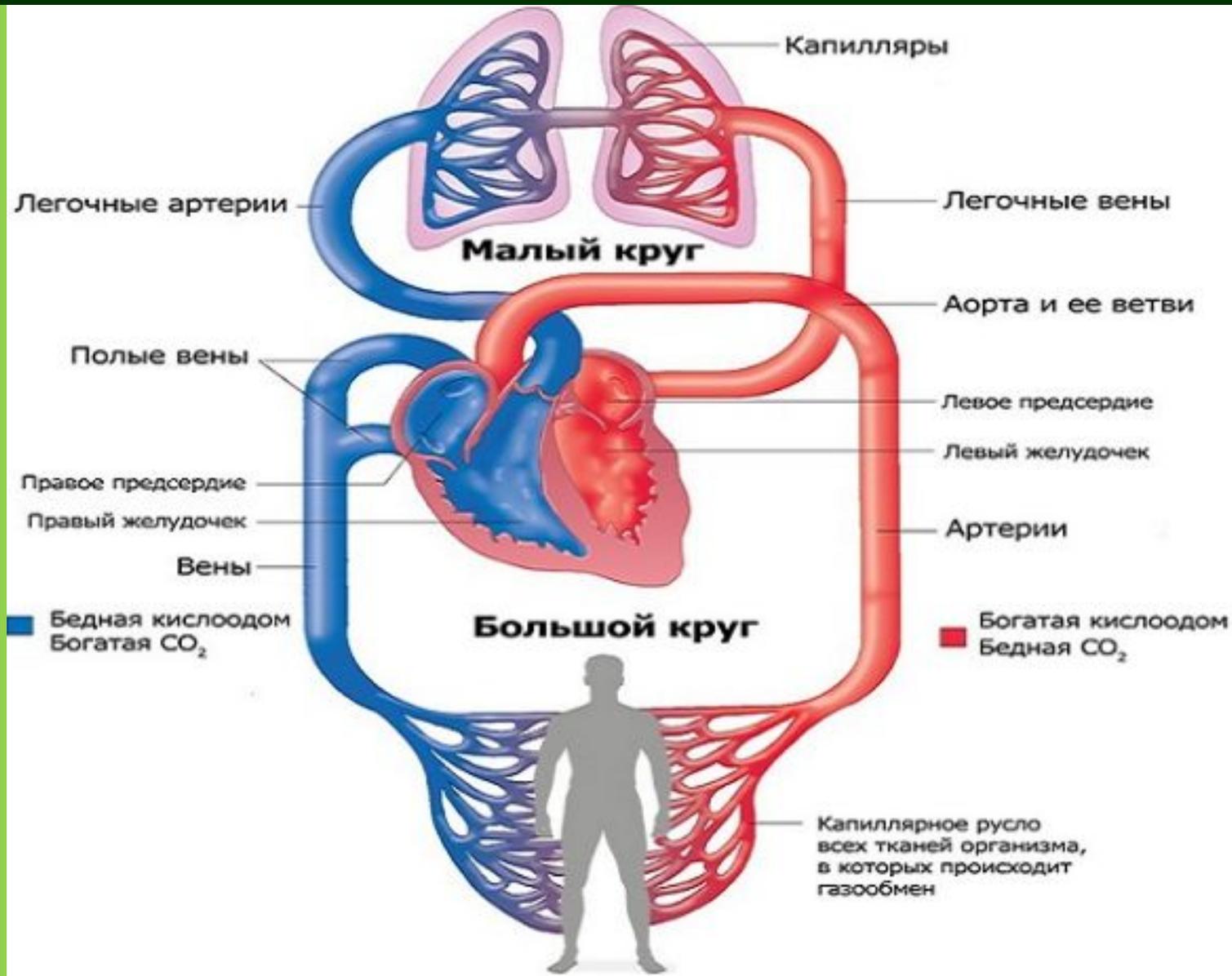


ТЕМА 11
ФИЗИОЛОГИЯ СЕРДЕЧНО-
СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

1. Введение. Морфофункциональная организация сердечно-сосудистой системы

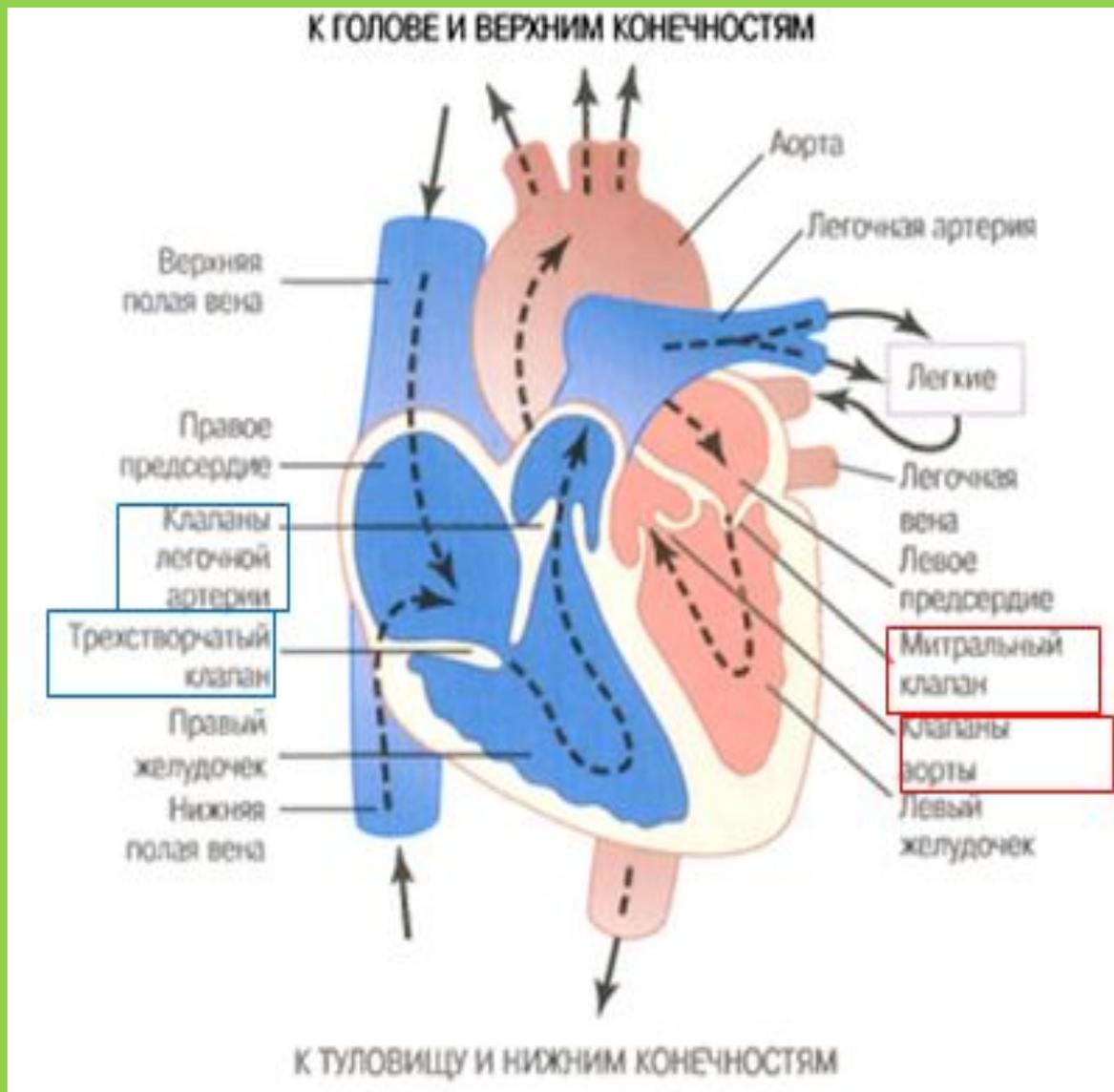


- **Малый круг – лёгочное кровообращение** (правый желудочек → система лёгочных кровеносных сосудов → левое предсердие).
 - Является системой с низким давлением крови.
 - Все вены несут оксигенированную (артериальную) кровь, а артерии – деоксигенированную (венозную кровь).
 - **Основные функции:** доставка венозной крови (с высоким содержанием углекислого газа) из сердца в лёгкие для газообмена и артериальной крови (оксигенированной) – из лёгких в сердце.
- **Большой круг – системное кровообращение** (левый желудочек → система кровеносных сосудов → правое предсердие).
 - Является системой высокого давления крови.
 - Все артерии несут оксигенированную (артериальную) кровь, а вены – деоксигенированную (венозную кровь).
 - **Основные функции:** доставка артериальной крови из сердца в тканевые капилляры соматических и вегетативных структур организма и венозной крови – из тканевых капилляров в сердце.

Сердце

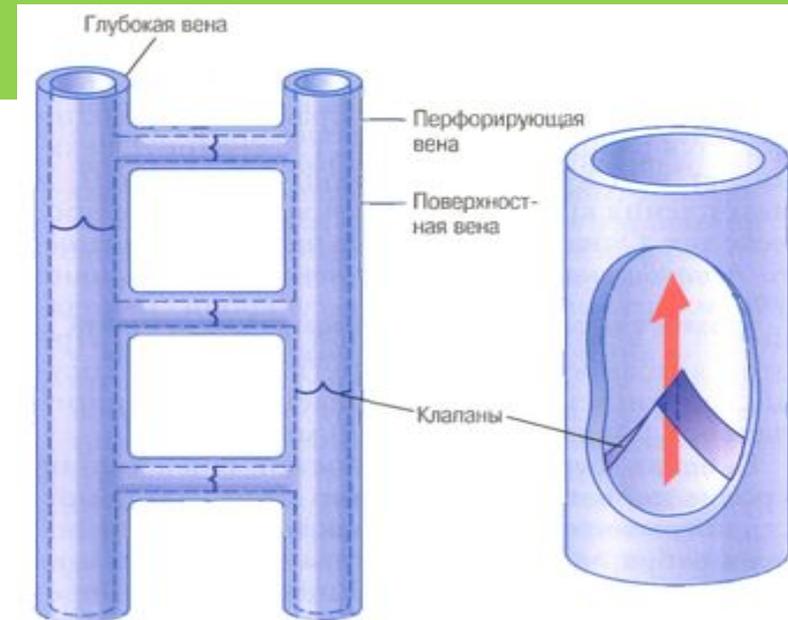
- **Основные функции:**

- резервуарная - накопление крови (венозный возврат) в фазу расслабления.
- нагнетательная - выбрасывание крови в фазу сокращения (создание градиента давлений, обеспечивающего гемодинамику).



Компоненты сосудистой системы

- Артерии эластичного типа – сосуды котла или высокого давления крови (крупные артерии)
- Артерии мышечного типа – стабилизаторы давления (средние и мелкие)
- Артериолы – сосуды распределители
- Система микроциркуляции (обменные сосуды)
- Веноулы – аккумулярующие сосуды
- Вены – сосуды венозного возврат



Артерии	Капилляры	Вены
Несут кровь от сердца	Соединяют артерии с венами. Служат местом обмена веществами между кровью и тканями	Несут кровь к сердцу
Средний слой стенки толстый, состоит из эластических и мышечных волокон	Средний слой отсутствует. Стенки состоят только из эндотелия	Средний слой относительно тонкий и содержит мало мышечных элементов. Эластические волокна немногочисленны
Полулунные клапаны отсутствуют	Полулунные клапаны отсутствуют	По всей длине имеются полулунные клапаны, препятствующие обратному току крови
Давление крови высокое и пульсирующее	Давление крови понижающееся, неппульсирующее	Давление крови низкое, неппульсирующее
Кровь течет быстро	Течение крови замедляется	Кровь течет медленно
Кровь оксигенированная, за исключением легочных артерий	Смешанная оксигенированная и дезоксигенированная кровь	Кровь дезоксигенированная, за исключением легочных вен

Распределение крови в ССС

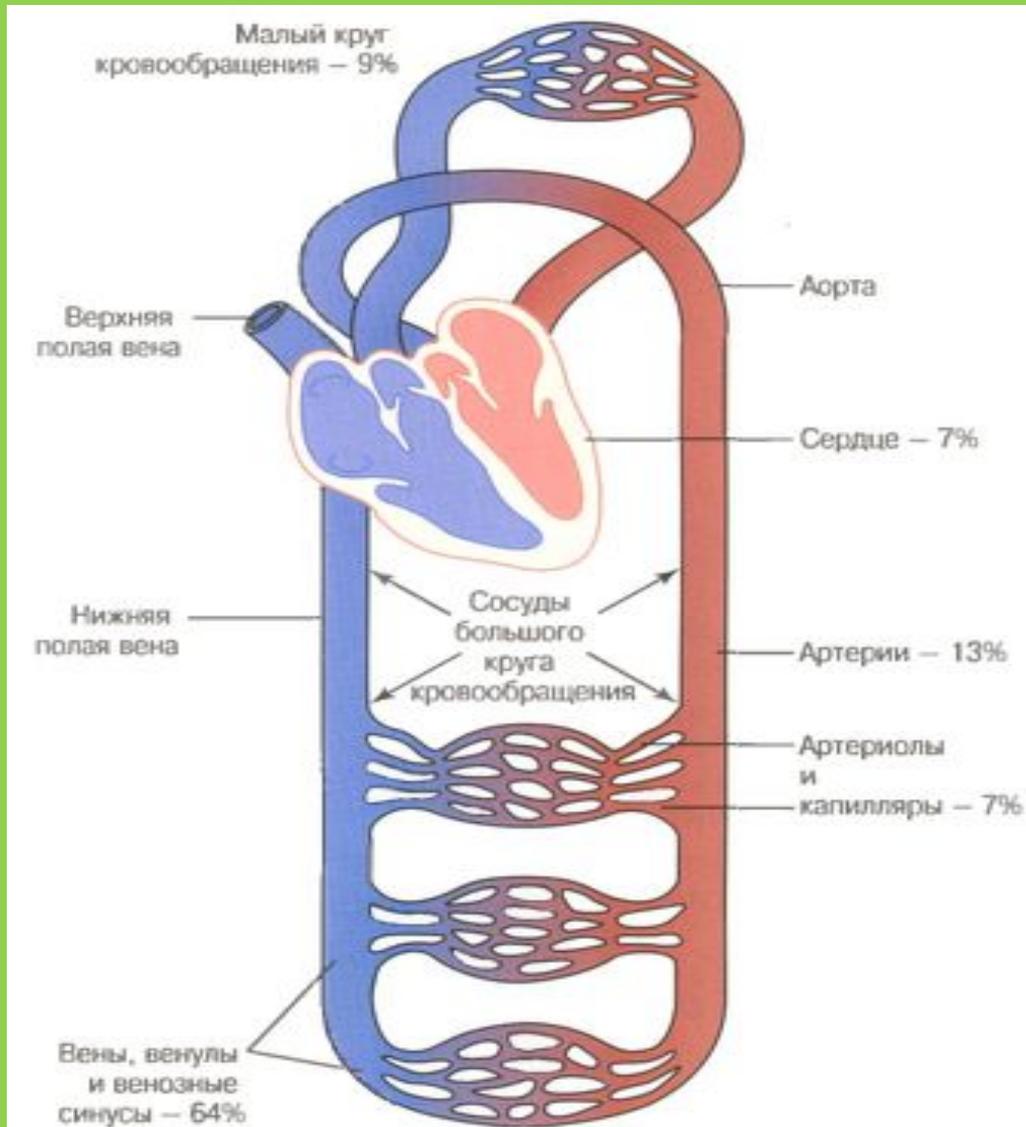


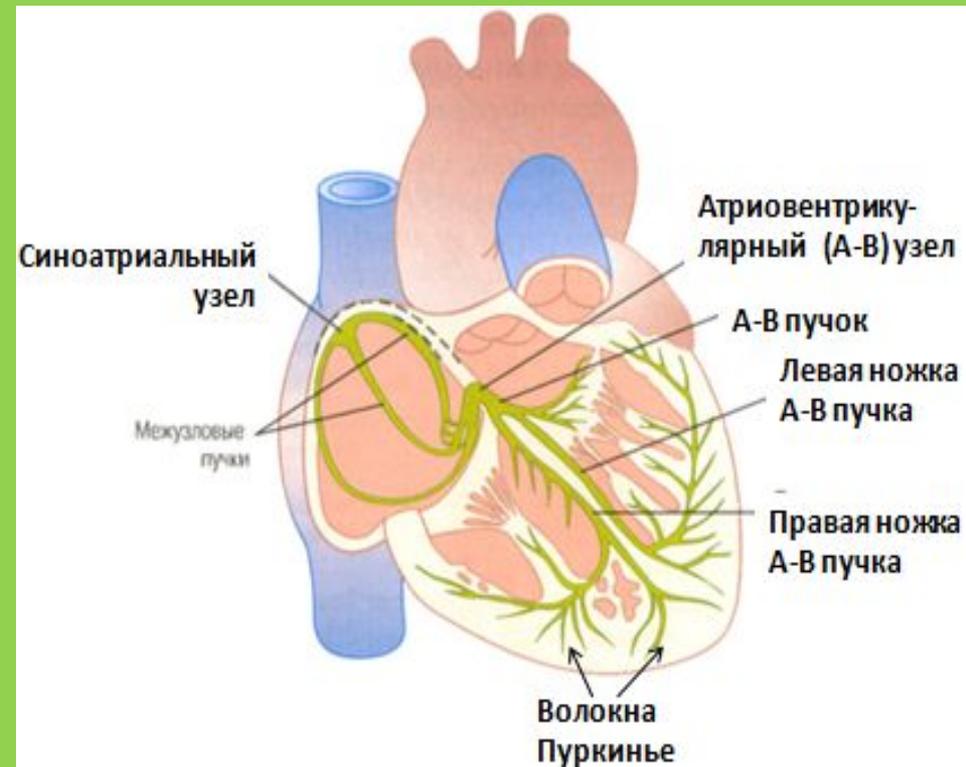
Рис. 14-1

Распределение крови (% общего объема) в различных отделах сердечно-сосудистой системы

2. Строение, свойства и функции сердечной мышцы

Морфофункциональные особенности сердечной мышцы

- Структурная и функциональная гетерогенность: 2 типа мышечных волокон.
 - Рабочий миокард
 - Проводящая система сердца
- Функциональный синцитий
- Не способность к тетаническому сокращению



Физиологические свойства сердечной мышцы

- **Возбудимость**
- **Проводимость**
- **Сократимость** (типичные кардиомиоциты)
 - Сердечная мышца сокращается по закону «**всё или ничего**».
 - Предсердия и желудочки сокращаются как единое целое.
- **Автоматия** (атипичные кардиомиоциты).
- **Рефрактерность** – длительный рефрактерный период (типичные кардиомиоциты).

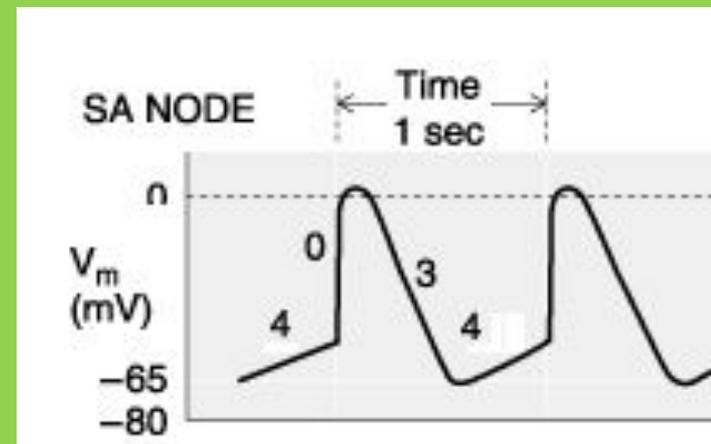
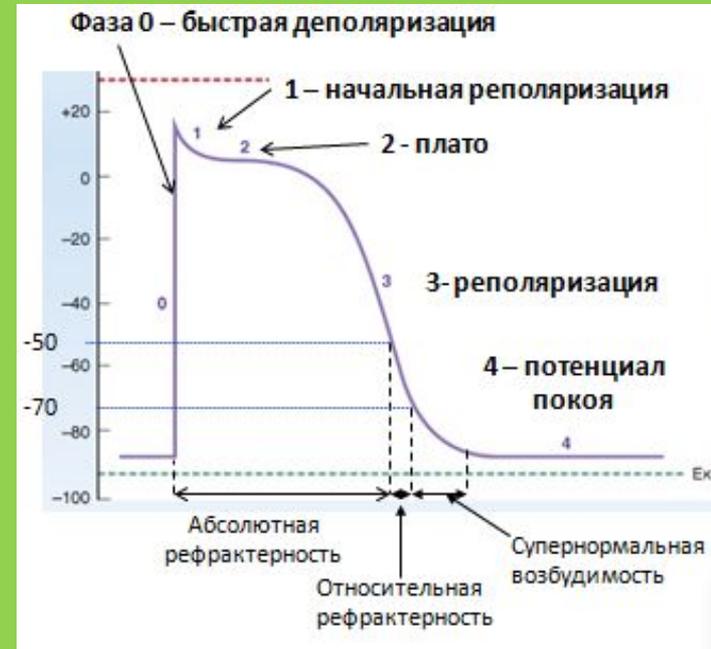
Особенности потенциалов действия

Отличия ПД типичных кардиомиоцитов от ПД скелетных мышц

- Длительность 0,3 мс – в 150 раз больше, чем в скелетной мышце; высокая длительность абсолютной рефрактерности → невозможность развития и повторного возбуждения и сокращения (тетануса) во время систолы обеспечивает нормальную гемодинамику и насосную функцию сердца.

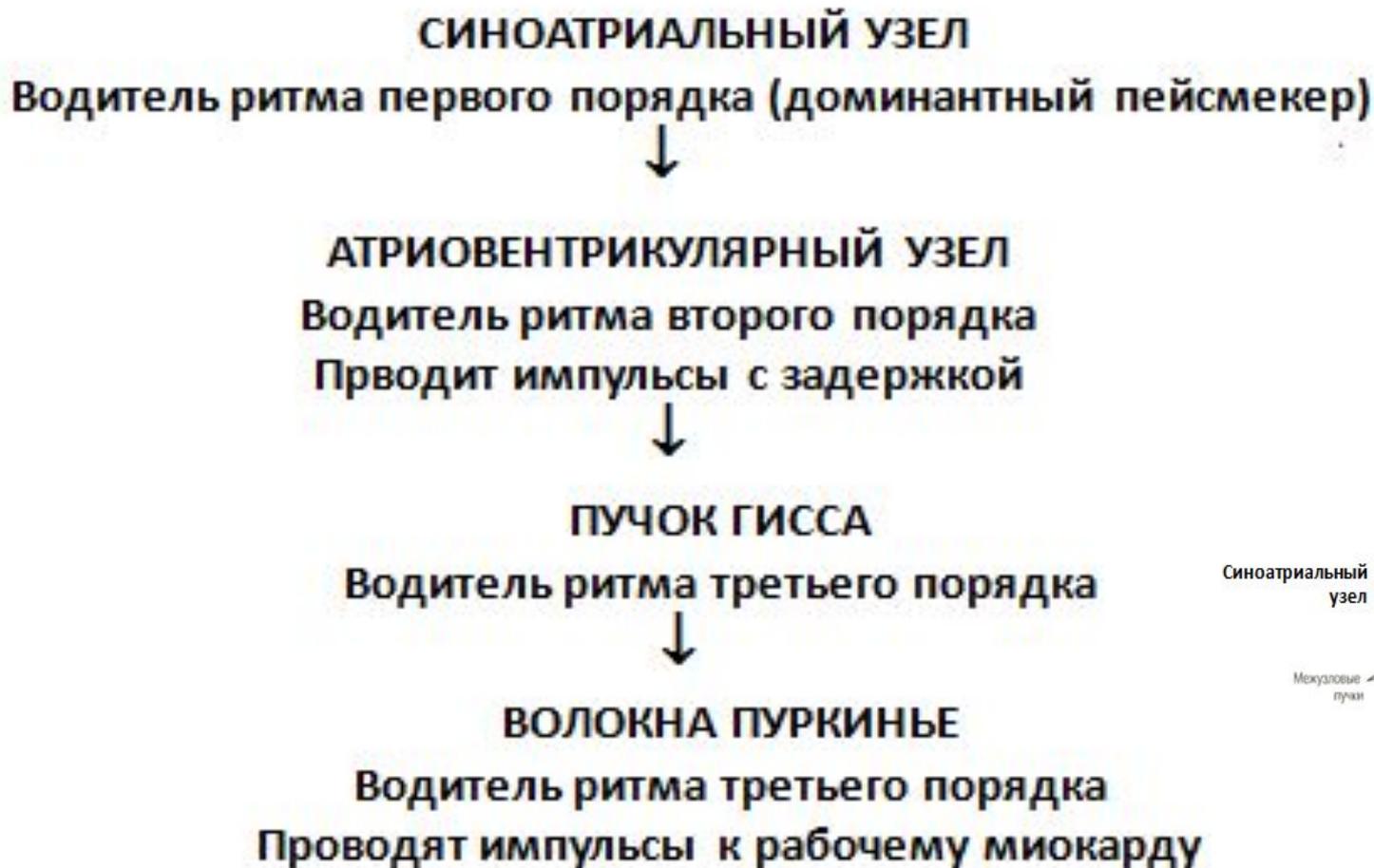
Отличия ПД типичных и атипичных волокон

- У атипичных
 - менее негативный потенциал покоя (ПП) и меньшая амплитуда ПД.
 - отсутствуют фазы 1 и 2.
 - ПД электрически нестабилен, во время покоя (в диастолу) происходит **спонтанная диастолическая деполяризация** – электрофизиологическая основа автоматии.

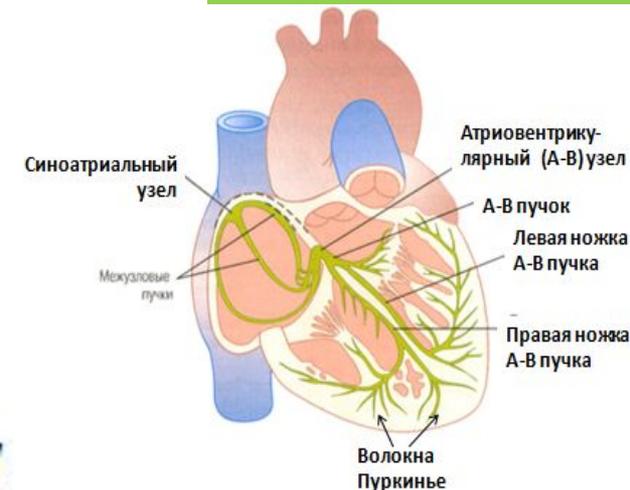


3. Проводящая система сердца. Градиент автоматии

Проводящая система сердца



Атриовентрикулярная задержка
Обеспечивает завершение сокращений предсердий до начала сокращения желудочков. Защищает желудочки от гиперактивного СА узла.

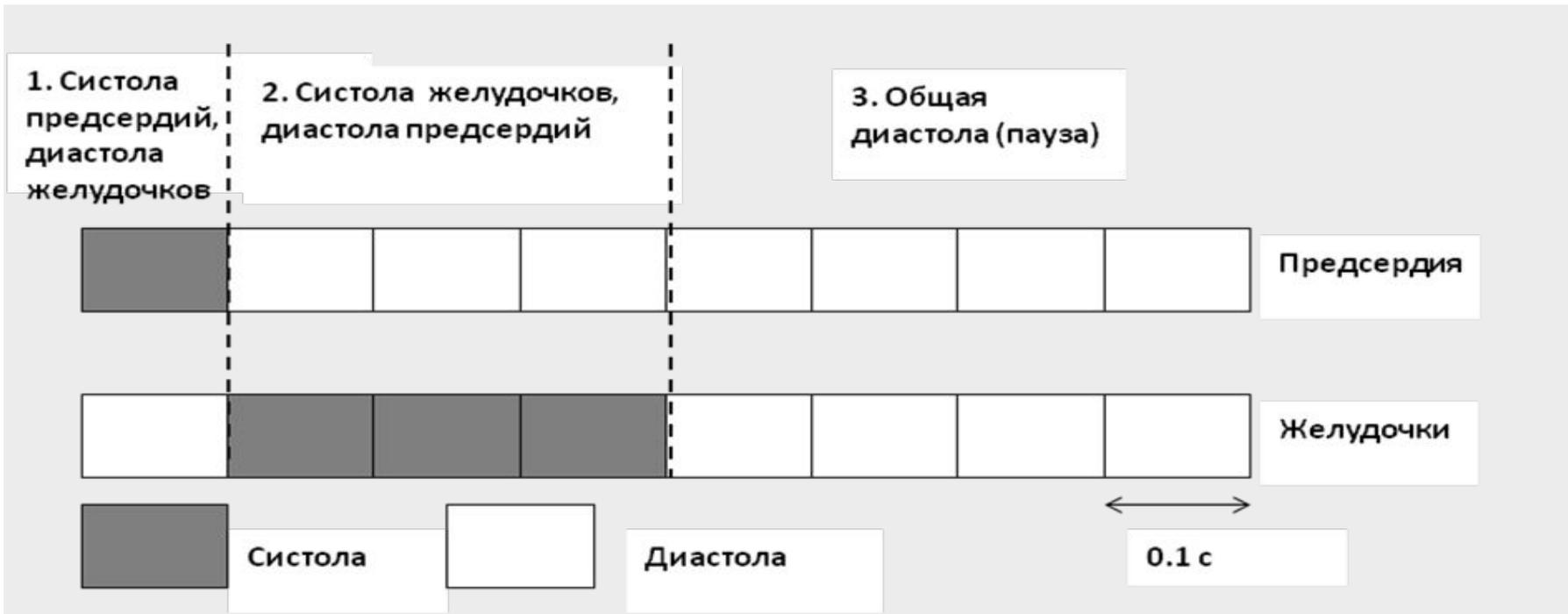


Иерархия пейсмекеров

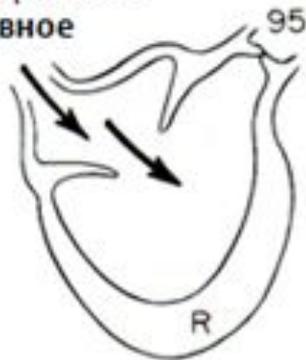
	<u>Скорость проведения</u> (м/с)	<u>Автоматия</u> (имп/мин)	
• СА узел	0.05	90 – 120	Доминантный пейсмекер
• Миокард предсердий	0.3 – 0.5	Нет	
• АВ узел	0.12	40 – 50	Латентные пейсмекеры
• Пучок Гисса	2.0	30 – 40	
• Волокна Пуркинье	2 – 4	20 – 30	
• Миокард желудочков	0.3 – 0.5	Нет	

- **Иерархия центров автоматии в сердце** - способность к автоматии различных структур проводящей системы сердца уменьшается по мере их удаления от СА узла (**градиент автоматии**) .
- Нижележащие структуры имеют более медленный ритм генерации возбуждения, и в нормальных условиях усваивают более частый ритм СА узла - **усвоение ритма**; проявляют автоматию и становятся водителями ритма только при отсутствии блокирования доминантного пейсмекера.

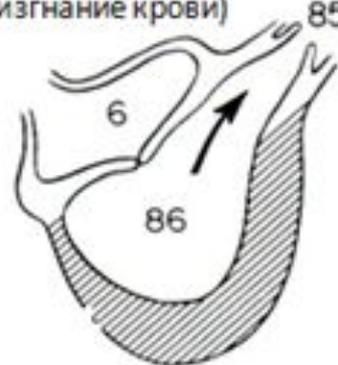
4. Сердечный цикл



Систола предсердий – желудочки расслаблены и заполняются кровью – **быстрое активное** заполнение



Систола желудочков – желудочки сокращаются и выбрасывают кровь по градиенту давления (**быстрое и медленное** изгнание крови)



Диастола желудочков – заполнение (быстрое и медленное) желудочков кровью из предсердий.



Ключевые термины

- **Систолический (ударный) объём или сердечный выброс** - объём крови, выбрасываемой из каждого желудочка во время систолы. В среднем составляет 65-70 мл.
- **Конечно-диастолический объём** – объём крови в каждом желудочке в конце диастолы (110-120 мл).
- **Конечно-систолический объём** - объём крови, оставшийся в каждом желудочке после изгнания крови (40-50 мл) = **Конечно-диастолический объём – Систолический объём**
- **Фракция выброса** = $\frac{\text{Систолический объём}}{\text{Конечно-диастолический объём}} \times 100\%$ (60%)
 - Является мерой сократимости миокарда



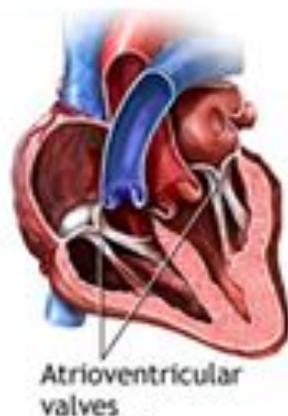
- **Минутный объём** - объём крови, выбрасываемый каждым желудочком за 1 мин. Является произведением ЧСС и сердечного выброса. В среднем в покое составляет 4,5-5,5 л.
 - Изменяется в широких пределах. Максимальное значение 20 – 35 л/мин (тренированные спортсмены)
 - **Сердечный резерв** – разница между минутным объёмом в покое и максимальным значением.

Тоны сердца

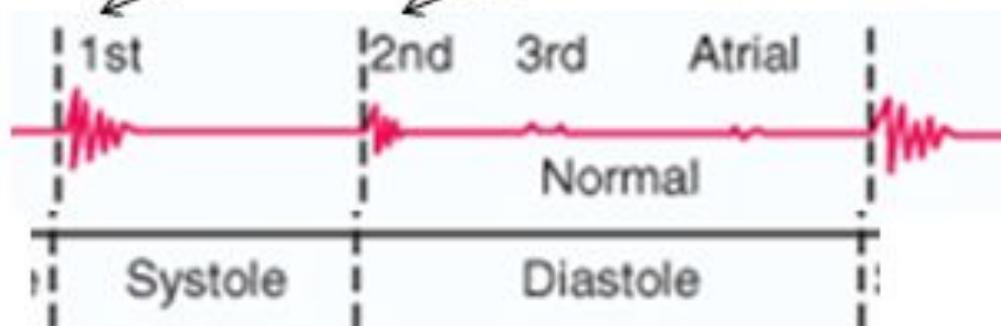
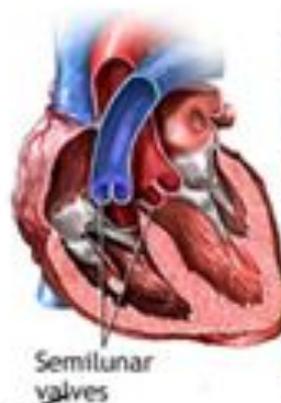
- Нормальные звуковые проявления сердечной деятельности, вызванные вибрацией закрывающихся клапанов сердца, турбулентным током крови в камерах сердца и вибрацией стенок.
- Первый и второй тоны достаточно громки и могут быть услышаны с помощью стетоскопа. 3 и 4 тоны могут быть

3

1-й тон
(систолический – начало систолы)
-Закрытие и вибрация А-В клапанов



2-й тон
(диастолический – начало диастолы) –
Закрытие и вибрация полулунных клапанов (аортальных и лёгочных)



5. Электрокардиография (ЭКГ)

- **ЭКГ** – регистрация с поверхности тела суммарной разницы потенциалов, возникающей между различными участками сердечной мышцы.
- Разница потенциалов между участками с различными зарядами (поляризованными, деполяризованными, реполяризованными) возникает в результате **последовательного распространения возбуждения** в миокарде.
- При отсутствии разницы потенциалов на ЭКГ регистрируется **изоэлектрическая** (прямая) линия.
- Биотоки проводятся межклеточной жидкостью к поверхности тела

