

АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ. ПРОВОДЯЩАЯ СИСТЕМА СЕРДЦА. МЕХАНИЗМЫ РАЗВИТИЯ АРИТМИЙ. БОЛЬШОЙ И МАЛЫЙ КРУГИ КРОВООБРАЩЕНИЯ. ЛИМФАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

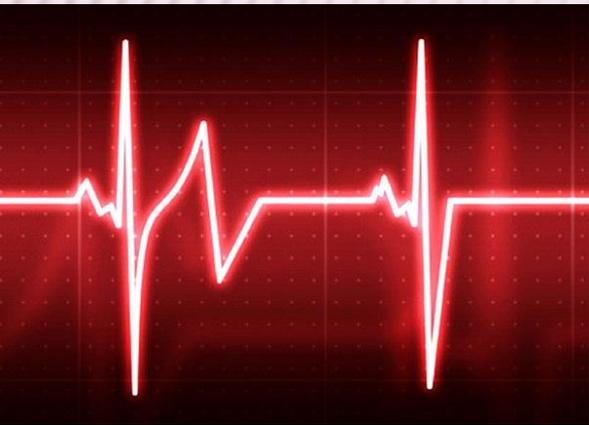
---

# СЕРДЦЕ



- фиброзно-мышечный полый орган, обеспечивающий посредством повторных ритмичных сокращений ток крови по кровеносным сосудам.
- масса сердца у человека зависит от пола и обычно достигает 250-300 грамм у женщин и 300-350 грамм у мужчин.
- перекачивает от 5 до 30 литров крови в минуту
- частота сокращений в среднем 72 в минуту
- состоит главным образом из сердечной мышечной, эндотелиальной и соединительной ткани.
- мышечная ткань сердца млекопитающих не имеет возможности восстанавливаться после повреждений
- производное мезодермы

# ФУНКЦИИ СЕРДЕЧНОЙ ТКАНИ



- ▣ **Автоматия сердца** — это способность сердца ритмически сокращаться под влиянием импульсов, зарождающихся в нём самом.
- ▣ **Возбудимость сердца** — это способность сердечной мышцы возбуждаться от различных раздражителей физической или химической природы, сопровождающееся изменениями физико-химических свойств ткани.
- ▣ **Проводимость сердца** — осуществляется в сердце электрическим путём вследствие образования потенциала действия в клетках пейсмейкерах.
- ▣ **Сократимость сердца** — Сила сокращения сердечной мышцы прямо пропорциональна начальной длине мышечных волокон
- ▣ **Рефрактерность миокарда** — такое временное состояние не возбудимости тканей

# ЦИКЛ РАБОТЫ СЕРДЦА

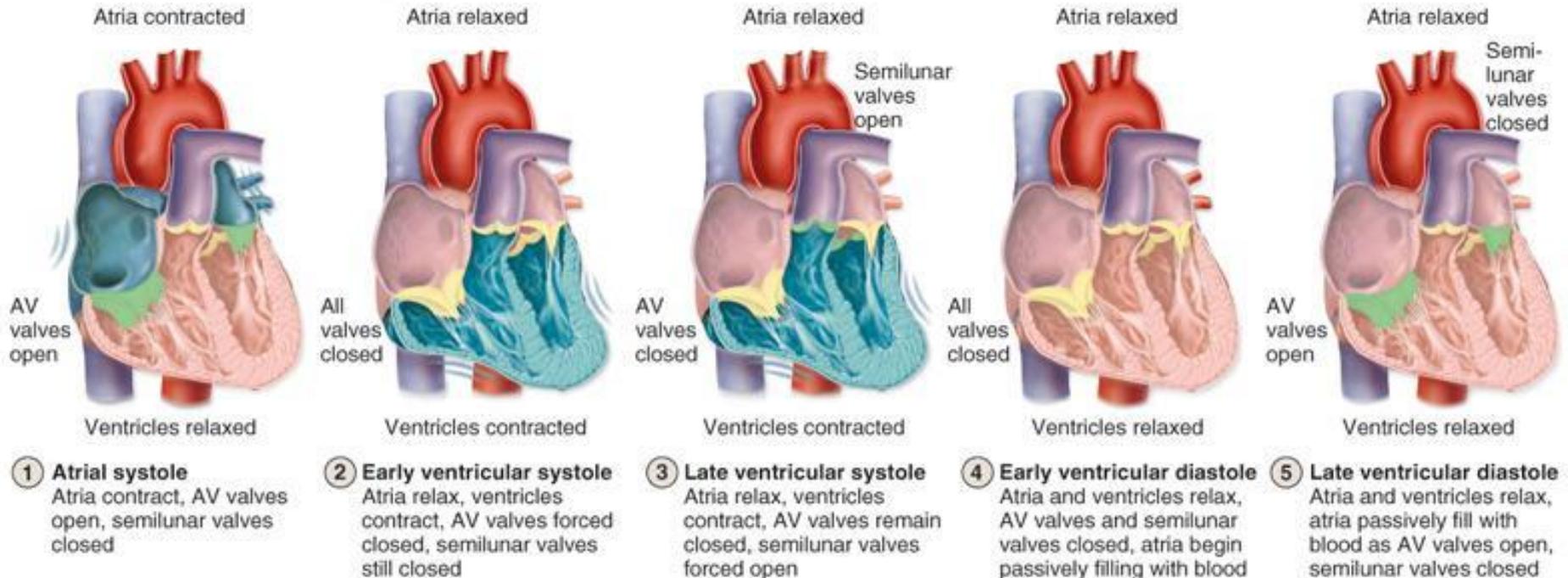
---

- систола предсердий, систола желудочков и диастола
- В понятии систола выделяют:
  - *электрическую систолу* — электрическую активность, которая стимулирует миокард
  - *механическую систолу* — сокращение сердечной мышцы и уменьшение сердечных камер в объёме
- Один цикл работы сердца длится около 0,85 сек., из которых систола предсердий – 0,11 сек., систола желудочков 0,32 сек., период отдыха – 0,4 сек.

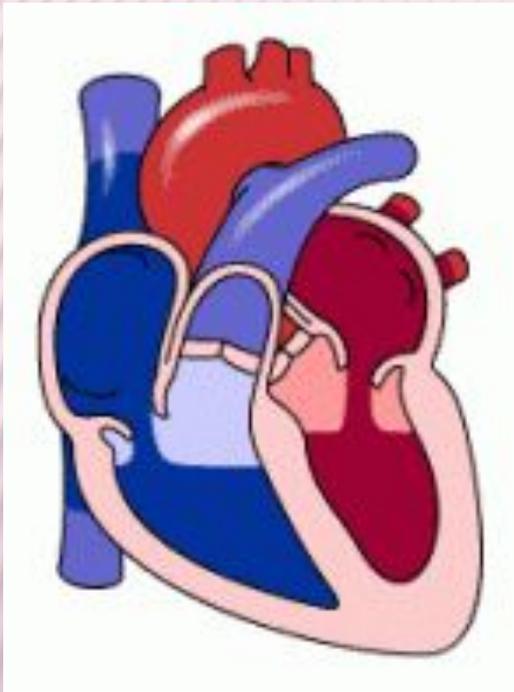
# ЦИКЛ РАБОТЫ СЕРДЦА

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

Phase \ Structure	Atrial systole	Early ventricular systole	Late ventricular systole	Early ventricular diastole	Late ventricular diastole
Atria	Contract	Relax		Relax	
Ventricles	Relax	Contract		Relax	
AV valves	Open	Closed		Open	
Semilunar valves	Closed	Open		Closed	



# СИСТОЛА ПРЕДСЕРДИЙ



- Предсердия сокращаются и проталкивают уже находящуюся в них кровь в желудочки. В желудочках тоже уже имеется кровь, которая залилась в них из вен во время диастолы, пройдя через предсердия и открытые атриовентрикулярные клапаны. За счет своего сокращения предсердия доливают в желудочки дополнительные порции крови.
- При нормальной частоте сердечных сокращений вклад сокращения предсердий невелик (около 8 %), так как за относительно длинную диастолу кровь уже успевает наполнить желудочки. Однако, с увеличением частоты сокращений, в основном снижается длительность диастолы и вклад систолы предсердий в наполнение желудочков становится весьма существенным.

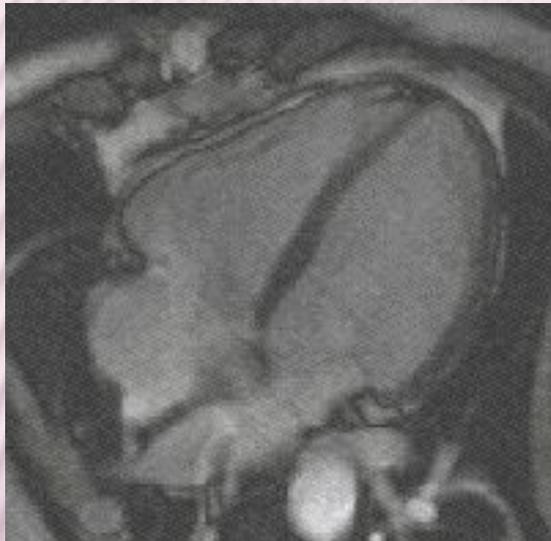
# СИСТОЛА ЖЕЛУДОЧКОВ

- **Период напряжения** (0,04 с) — характеризуется началом сокращения мышечной массы желудочков без изменения объёма крови внутри них.

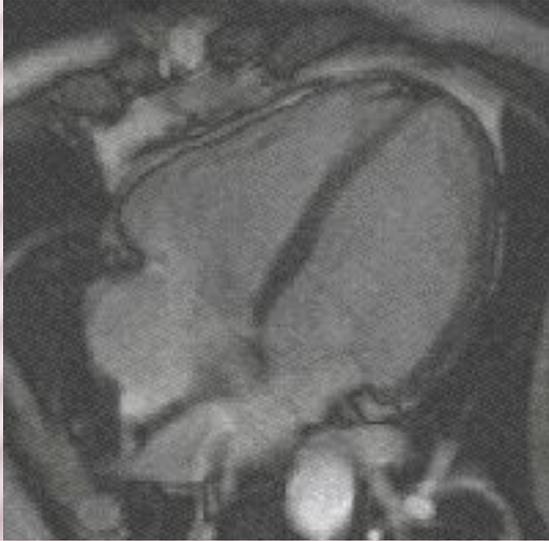
- **Асинхронное сокращение** — начало возбуждения миокарда желудочков, когда только отдельные волокна вовлечены. Изменения давления в желудочках хватает для закрытия предсердно-желудочковых клапанов в конце этой фазы.
- **Изоволюметрическое сокращение** — вовлечен практически весь миокард желудочков, но изменения объёма крови внутри них не происходит, так как закрыты выносящие (полулунные — аортальный и лёгочный) клапаны

**Период изгнания** (0,25 с) — характеризуется изгнанием крови из желудочков.

- **Быстрое изгнание** (0,12 с) — период от момента открытия полулунных клапанов до достижения в полости желудочков систолического давления — за этот период выбрасывается максимальное количество крови.
- **Медленное изгнание** (0,13 с) — период, когда давление в полости желудочков начинает снижаться, но все ещё больше диастолического давления. В это время кровь из желудочков продолжает двигаться под действием сообщенной ей кинетической энергии, до момента выравнивания давления в полости желудочков и выносящих сосудов.



# ДИАСТОЛА ЖЕЛУДОЧКОВ



- ▣ **Протодиастолический период** – 0,04 с. От окончания систолы желудочков до закрытия полулунных клапанов. В этот период часть крови возвращается обратно в желудочек из артерий под давлением крови в кругах кровообращения.
- ▣ **Фаза изометрического расслабления** – 0,25 с. Все клапаны закрыты, мышечные волокна сокращены, они еще не растянулись. Но напряжение их уменьшается. Давление в предсердиях становится выше, чем в желудочках, и это давление крови открывает атриовентрикулярные клапаны для пропускания крови из предсердий в желудочки.
- ▣ **Фаза наполнения.** Идёт общая диастола сердца, в которую происходит наполнение кровью всех его камер, причём сначала быстро, а потом медленно. Кровь проходит транзитом через предсердия и заполняет желудочки. Желудочки заполняются кровью на  $2/3$  объема.
- ▣ **Пресистола** . Желудочки окончательно заполняются кровью в результате систолы предсердий. Желудочки всё ещё расслаблены, в то время как предсердия уже сокращены.

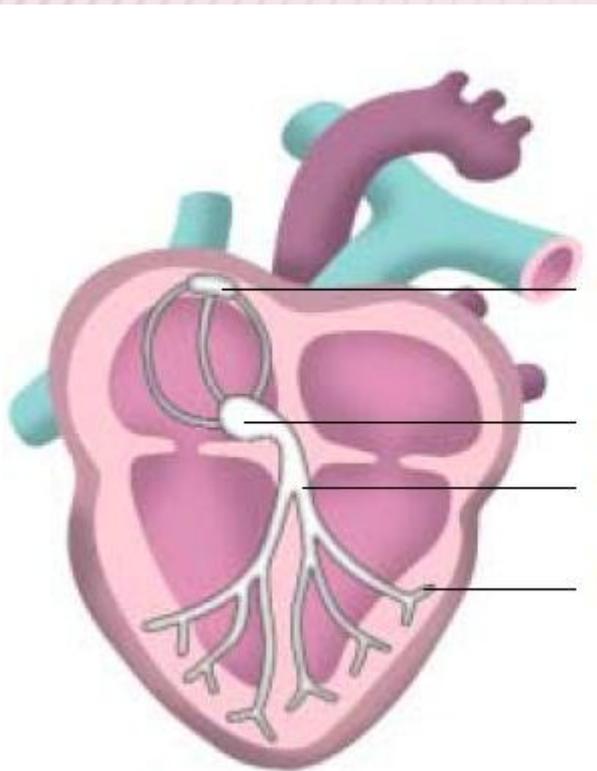
# АВТОМАТИЗМ СЕРДЦА

---



- способность сердца возбуждаться под влиянием импульсов, возникающих в кардиомиоцитах без внешних раздражителей

# ПРОВОДЯЩАЯ СИСТЕМА СЕРДЦА



- Части:
  - синоатриальная (синусно-предсердная)
  - атриовентрикулярная (предсердно-желудочковая)
- Синоатриальная часть:
  - синоатриальный узел (узел Киса-Фляка)
  - три пучка межузлового быстрого проведения
  - межпредсердный пучок быстрого проведения
- Атриовентрикулярная часть
  - атриовентрикулярный узел (узел Ашоффа-Тавара)
  - пучок Гиса (общий ствол и три ветви: левая передняя, левая задняя и правая)
  - волокна Пуркинье

# ПРОВОДЯЩАЯ СИСТЕМА СЕРДЦА



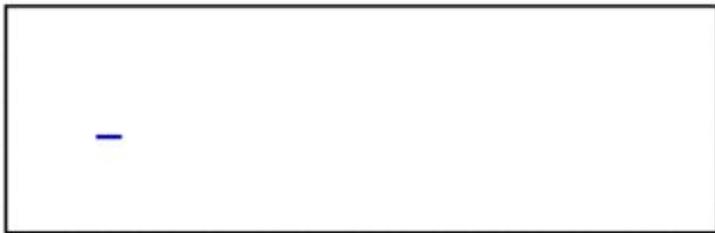
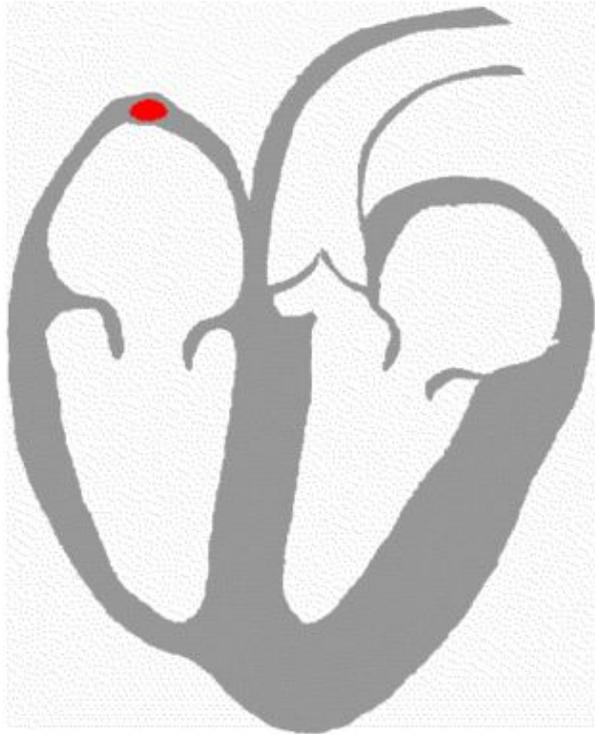
- Пейсмекр первого порядка – синоатриальный узел (60-90 ударов в минуту)
- Пейсмекер второго порядка – атриовентрикулярный узел (40-50 в минуту)
- Пейсмекер третьего порядка – пучок Гиса (30-40 в минуту)
- Пейсмекер четвертого порядка – волокна Пуркинье (около 20 в минуту)
- **Правильным синусовым ритмом** – задаётся только активностью синусового узла (нормальный синусовый ритм, синусовая тахикардия, синусовая брадикардия)

# ПРОВОДЯЩАЯ СИСТЕМА СЕРДЦА



- В АВ-соединении, главным образом в пограничных участках между АВУ и пучком Гиса, происходит значительная задержка волны возбуждения. Скорость проведения сердечного возбуждения замедляется до 0,02-0,05 м/с. Такая задержка возбуждения в АВУ обеспечивает возбуждение желудочков только после окончания полноценного сокращения предсердий.
- Основными функциями АВУ являются:
  - антероградная задержка и фильтрация волн возбуждения от предсердий к желудочкам, обеспечивающие скоординированное сокращение предсердий и желудочков
  - физиологическая защита желудочков от возбуждения в уязвимой фазе потенциала действия

# ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЯ



- Зубец Р отображает процесс охвата возбуждением миокарда предсердий, комплекс QRS — систолу желудочков, сегмент ST и зубец T отражают процессы реполяризации миокарда желудочков.

# АРИТМИЯ СЕРДЦА



- патологическое состояние, при котором происходят нарушения частоты, ритмичности и последовательности возбуждения и сокращения сердца. Аритмия — любой ритм сердца, отличающийся от нормального синусового ритма (ВОЗ, 1978)

# АРИТМИЯ СЕРДЦА:

## КЛАССИФИКАЦИИ

### ▣ **Нарушения автоматизма**

- ▣ **Номотопные** (водитель ритма — в синусовом узле)
  - ▣ синусовая тахикардия (СТ)
  - ▣ синусовая брадикардия (СБ)
  - ▣ синусовая аритмия (СА)
  - ▣ синдром слабости синусового узла (СССУ)
  - ▣ недыхательная синусовая аритмия
- ▣ **Гетеротопные** (водитель ритма — вне синусового узла)
  - ▣ нижнепредсердный ритм
  - ▣ атриовентрикулярный ритм
  - ▣ идиовентрикулярный ритм

### ▣ **Нарушения возбудимости**

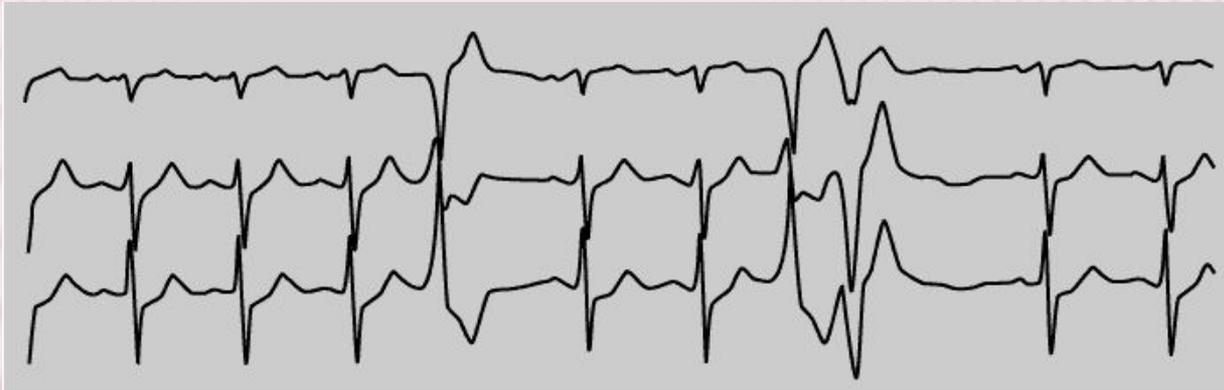
- ▣ **Экстрасистолии**
  - ▣ По источнику: предсердные, атриовентрикулярные, желудочковые
  - ▣ По количеству источников: монотопные, политопные
  - ▣ По времени возникновения: ранние, интерполированные, поздние
  - ▣ По частоте: единичные (до 5 в минуту), множественные (более 5 в минуту), парные, групповые
  - ▣ По упорядоченности: неупорядоченные, аллоритмии (бигеминия, тригеминия, квадригеминия)
- ▣ **Пароксизмальные тахикардии** (предсердная, АВ, желудочковая)

### ▣ **Нарушения проводимости**

- ▣ Увеличение проводимости (WPW синдром)
- ▣ Уменьшение проводимости (блокады: синоаурикулярная, внутрипредсердная, АВ, блокада ножек пучка Гиса)

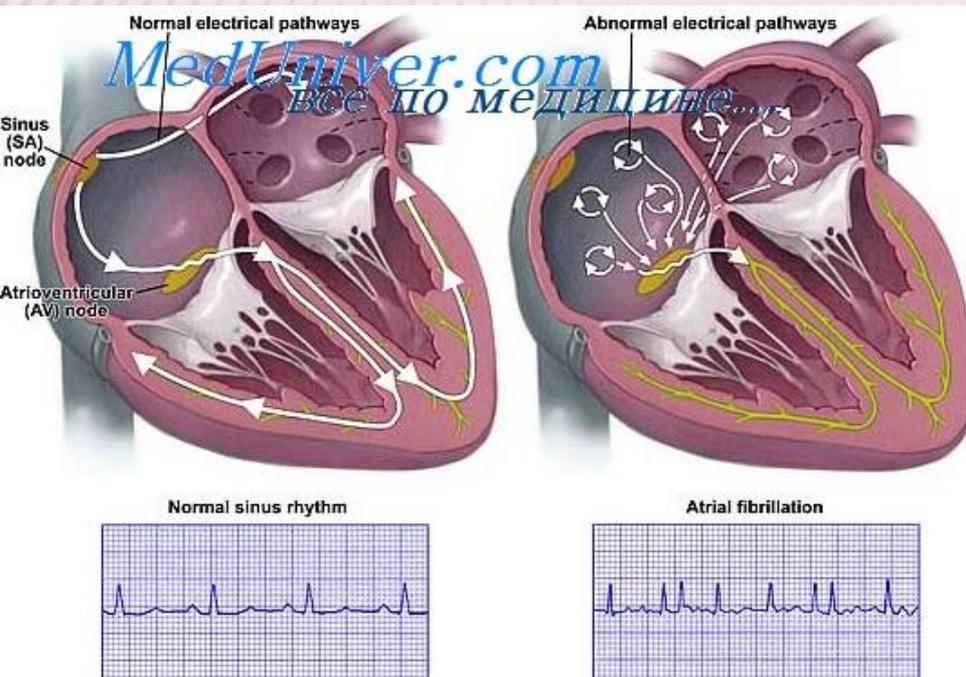
### ▣ **Смешанные** (трепетание/мерцание предсердий/желудочков)

# ЭКСТРАСИСТОЛИИ



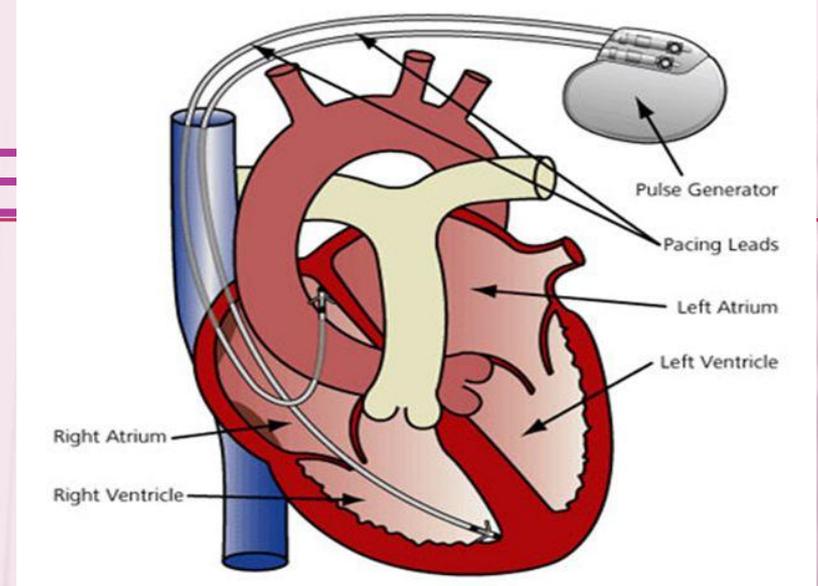
- несвоевременная деполяризация и сокращение сердца или отдельных его камер, наиболее часто регистрируемый вид аритмий
- экстрасистолы можно обнаружить у 60-70 % людей.
- В зависимости от расположения очага возбуждения подразделяются на:
  - предсердные
  - атриовентрикулярные (предсердно-желудочковые, узловые)
  - желудочковые
  - существует также синусовая экстрасистолия, возникающая непосредственно в синусовом узле
- три типа автоматизма, которые могут привести к аритмии:
  - усиленный нормальный автоматизм - более частые импульсы из СА-узла.
  - аномальный автоматизм возникает в тканях, неспособных в нормальных условиях к автоматической генерации импульсов (т.е. предсердной или желудочковой). В ходе патологических процессов (например, при инфаркте миокарда) аномальный автоматизм часто возникает в волокнах Пуркинье.
  - триггерный автоматизм (известный как триггерная активность) подобен аномальному автоматизму, однако здесь aberrantные импульсы генерируются предшествующим нормальным импульсом. Типы:
    - Ранняя постдеполяризация (РПД) возникает во время фазы реполяризации потенциала действия
    - Замедленная постдеполяризация (ЗПД) возникает после окончания потенциала действия (как результат внутриклеточной перегрузки ионами  $Ca^{2+}$ ).

# ПАРОКСИЗМАЛЬНАЯ ТАХИКАРДИЯ



- внезапно возникающий и внезапно прекращающийся приступ сердцебиения с частотой 150-300 ударов в мин
- формы:
  - предсердная,
  - узловая,
  - желудочковая.
- Механизм re-entry — это циркуляция проведения с многократным повторным возбуждением ткани в отсутствие диастолического интервала

# АРИТМИИ: ЛЕЧЕНИЕ



- Антиаритмические препараты
  - Прямые антиаритмики, как правило влияющие на различные ионные каналы (амиодарон, ритмонорм, аллапенин и т. д.). К недостаткам относят большое количество побочных эффектов этих препаратов, в том числе и способность их самих провоцировать нарушения ритма.
  - Препараты, влияющие на проводящую систему сердца (гликозиды, бета-блокаторы) влияют на автоматизм клеток сердца, урежают ЧСС.
- Up-stream терапия, то есть устранение причины аритмии. Как правило, лечится основное заболевание (ИБС, эндокринная патология, ионные нарушения и т. д.).
- Постановка кардиостимулятора
- Радиочастотная катетерная абляция