией и седацией у большинства пациентов. В большинстве случаев используется трансвенозный доступ с малым количеством осложнений (периоперативная смертность $<1\%$). В отличие от практики прошлых лет ИКД сегодня являются терапией первой линии у пациентов с ЖТ/ЖФ. Современные ИКД располагают множеством программируемых опций терапии при доступности одно- или двухкамерной стимуляции.

Развитие имплантируемых устройств

Кардиостимуляторы в прошлом

- Первые имплантаты в 1960ых
- Однокамерные, непрограммируемые кардиостимуляторы
- Срок службы около 2 лет
- Около 200 см³
- Абдоминальные имплантаты, стернотомия для постановки эпикардальных электродов



Развитие имплантируемых устройств

Кардиостимуляторы сегодня

- Грудные имплантаты
- Трансвенозное размещение электрода 6-7 F в диаметре
 - Амбулаторная процедура/суточное пребывание
- $< 30 \text{ см}^3$
- Срок службы 8-10 лет
- Двухкамерные, широко программируемые
- Усовершенствованные функции диагностики и сохранения трендовой информации



Устройства кардиостимуляции

- Разработаны для:
 - Восстановления или поддержания ЧСС, достаточной для соответствия метаболическим потребностям организма
 - Предоставления диагностической информации о
 - Работе устройства
 - Пациенте

Устройства для кардиостимуляции

- Имплантируемые электрокардиостимуляторы (ЭКС)
 - Обеспечивают ЧСС, достаточную для соответствия метаболическим потребностям организма
 - Выполняют различные диагностические функции
 - Имеют срок службы около 8-10 лет
 - Некоторые из новых кардиостимуляторов имеют терапевтические функции



Устройства для кардиостимуляции

- Имплантируемые кардиовертеры-дефибрилляторы (ИКД)
 - Предназначены для восстановления синусного ритма при тахикардии при помощи:
 - Дефибрилляции
 - Кардиоверсии
 - Антитахикардической стимуляции (АТС)
 - Обеспечивают ЧСС в соответствии с метаболическими потребностями
 - Одно- или двухкамерная кардиостимуляция
 - Выполняют различные диагностические функции
 - Срок службы около 6-9 лет
 - Также разработаны устройства, способные устранять ПФ посредством кардиоверсии/АТС в дополнение к стандартной терапии ИКД

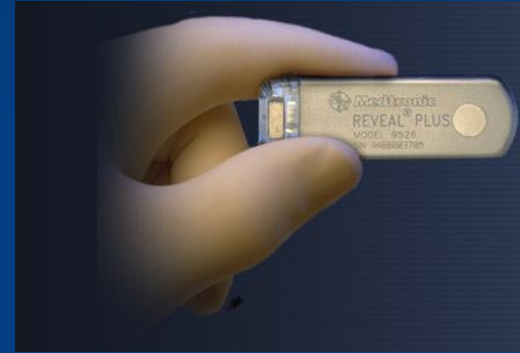


Устройства для кардиостимуляции

- Устройства сердечной ресинхронизирующей терапии (СРТ)
 - ЭКС с СРТ или ЭКС + ИКД с СРТ
 - Восстанавливают желудочковую синхронию
 - Используется специальный электрод, который обычно размещается на задне-латеральной стенке ЛЖ и проводится через дугу коронарного синуса
 - Возможно размещение эпикардальных электродов ЛЖ
 - Обеспечивает ПЖ и ЛЖ синхронную кардиостимуляцию
 - Может восстановить ритм при наличии угрожающей жизни тахикардии
 - СРТ стимуляция + ИКД (СРТ-Д)
 - Обеспечивает ЧСС для соответствия метаболическим требованиям
 - Только СРТ стимуляция
 - Выполняет различные диагностические функции

Устройства для кардиостимуляции

- Имплантируемые кардиомониторы (петлевые регистраторы)
 - Обеспечивают мониторинг сердечного ритма
 - Частый ритм
 - Медленный ритм
 - Предоставляет отчетную ЭКГ регистрируемых событий



Однокамерный кардиостимулятор

- Классический однокамерный кардиостимулятор был разработан первым из семейства приборов для сердечной электростимуляции. Если раньше однокамерный электрокардиостимулятор работал лишь на одной заданной частоте сокращения, то его более поздние модели стали выпускаться ориентированными на изменение сердечного ритма и действие при необходимости. Устройство любого однокамерного кардиостимулятора заключается в присутствии одного электрода, размещаемого в сердечном желудочке (одной камере).



Двухкамерный кардиостимулятор

- Конструкция кардиостимулятора данного типа включает в себя наличие двух электродов, которые одновременно размещаются и в предсердии, и в желудочке сердца. Поскольку двухкамерный электрокардиостимулятор обеспечивает физиологически естественное синхронное сокращение сердечных камер, он считается наиболее комфортным для больного, функциональные возможности которого после операции значительно возрастают (по сравнению с однокамерной моделью прибора).

Имплантируемые кардиовертеры-дефибрилляторы (ИКД, ИКВД)

- Остановка кровообращения у пациента может произойти не только при остановке водителя ритма сердца или развитии нарушений проведения (блокад), но и при фибрилляции желудочков или при желудочковой тахикардии.
- Если человек по этой причине имеет высокий риск остановки кровообращения, ему имплантируют кардиовертер-дефибриллятор. Кроме функции стимуляции при брадисистолических нарушениях ритма он имеет функцию прерывания фибрилляции желудочков (а также трепетания желудочков, желудочковой тахикардии). С этой целью, после распознавания опасного состояния, кардиовертер-дефибриллятор наносит разряд от 12 до 35 Дж, что в большинстве случаев восстанавливает нормальный ритм, либо по крайней мере купирует жизнеугрожающие нарушения ритма. Если первый разряд был неэффективен, аппарат может повторить его до 6 раз.

Временный кардиостимулятор

Современный временный кардиостимулятор – достаточно универсальный прибор. Установка такого кардиостимулятора может стать оптимальным решением в случае срочной корректировки сердечного ритма (например, при остром инфаркте миокарда, а также некоторых видах брадикардии и тахикардии). Также временный электрокардиостимулятор совершенно незаменим при диагностике и профилактике. Применяется временная электрокардиостимуляция и в предоперационном периоде с последующей имплантацией прибора постоянного действия, которым заменяют временный кардиостимулятор, установленный снаружи.



Электрокардиостимулятор наружный

- Каждый наружный электрокардиостимулятор относится к группе временных кардиостимуляторов и широко используется для корректировки сердечной ритмики по самым различным показаниям. Конструкция наружного электрокардиостимулятора подразумевает наличие достаточно крупных по размеру электродов, которые накладываются сверху в области сердца на грудную клетку и на участок (сердечная проекция), расположенный между позвоночником и левой лопаткой. Современный внешний электрокардиостимулятор востребован в диагностике, профилактике и срочном восстановлении нормального ритма сердечных сокращений без оперативного вмешательства.



Показания к Кардиостимуляции

- **АКА и АКК определили показания для имплантации**
- к абсолютным показаниям относят: брадикардия с клинической симптоматикой; зафиксированная частота сердечных сокращений менее 40 в минуту при физической нагрузке;
- стойкая атриовентрикулярная блокада II-III степени в сочетании с двух- или трехпучковыми блокадами;
- стойкая атриовентрикулярная блокада II-III степени после инфаркта миокарда при наличии клинических проявлений.
- По абсолютным показаниям пациентам выполняют операцию в экстренном порядке или планово после соответствующей подготовки и обследования. При наличии абсолютных показаний к установке ЭКС — противопоказаний к операции нет.

Показания к Кардиостимуляции

- *Относительные показания для имплантации постоянного ЭКС:*
- атриовентрикулярная блокада III степени на любом анатомическом участке с частотой сердечных сокращений при нагрузке более 40 ударов в минуту без клинических проявлений;
- атриовентрикулярная блокада II степени II типа без клинических проявлений;
- синкопальные состояния у больных с двух- и трехпучковыми блокадами, которые не связаны с полной поперечной блокадой или желудочковыми тахикардиями, но другой причины синкопальных состояний установить не удастся.

Показания к Кардиостимуляции

- При наличии относительных показаний у пациента решение об имплантации ЭКС принимается индивидуально с учетом возраста, сопутствующих заболеваний, физической активности и других факторов.
- Имплантация постоянного электрокардиостимулятора не показана пациентам с приобретенной АВ-блокадой, обусловленной обратимыми причинами (побочное действие препаратов, острый инфаркт миокарда, интоксикации, электролитные нарушения).

Показания

Кардиовертер-дефибриллятор

- Первичная и вторичная профилактика ВСС
 - Вторичная
 - Пациенты перенесшие ранее эпизоды ВСС или желудочковой аритмии (ЖА)
 - Первичная
 - Пациенты, у которых ранее не развивалась ЖА, но имеющие риск ее развития

Показания

Дефибриллятор (продолжение)

Показания определены Heart Rhythm Society (HRS) и включают:

- Остановка сердца
 - Вследствие ЖТ или ЖФ, не являющихся временными или обратимыми
 - Вследствие спонтанной и устойчивой ЖТ в сочетании со структурным заболеванием сердца
- Обморок неясной этиологии с:
 - Устойчивой ЖТ или ЖФ, вызванной во время ЭФ исследования
- Неустойчивая ЖТ с:
 - ИБС или предшествующим ИМ и дисфункцией ЛЖ
 - Индуцируемой ЖФ или устойчивой ЖТ (без приема антиаритмических препаратов)
- Спонтанная устойчивая ЖТ
 - Не восприимчивая к другой терапии

Показания

Дефибриллятор (продолжение)

- Рекомендации Класса I по имплантации ИКД
 - Пациенты с перенесенным ИМ более 40 дней назад
 - ФВ ЛЖ \leq 30-40%
 - Класс NYHA II или III
 - Пациенты без ишемических нарушений
 - ФВ ЛЖ \leq 30-35%
 - Класс NYHA II или III
 - Пациенты с риском ВСС вследствие генетических расстройств
 - Синдром удлиненного QT
 - Синдром Бругада
 - Гипертрофическая кардиомиопатия (ГКМ)
 - Аритмогенная правожелудочковая дисплазия (АПЖД)

Примечание: Данный список включает текущие основные показания для ИКД

Показания

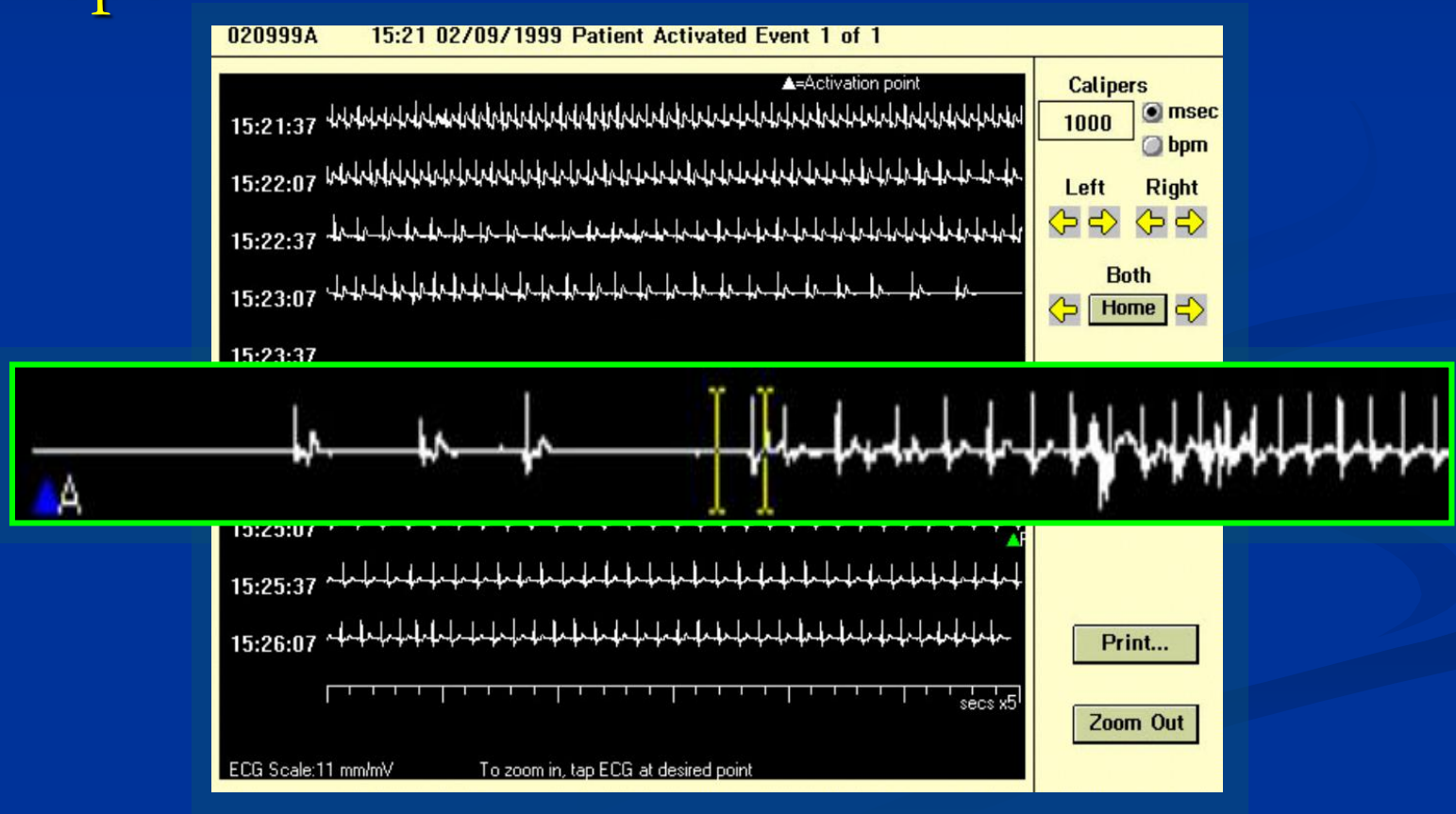
Сердечная ресинхронизирующая терапия

- Класс сердечной недостаточности по NYHA III или IV
- Оптимальная медикаментозная терапия
- Широкий QRS ≥ 120 мс
 - Или признаки желудочковой диссинхронии по данным ЭхоКГ
- Фракция выброса $\leq 35\%$
- Кто является кандидатами на CRT-D и CRT?
 - Большинству имплантируется CRT-D, так как у пациентов с ЛЖ дисфункцией имеется риск развития ВСС

Показания

Имплантируемый кардиомонитор

- Транзиторные, нечастые, рецидивирующие обмороки

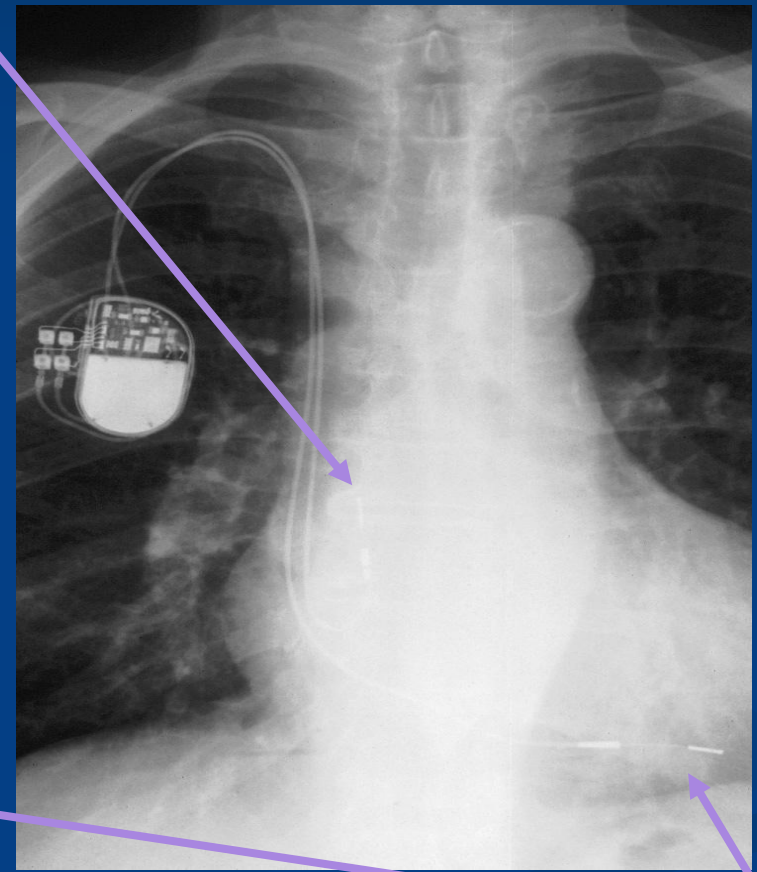
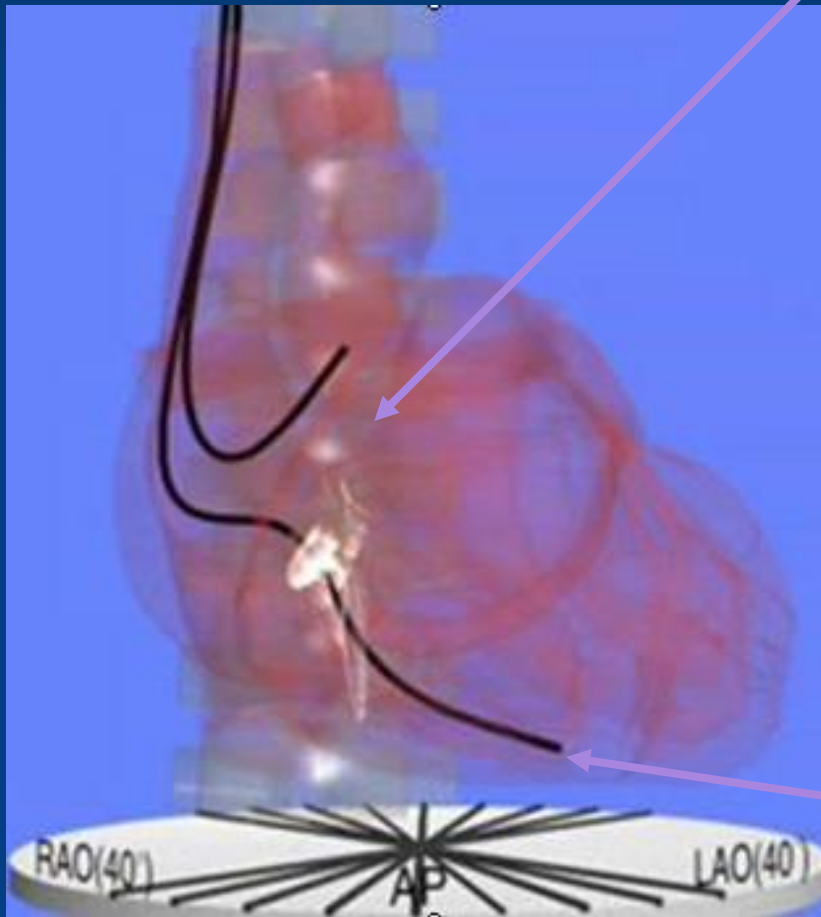


Идентификация систем

Кардиостимуляторы

Двухкамерный
кардиостимулятор

Электрод в ушке
правого предсердия



Электрод в верхушке правого желудочка

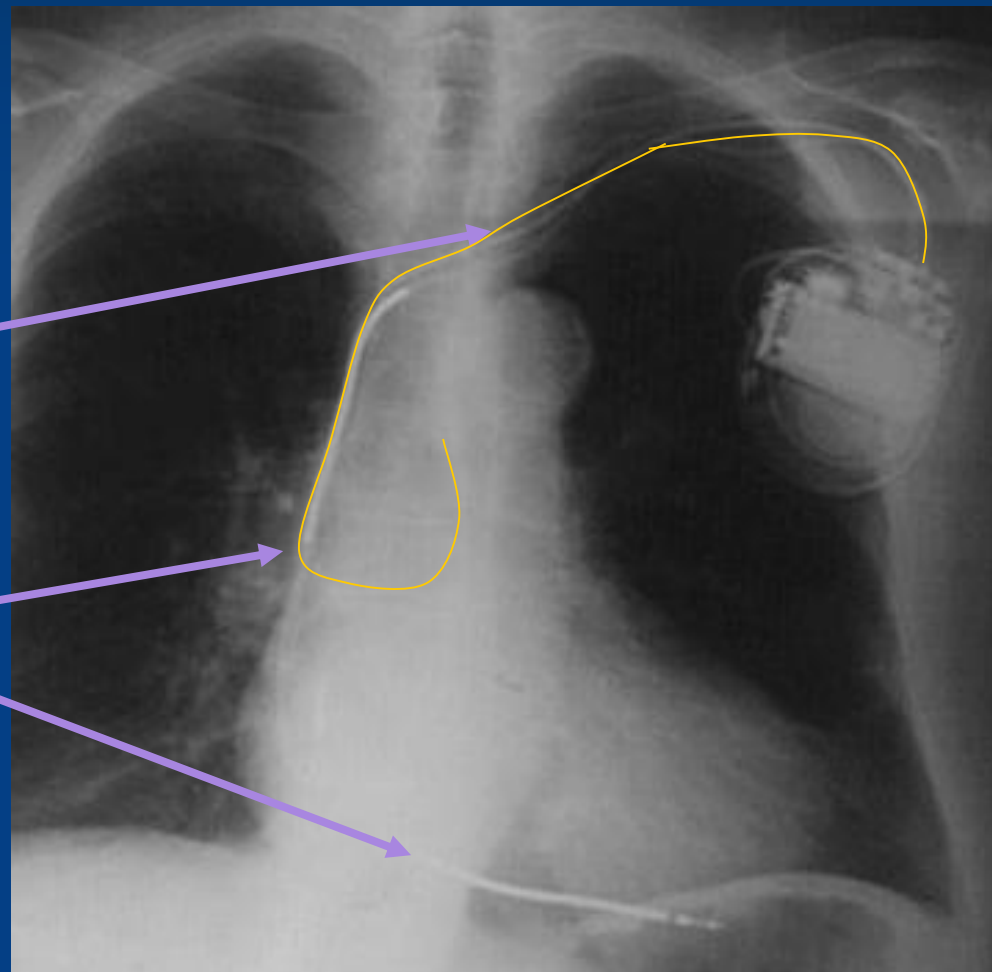
Идентификация систем

ИКД или высоковольтная терапия

Правый предсердный
электрод

Отмечено ориентировочное
расположение

Правый желудочковый
электрод с катушками ПЖ
и ВПВ



Идентификация систем

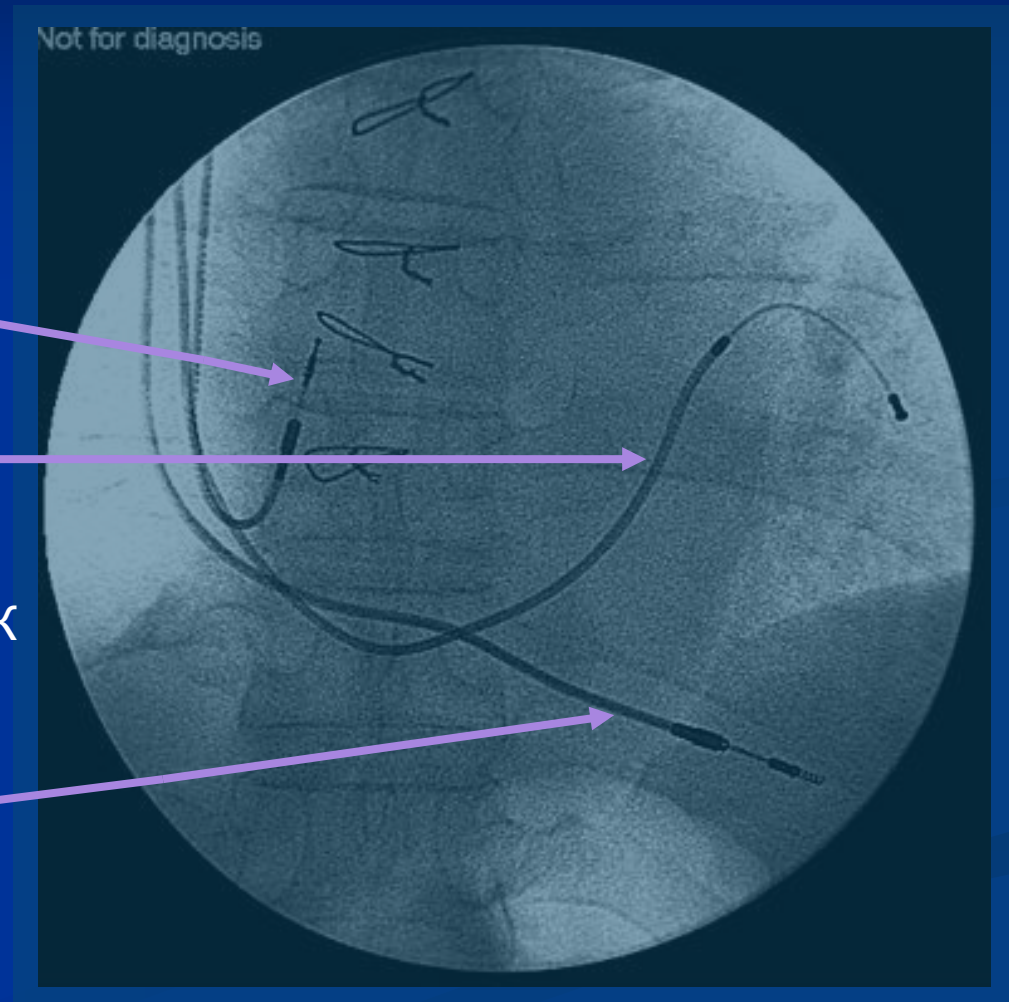
Низковольтная CRT

Электрод правого предсердия

Левожелудочковый электрод

Размещен на поверхности ЛЖ (через коронарный синус)

Правожелудочковый электрод



Идентификация систем

СРТ-Д

Электрод правого
предсердия

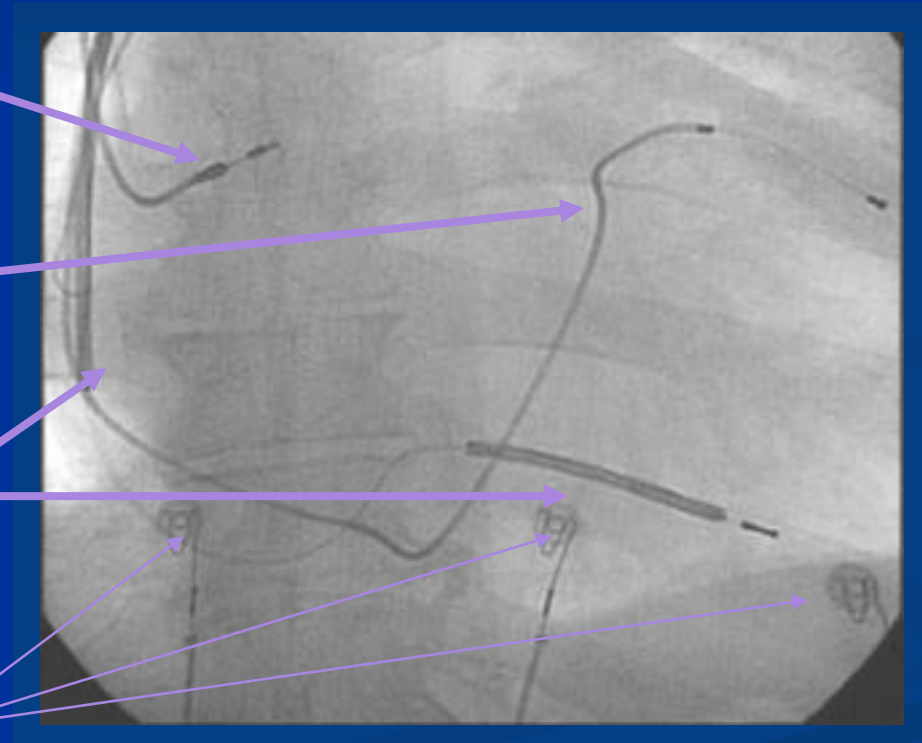
**Левожелудочковый
электрод**

Размещен на поверхности ЛЖ
(через коронарный синус)

**Правожелудочковый
электрод**

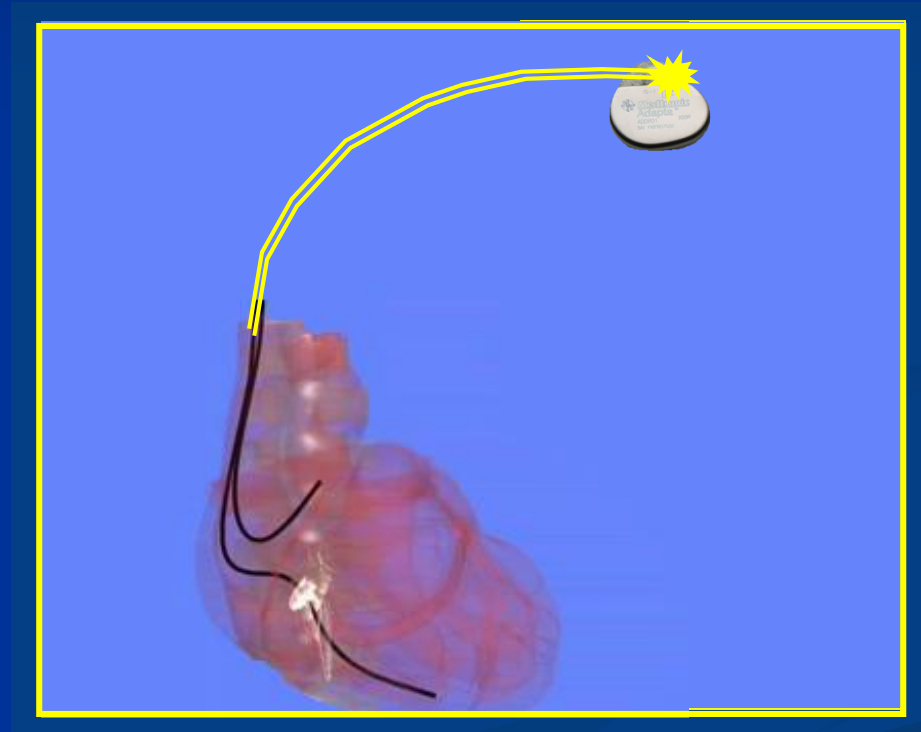
Следует отметить 2
высоковольтные катушки
дефибрилляции

**Электроды
поверхностной ЭКГ**



Кардиостимуляция

- Воспринимает собственный сердечный ритм
 - Доставляет низковольтные электрические импульсы, когда ЧСС становится ниже запрограммированного предела
- Низковольтные импульсы производят захват и деполяризацию сердечной мышцы, вызывая сокращение
 - Двухкамерный ИКС обеспечивает А-В синхронию

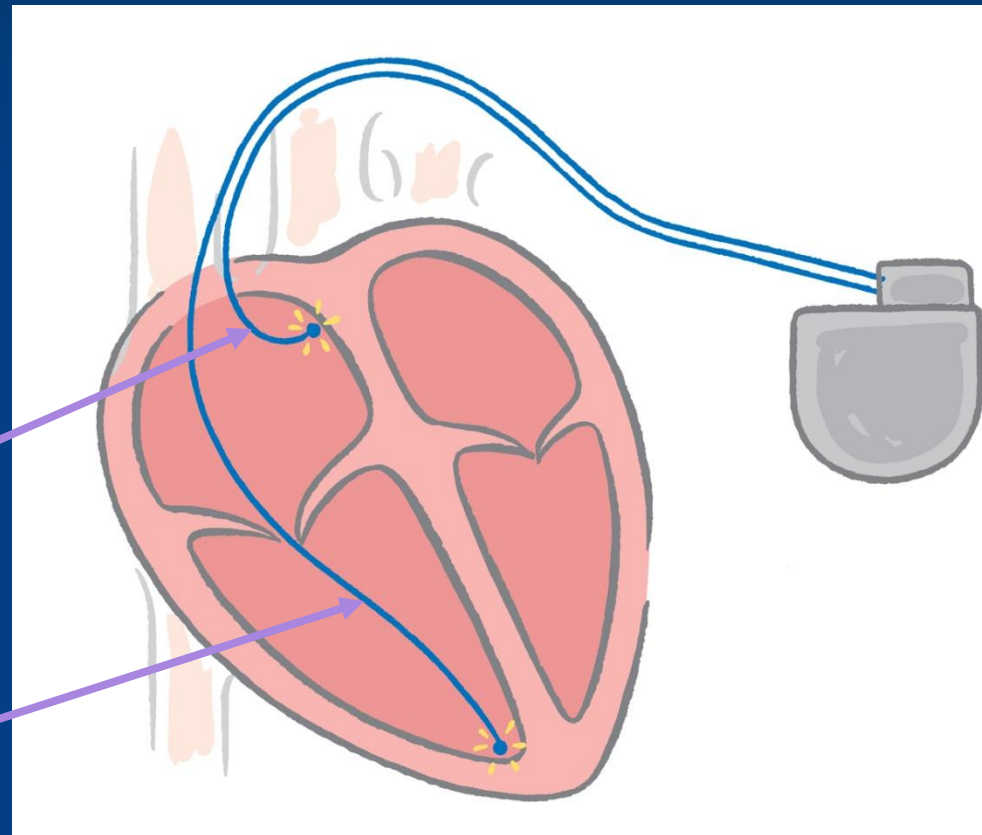


Терапия с использованием ИКД

- Предсердие и желудочек
 - Восприятие
 - Стимуляция
- Желудочек
 - Антитахикардическая стимуляция (АТС)

Предсердный электрод

Желудочковый электрод



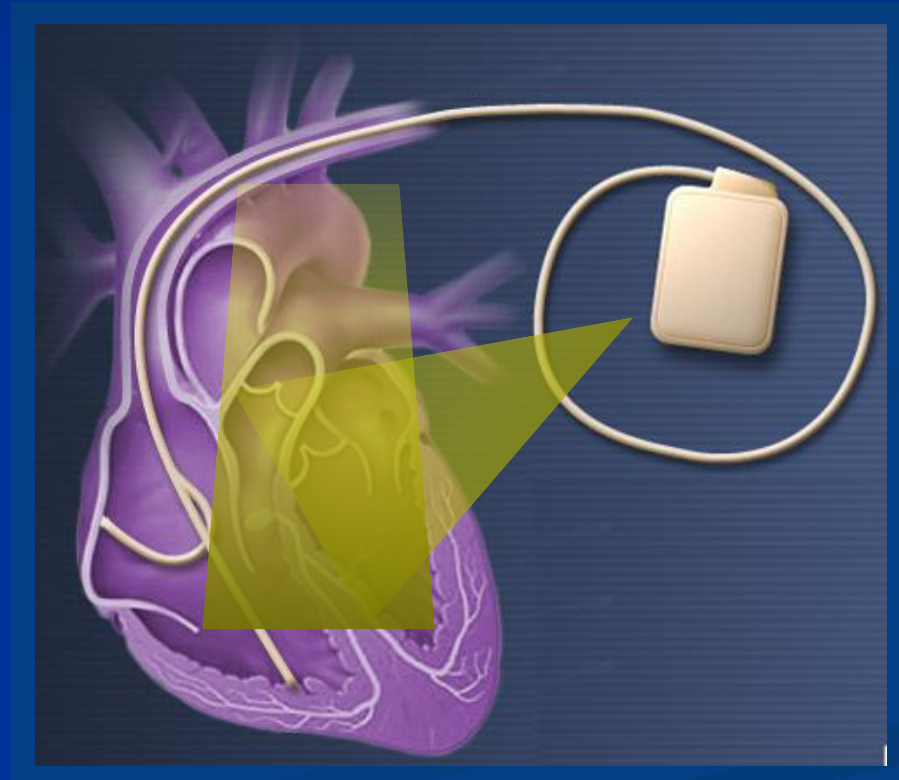
Высоковольтная терапия

Кардиоверсия и дефибрилляция проводятся в форме двухфазной волны

Например: Изначально от катушки в области верхней полой вены и корпуса к ПЖ катушке и обратно.

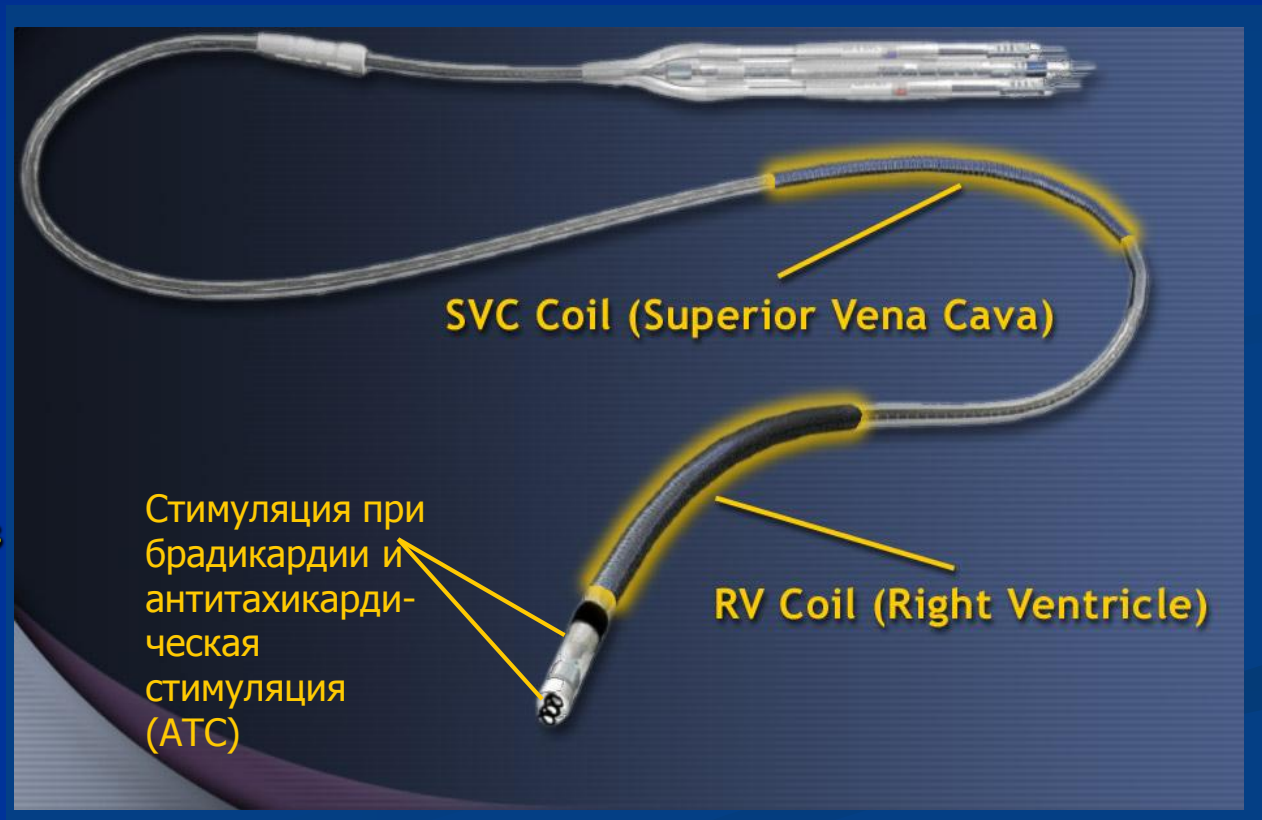
Устройство должно распознать — зарядить — подтвердить — и доставить разряд.

Здесь важна быстрая и точная детекция и малое время зарядки



Терапия с использованием ИКД

- ИКД электрод разработан для проведения как высоковольтной, так и обычной кардиостимуляции
 - Стимуляция при брадикардии
 - АТС
 - Кардиоверсия
 - Дефибрилляция
- Обычно около 7F в диаметре



ЭКГ-заключение

Работа кардиостимулятора существенно меняет картину электрокардиограммы (ЭКГ). При этом работающий стимулятор так изменяет форму комплексов на ЭКГ, что по ним становится невозможно судить о чём-либо. В частности, работа стимулятора может маскировать ишемические изменения и инфаркт миокарда. С другой стороны, так как современные стимуляторы работают «по требованию», отсутствие признаков работы стимулятора на электрокардиограмме ещё не означает его поломку.

ЭКГ-заключение

Хотя нередки случаи, когда средний медицинский персонал, а иногда и врачи при этом без должных оснований заявляют пациенту «у Вас не работает стимулятор», что сильно нервирует больного. Помимо этого, длительное наличие правожелудочковой стимуляции меняет и форму собственных комплексов ЭКГ, иногда имитируя ишемические изменения. Этот феномен носит название «синдром Шатерье».

ЭКГ-заключение

Таким образом, интерпретация ЭКГ при наличии кардиостимулятора затруднена и требует специальной подготовки; при подозрении на острую патологию сердца (ишемию, инфаркт) их наличие/отсутствие следует подтверждать другими методами (чаще — лабораторным). Критерием правильной/неправильной работы стимулятора чаще является не обычная ЭКГ, а проверка с программатором и в ряде случаев суточное ЭКГ-мониторирование.

ЭКГ-заключение

При описании ЭКГ у пациента с имплантированным ИВР указывается:

- наличие кардиостимулятора;
- режим его работы, если это известно или однозначно (следует учесть, что у двухкамерных стимуляторов возможны различные режимы работы, переход между которыми может осуществляться непрерывно, в том числе beat-to-beat, то есть в каждом сокращении);

ЭКГ-заключение

- описание собственных комплексов (при их наличии) по стандартам обычной ЭКГ (обязательно указывать в расшифровке, что интерпретация проводится по собственным комплексам);
- суждение о нарушении работы ИВР («нарушение функции детекции», «нарушение функции стимуляции», «нарушение электронной схемы»), если на это есть основания.

ЭКГ-заключение

При описании суточного ЭКГ у пациента с ИВР указывается:

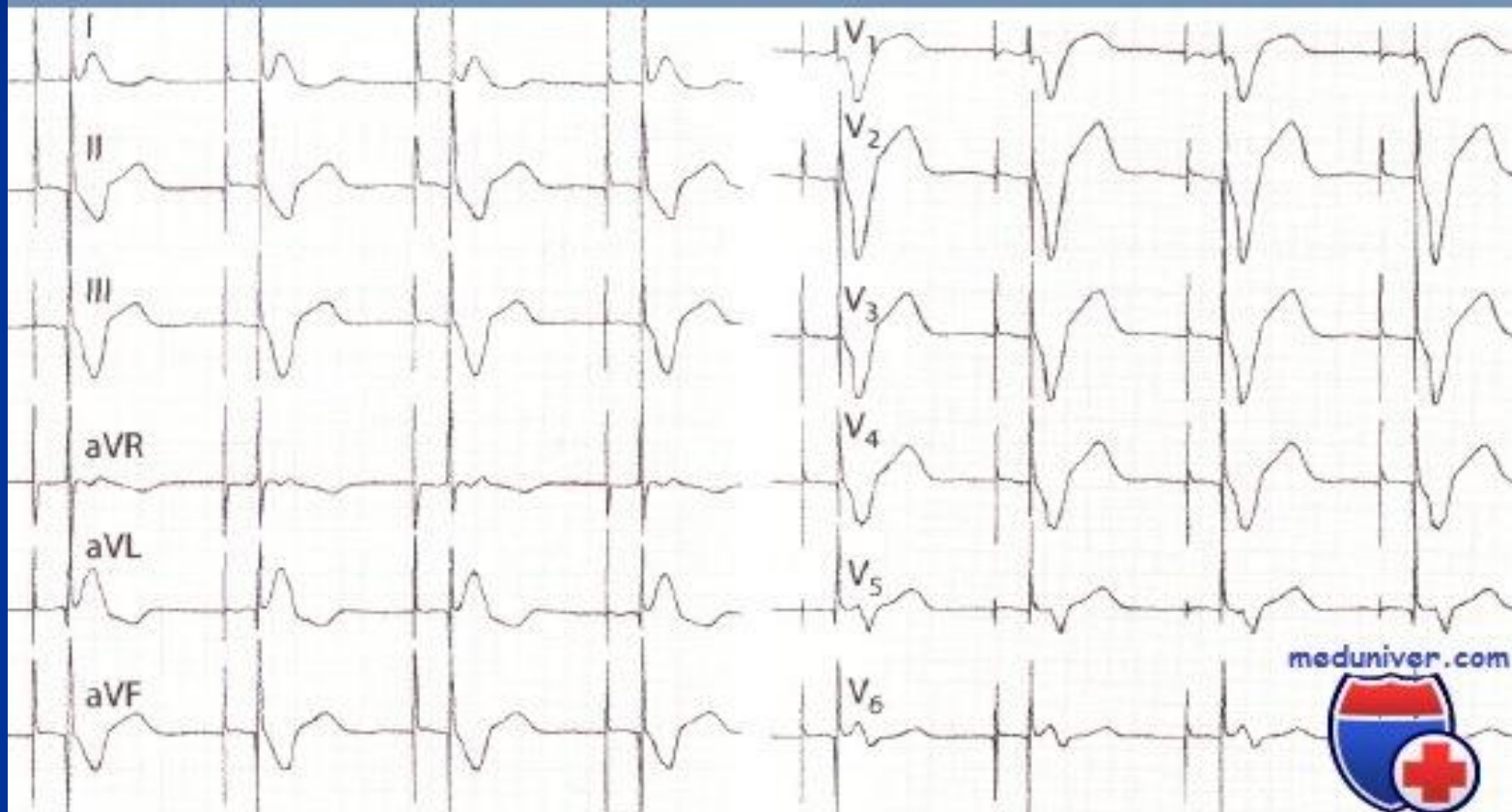
- соотношение ритмов (сколько времени регистрировался какой ритм, в том числе ритм ИВР в режиме);
- частоты ритма по обычным правилам описания холтеровского монитора;
- стандартная расшифровка данных монитора;

ЭКГ-заключение

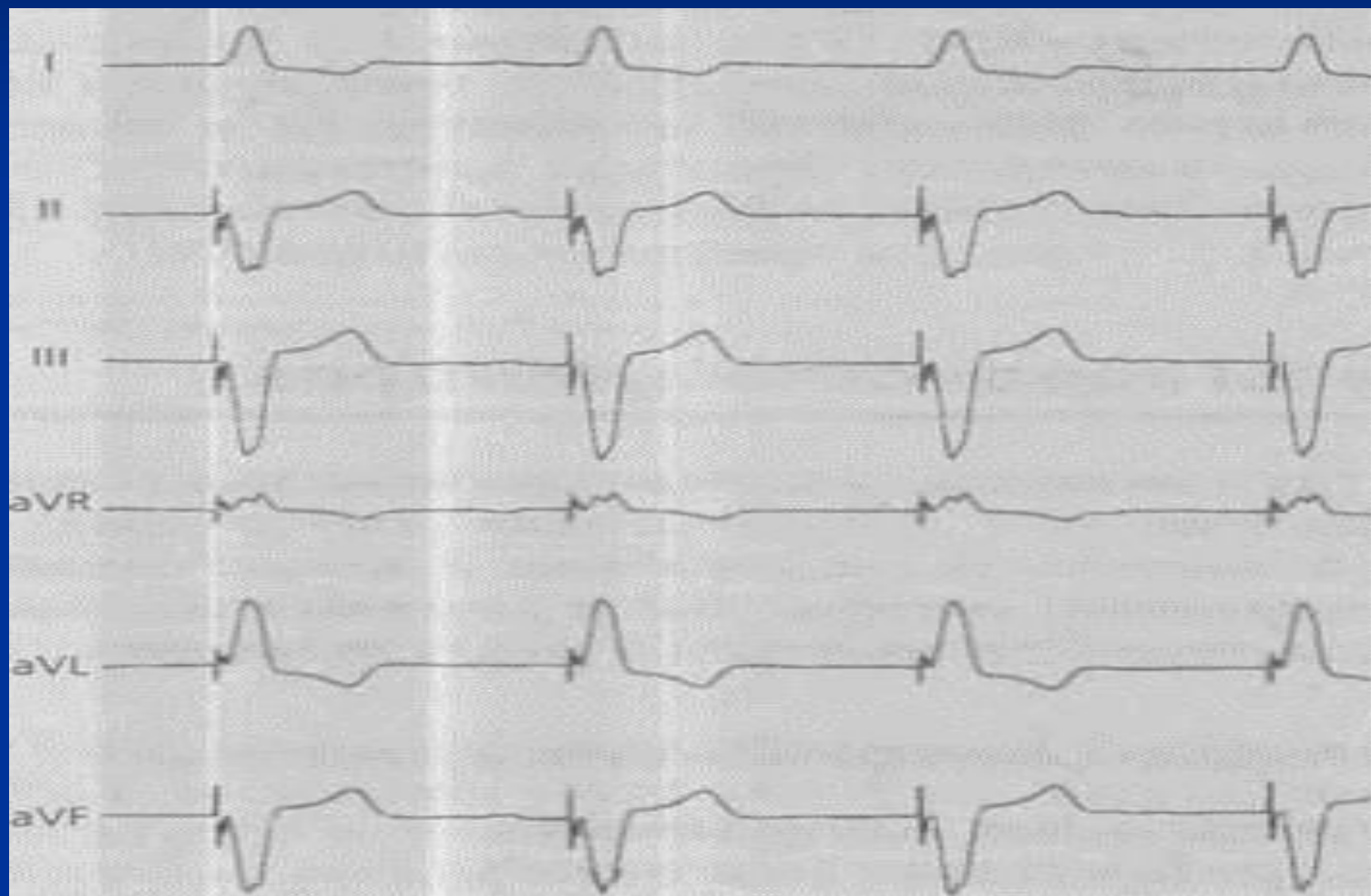
- сведения о выявленных нарушениях работы ИВР («нарушение функции детекции», «нарушение функции стимуляции», «нарушение электронной схемы»), если на это есть основания, при этом все типы выявленных нарушений, а при небольшом количестве эпизодов — и все эпизоды должны быть иллюстрированы в заключении распечаткой фрагментов ЭКГ в описываемый момент времени. В случае отсутствия признаков нарушения функции ИВР допустима запись «признаков нарушения функции ИВР не выявлено»

ЭКГ-заключение

Двухкамерная кардиостимуляция на ЭКГ



ЭКГ-заключение



Правила поведения для пациента с кардиостимулятором

- Любому пациенту с кардиостимулятором следует соблюдать некоторые ограничения:
- запрещается подвергаться воздействию мощных магнитных и электромагнитных полей, полей СВЧ, а также и непосредственному воздействию любых магнитов вблизи места имплантации;
- запрещается подвергаться воздействию электрического тока;
- запрещается выполнять магнитно-резонансную томографию (МРТ). В 2011 году на рынок вышли несколько систем стимуляции, которые позволяют выполнять МРТ при соблюдении определённых условий;
- запрещается использовать большую часть методов физиотерапии (прогревания, магнитотерапию и т. д.) и многие косметологические вмешательства, связанные с электрическим воздействием (конкретный перечень нужно уточнять у врачей);
- запрещается проводить ультразвуковое исследование (УЗИ) с направлением луча на корпус стимулятора;
- запрещается наносить удары в грудь в область имплантации стимулятора, пытаться сместить аппарат под кожей;
- Мобильный или иной беспроводной телефон желательно не подносить ближе 20—30 см к стимулятору