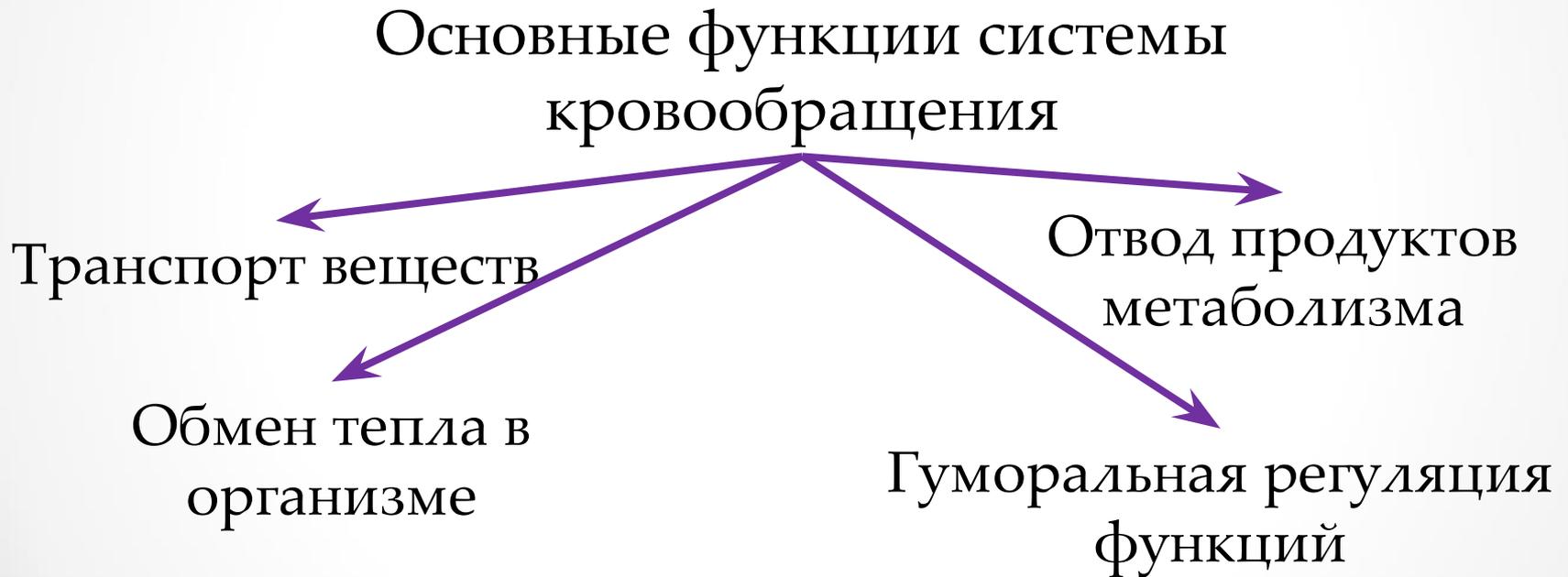


Физиология системы кровообращения и работы сердца

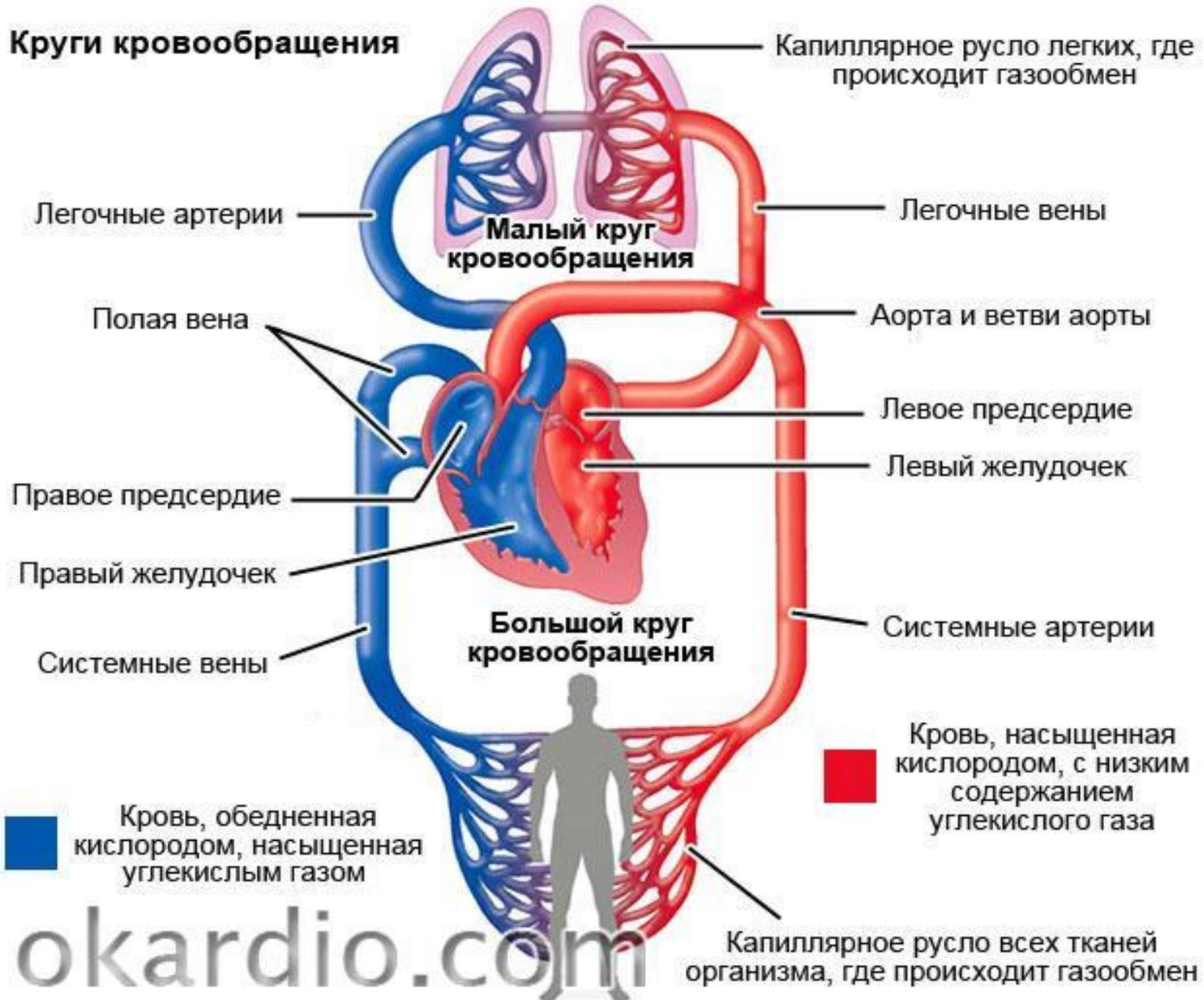
Калиман Николай Александрович

- Основное назначение сердечно-сосудистой системы: обеспечение кровообращения – постоянной циркуляции крови из сердца в сосуды и из сосудов вновь к сердцу.



Круги кровообращения

Круги кровообращения



Системная гемодинамика

Основные показатели, характеризующие системную гемодинамику:

- ✓ **Системное артериальное давление**
- ✓ **Общее периферическое сопротивление сосудов**
- ✓ **Сердечный выброс**
- ✓ **Частота сердечных сокращений**
- ✓ **Работа сердца**
- ✓ **Венозный возврат крови к сердцу**
- ✓ **Центральное венозное давление**
- ✓ **Объем циркулирующей крови**

Системное артериальное давление (САД)

- Является результирующей величиной сердечного выброса (СВ) и общего периферического сопротивления сосудов (ОПСС).

$$\text{САД} = \text{СВ} * \text{ОПСС}$$

120/80 мм рт. ст.

Систолическое — **Диастолическое** = Пульсовое
В период систолы левого желудочка В период диастолы левого желудочка давление

Уровни артериальной гипертензии

Категория	Систолическое		Диастолическое
Оптимальное	<120	и	<80
Нормальное	120–129	и/или	80–84
Высокое нормальное	130–139	и/или	85–89
АГ 1 степени	140–159	и/или	90–99
АГ 2 степени	160–179	и/или	100–109
АГ 3 степени	≥180	и/или	≥110
Изолированная систолическая АГ	≥140	и	<90

Примечание:^a – категория артериального давления (АД) определяется по наивысшему значению, не важно – систолическому или диастолическому. Изолированной систолической АГ следует присваивать степень 1, 2 или 3 в зависимости от того, в какой из указанных диапазонов попадают значения систолического АД.

- **Общее периферическое сопротивление сосудов (ОПСС).**
- Состоит из сумм сопротивлений регионарных сосудистых отделов.
- **Сердечный выброс (СВ), минутный объем кровообращения (МОК).**
- Общее количество крови, перекачиваемое правым и левым отделом сердца в течение 1 минуты.
- Измеряется в л/мин, мл/мин.
- При мышечной работе МОК увеличивается в 3-4 р, а у тренированных спортсменов в 5-7 р.
- $МОК = \text{ударный объем (УО)} * ЧСС.$

Таблица 9.3. Некоторые параметры системной гемодинамики и насосной функции сердца у человека (в условиях основного обмена)

Сердечный выброс, л/мин	4,0—6,0	
Частота сердечных сокращений, мин ⁻¹	60—80	
Конечно-диастолический объем, мл	65—130	
Конечно-систолический объем, мл	40—60	
Ударный объем сердца, мл	60—90	
Давление, мм рт. ст.	Аорта	Легочный ствол
систолическое	110—120	25—30
диастолическое	60—75	6—12
среднее	70—80	9—17
Общее периферическое сопротивление сосудов, дин · с · см ⁻⁵	Большой круг	Малый круг
	1200—1700	150—350
Давление, мм рт. ст.	Левое предсердие	Правое предсердие
конечно-систолическое	10—12	3—7
конечно-диастолическое	0—6	0—2
Давление, мм рт. ст.	Левый желудочек	Правый желудочек
конечно-систолическое	110—120	25—30
конечно-диастолическое	9—12	6—10
Максимальная скорость прироста давления (dP/dt _{max}), мм рт. ст./с	2000—2500	350—400
Работа за систолу, Дж	0,9—1,0	0,2

Частота сердечных сокращений

- 60-90 уд/мин.

САД = МОК *

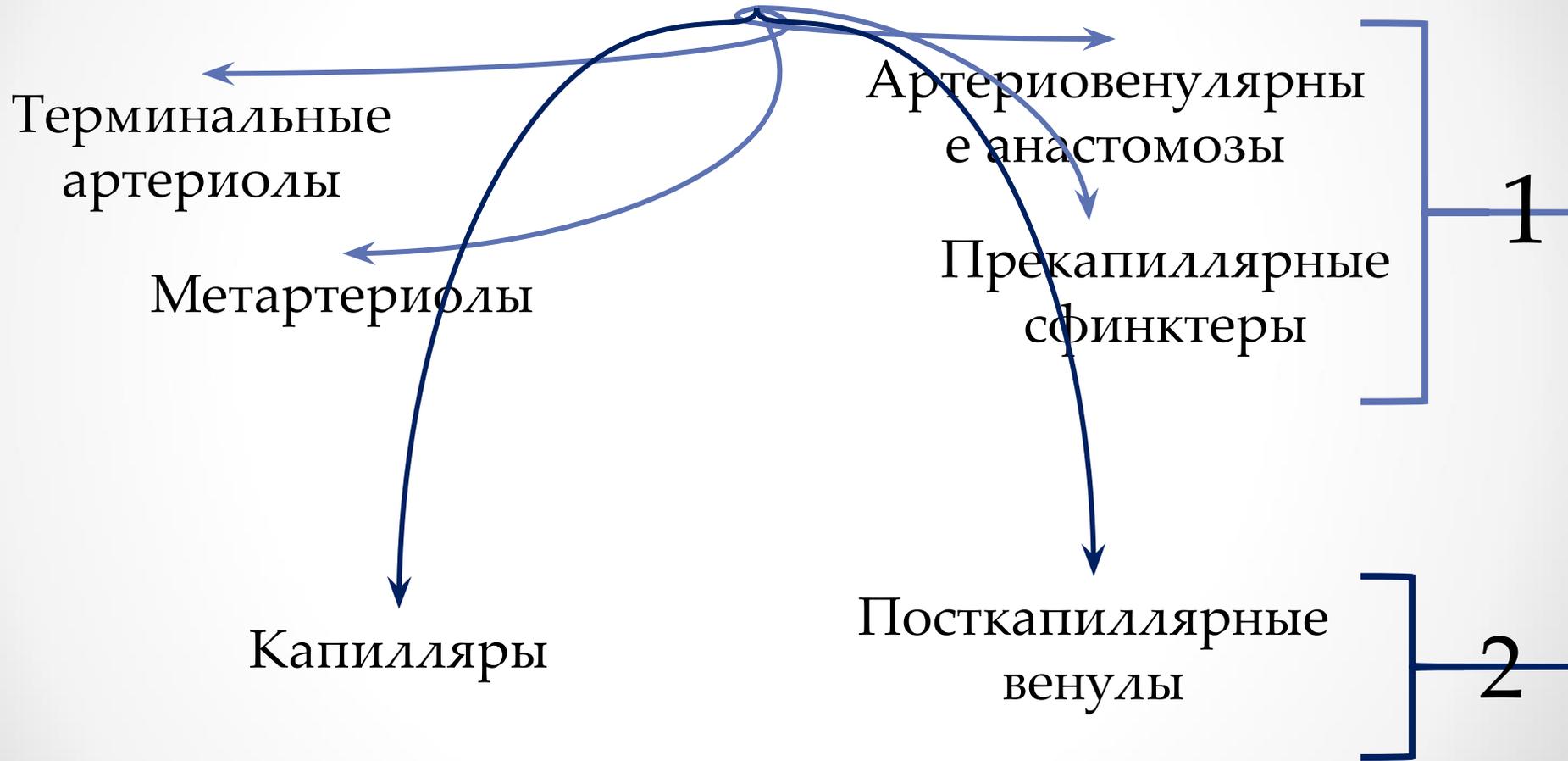
ОПСС ↓

УО * ЧСС

Важный механизм повышения МОК и САД!

Микроциркуляция (микродинамика)

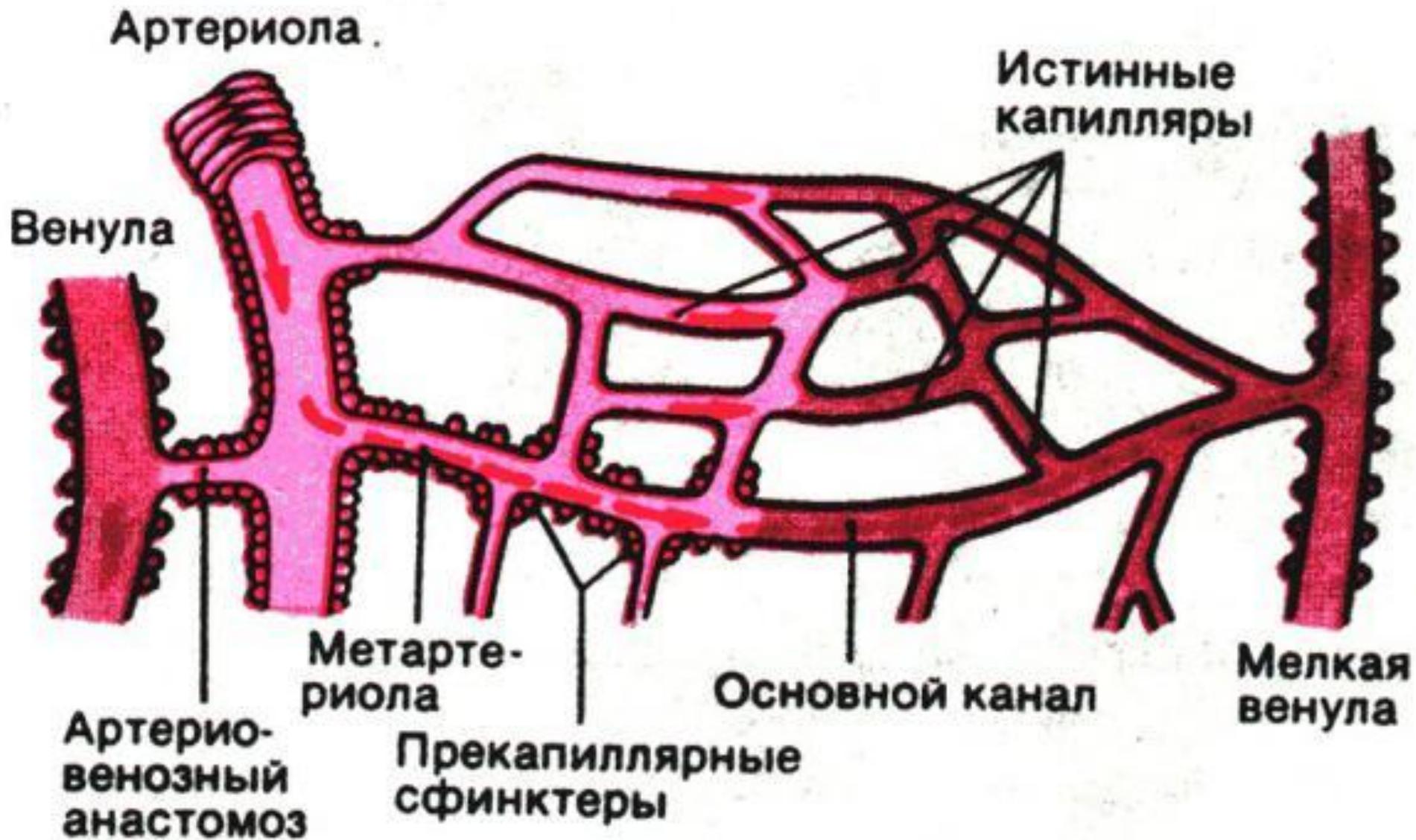
❖ Сосуды микроциркуляторного русла



1 – распределители капиллярного кровотока

2 – обменные сосуды

Микроциркуляция



Микроциркуляция

В **КАПИЛЛЯРАХ** наиболее благоприятные условия для обмена между кровью и тканевой жидкостью:

- ✓ Высокая проницаемость стенок.
- ✓ Большая обменная поверхность.
- ✓ Гидростатическое давление, способствующее фильтрации и реабсорбции.
- ✓ Медленная линейная скорость кровотока.

Механизмы регуляции тонуса сосудов

Миогенные механизмы

Способность гладких мышц сосудистой стенки возбуждаться при растяжении.

Нейрогенные механизмы

Гуморальные механизмы



Гормоны

Адреналин, норадреналин, вазопрессин, ангиотензин II, ренин, АКТГ, кортикостероиды, ренин, брадикинин, гистамин, простагландины E.

Метаболические факторы

Ионы калия вызывают расширение сосудов, ионы кальция суживают их.

Молочная кислота и другие кислоты цикла Кребса расширяют сосуды. Таким же образом действует повышение содержания CO₂ и протонов, т. е. сдвиг реакции среды в кислую сторону. Осмотическое давление тканевой жидкости. При его повышении происходит расширение сосудов.

Центральные механизмы регуляции сосудистого тонуса

Симпатические спинальные центры

Прессорный отдел находится в состоянии постоянного возбуждения. В результате нервные импульсы от него постоянно идут к спинальным симпатическим нейронам, а от них к сосудам. Благодаря этому сосуды постоянно умеренно сужены.

Центры гипоталамуса

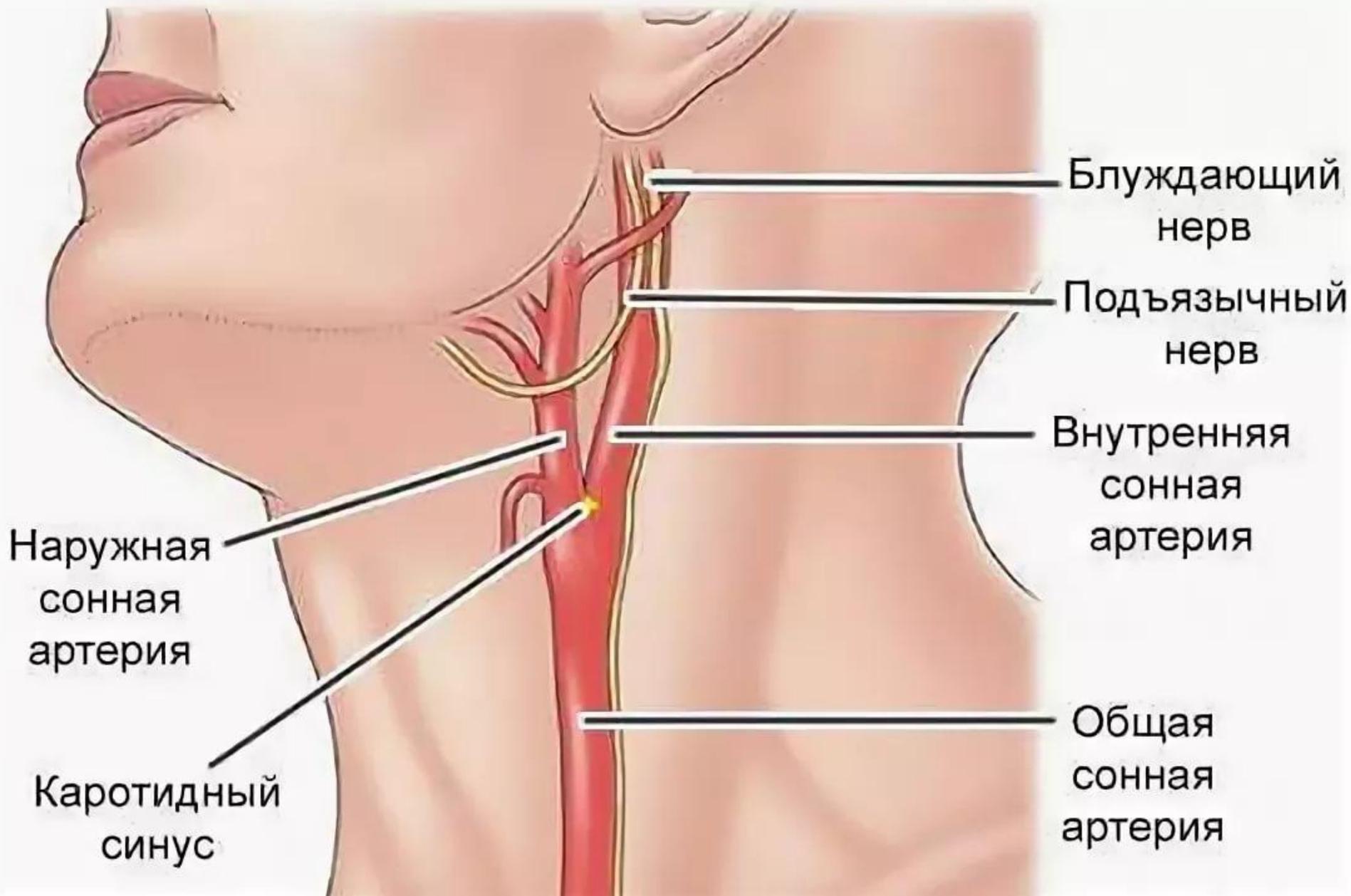
Отделы коры больших полушарий

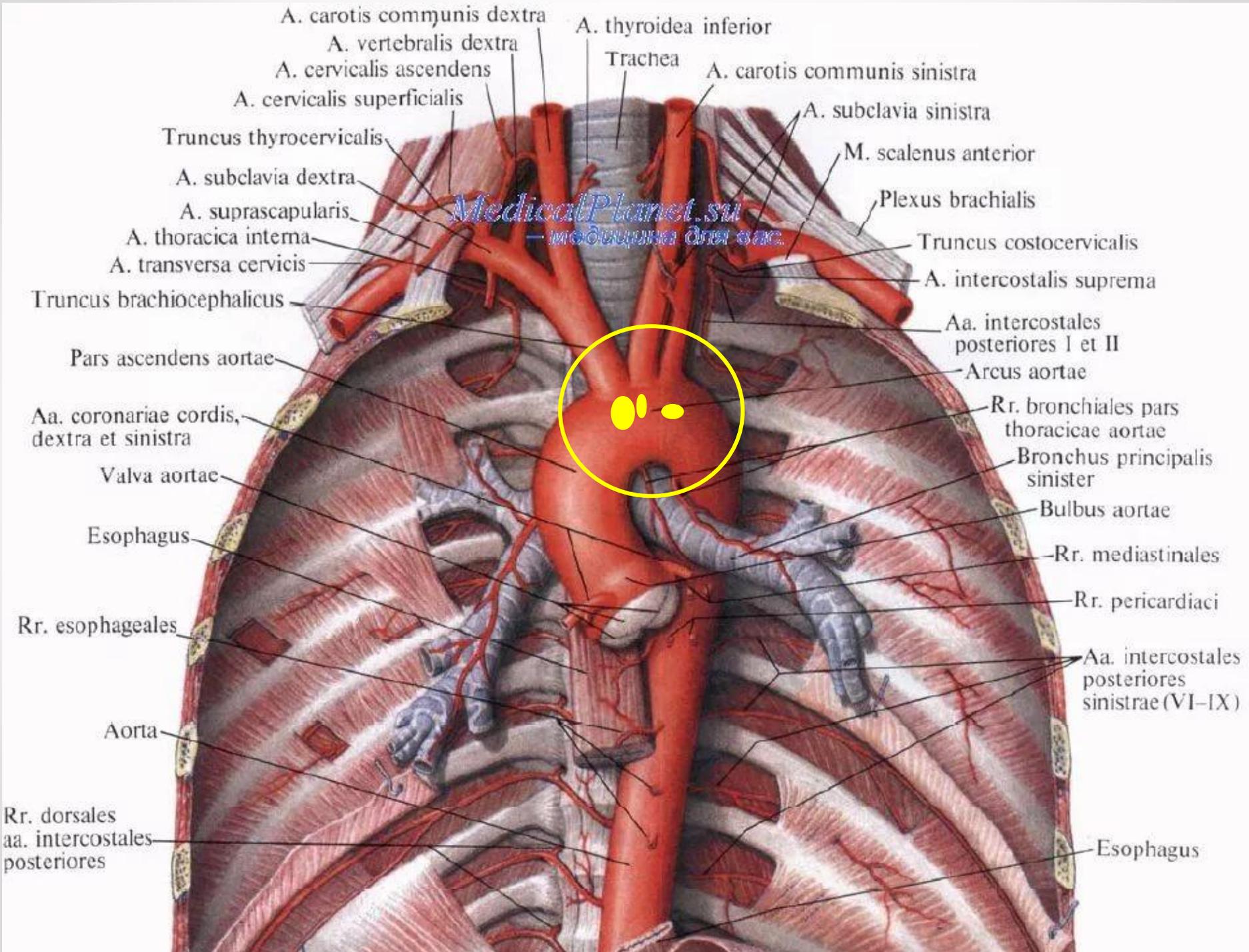


Рефлекторная регуляция системного

артериального кровотока

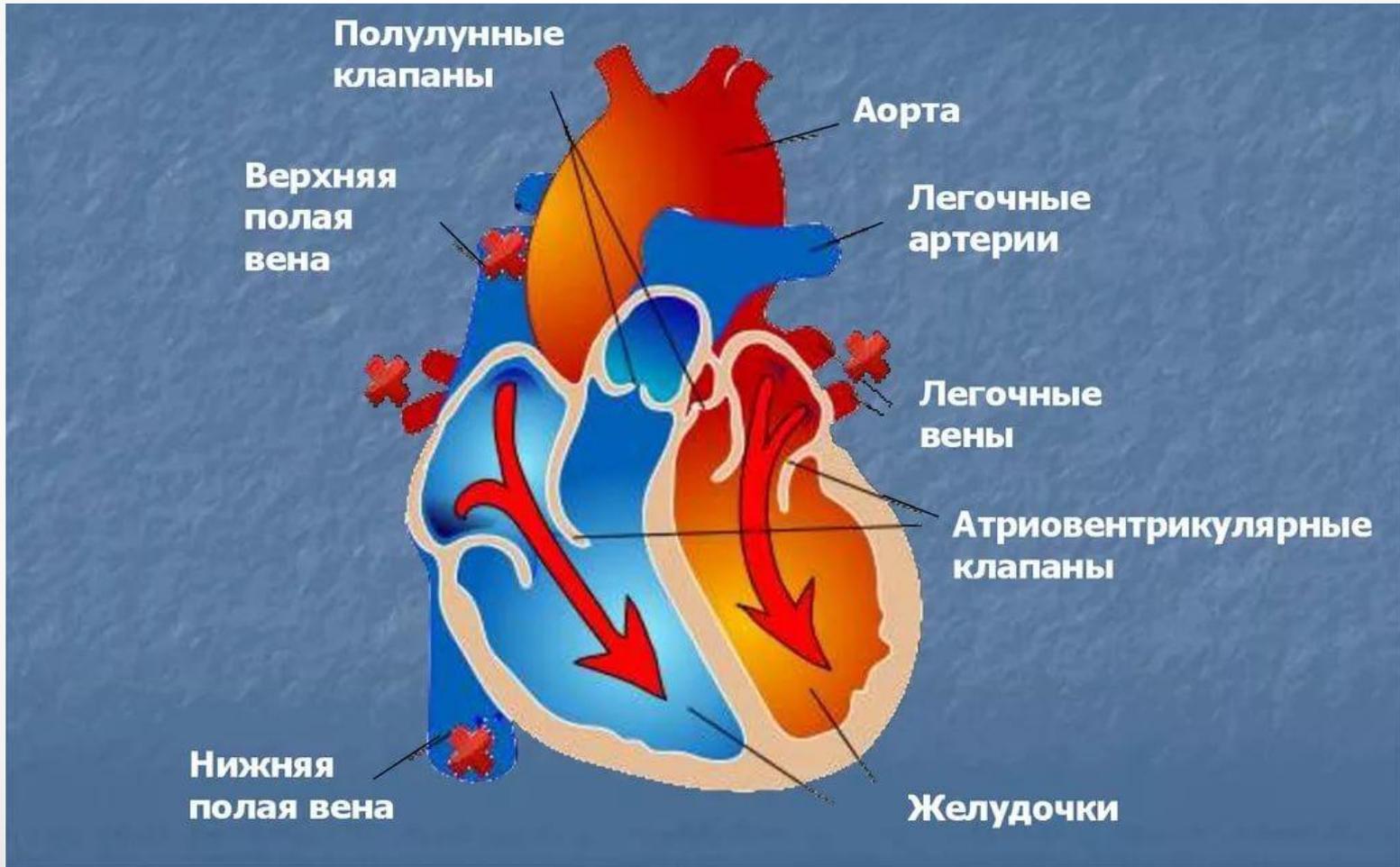
- Главные из рефлексогенных зон: рефлексогенные зоны дуги аорты и каротидных синусов. Там расположены баро- и хеморецепторы.
- При увеличении артериального давления барорецепторы возбуждаются, импульсы идут к сосудодвигательному центру, его прессорный отдел тормозится, сосуды расширяются.
- Хеморецепторы реагируют на содержание углекислого газа и изменение реакции крови. При повышении концентрации углекислого газа или сдвиге реакции крови в кислую сторону, эти рецепторы возбуждаются. Импульсы от них по афферентным нервам идут к прессорному отделу сосудодвигательного центра. Его активность возрастает, сосуды суживаются.





СЕРДЕЧНЫЙ ЦИКЛ

Систола предсердий



Систола желудочков

Период напряжения



Давление в желудочках нарастает и атриовентрикулярные клапаны закрываются. Однако его величина недостаточна для открывания полулунных клапанов



Мышечные волокна не укорачиваются, но сила их сокращений и давление в полостях желудочков нарастает



Когда оно достигает 120-130 мм.рт.ст. в левом и 25-30 мм.рт.ст. в правом, открываются полулунные клапаны - аортальный и пульмональный

Период изгнания



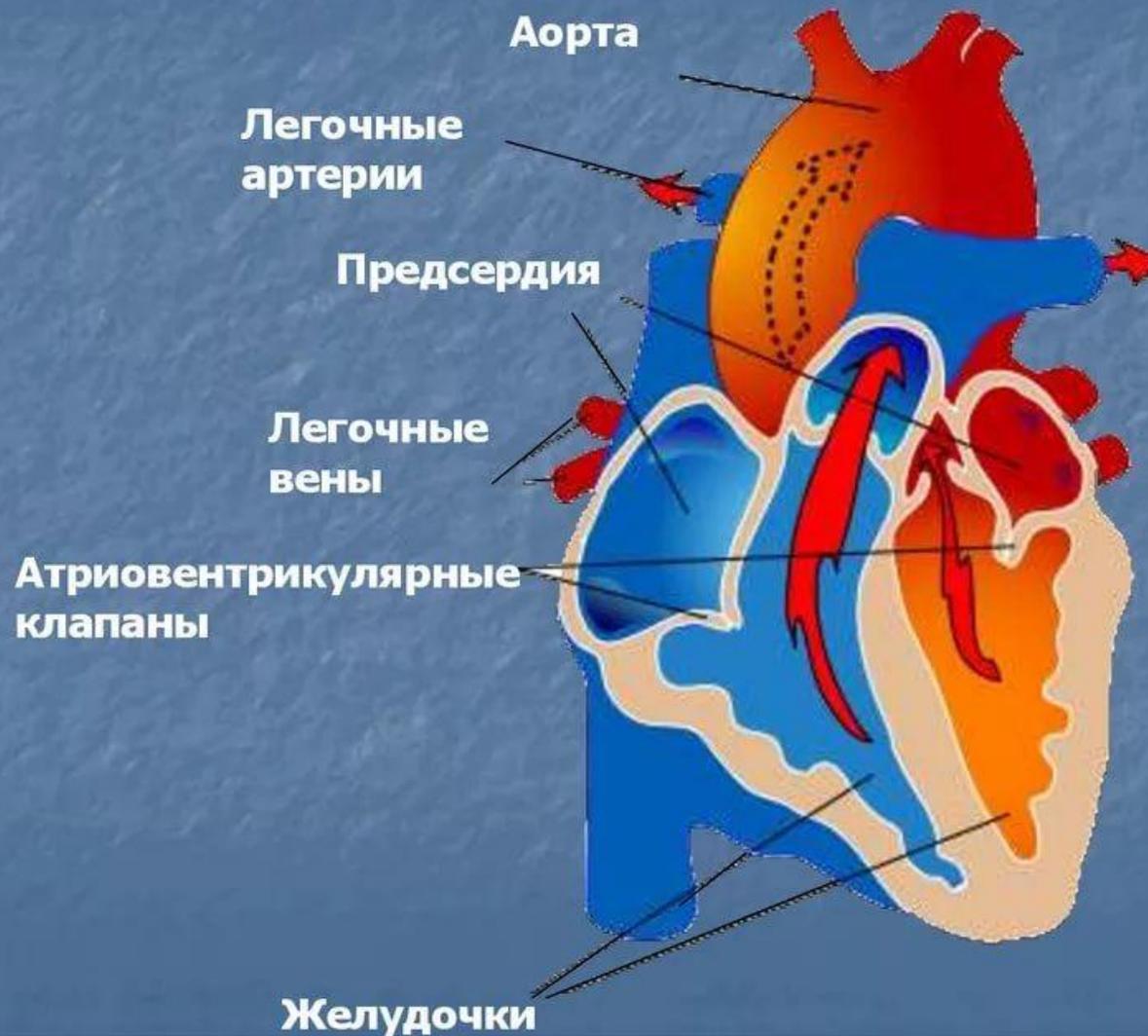
Фаза быстрого изгнания



Фаза медленного изгнания



Систола желудочков



Диастола желудочков

Расслабление миокарда желудочков

→
Давление в желудочках становится ниже, чем в аорте и легочной артерии, поэтому полулунные клапаны закрываются

→
Все клапаны закрыты, и расслабление происходит без изменения длины волокон миокарда. Давление в желудочках продолжает снижаться

↓
Когда давление уменьшается до 0, т. е. становится ниже, чем в предсердиях, открываются атриовентрикулярные клапаны

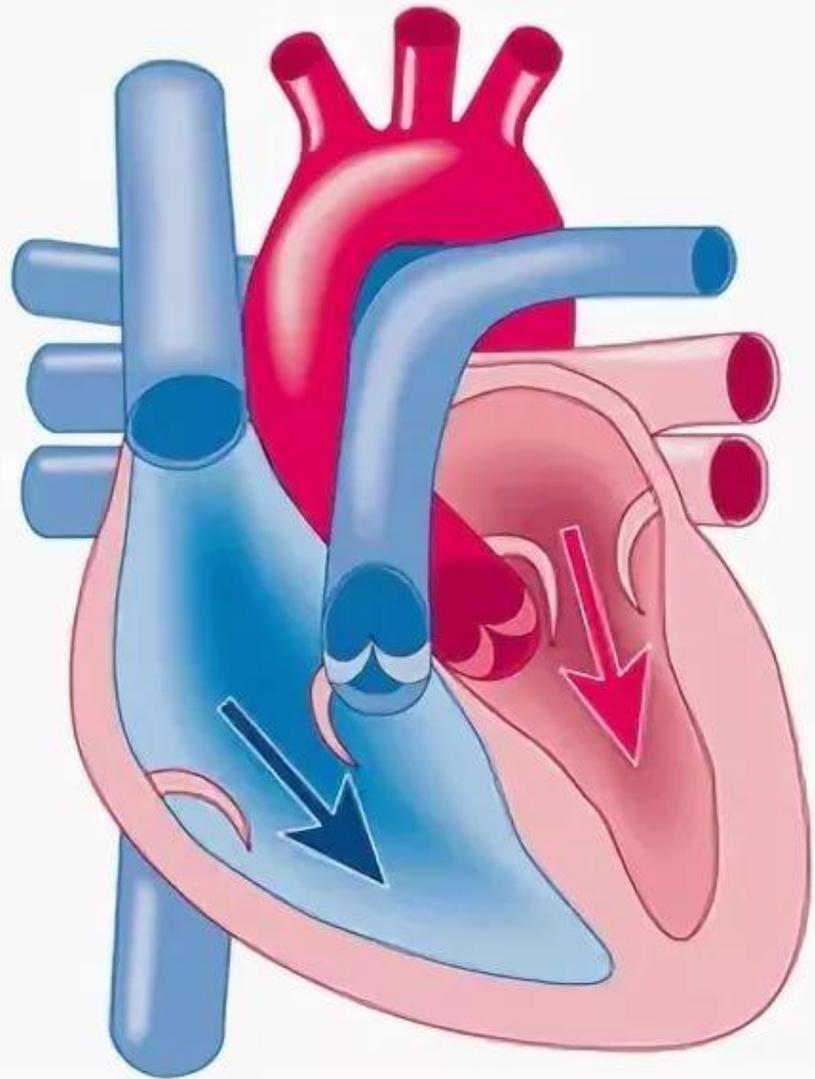
Систола предсердий

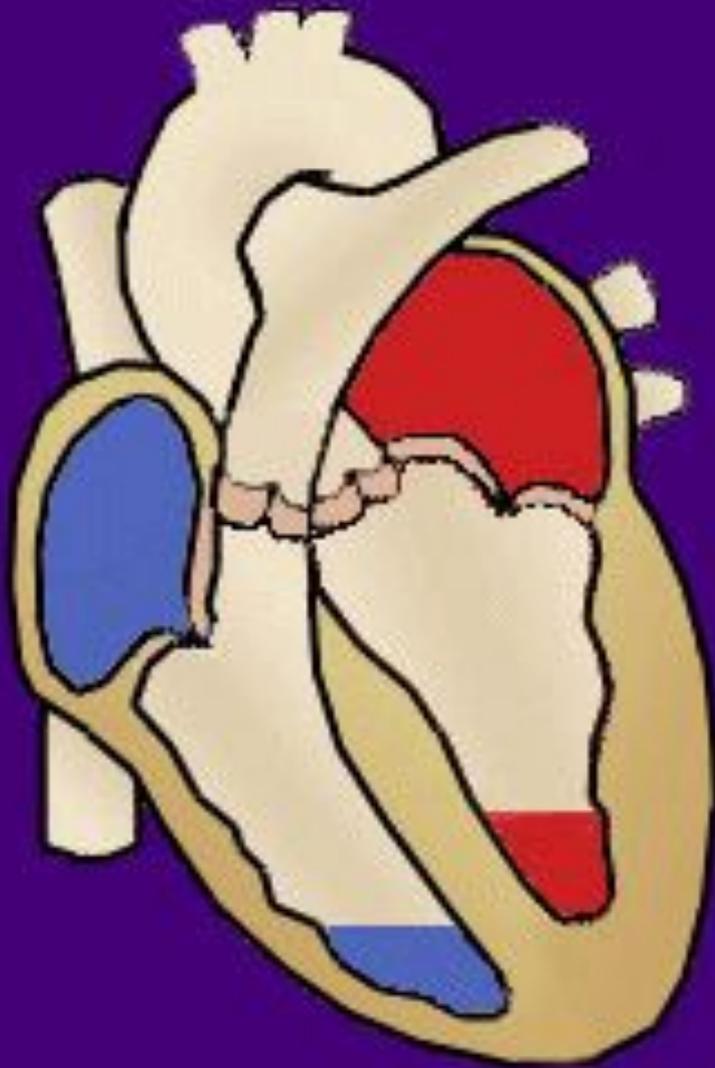


Желудочки пассивно наполняются кровью



диастола





Systole

Diastole



Проводящая система сердца

