

РЕГУЛЯЦИЯ

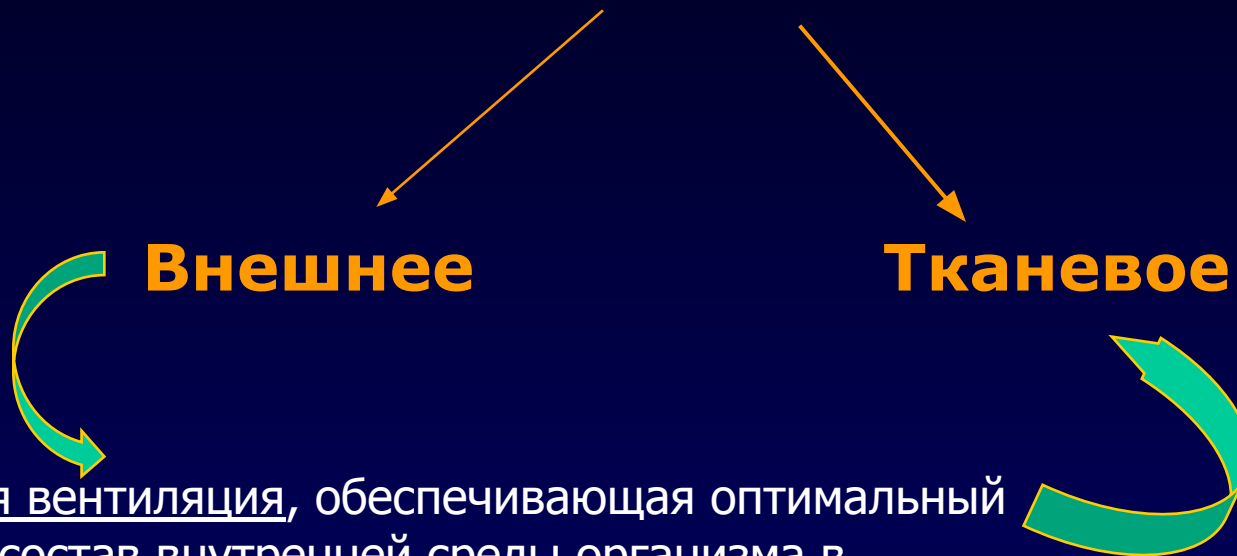
ДЫХАТЕЛЬНОЙ И

СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ

СИСТЕМ

# ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

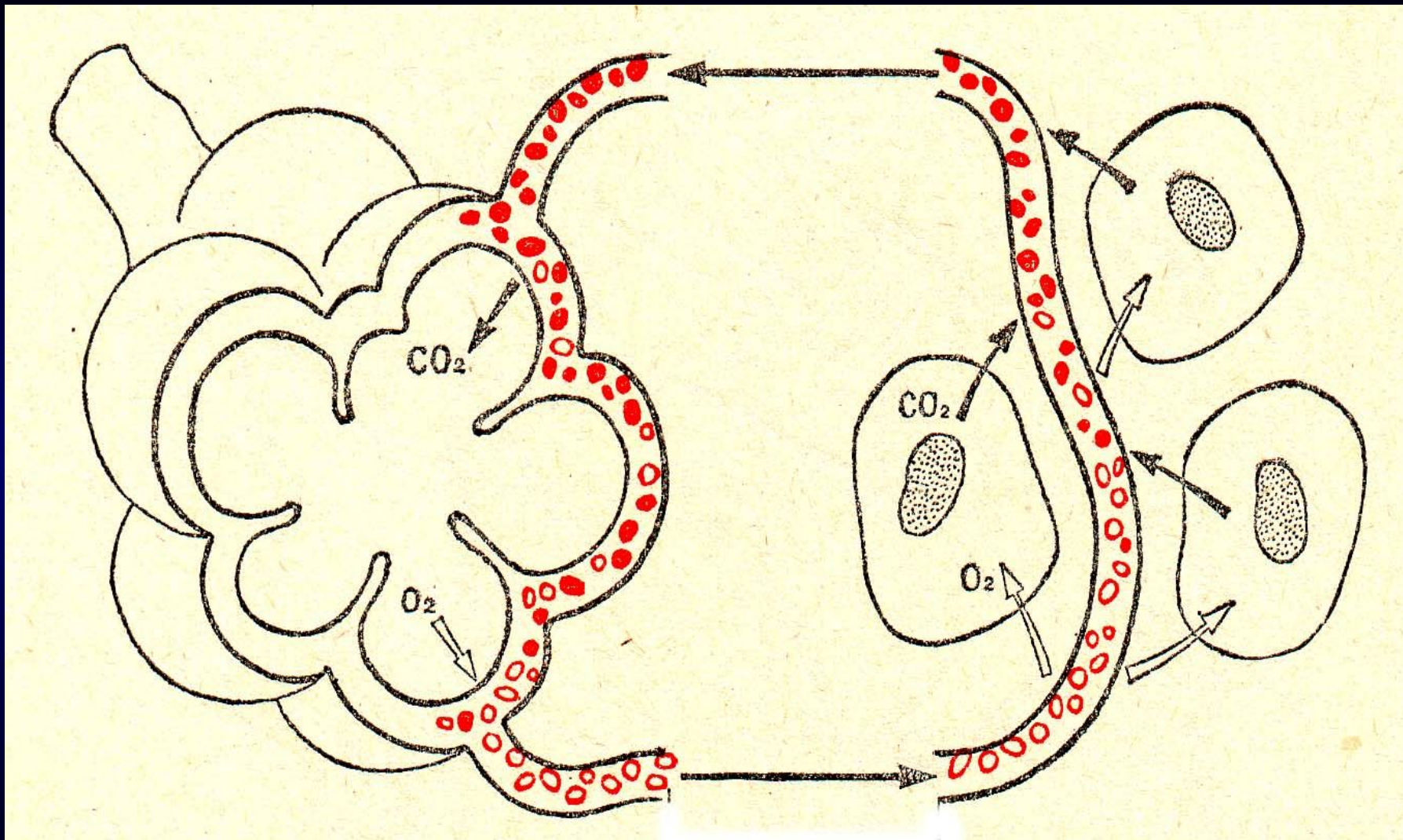
**Дыхание** – это процессы, обеспечивающие потребление организмом кислорода и выделение углекислого газа.



Легочная вентиляция, обеспечивающая оптимальный газовый состав внутренней среды организма в постоянно меняющихся условиях жизнедеятельности

# ВНЕШНЕЕ ДЫХАНИЕ

# ТКАНЕВОЕ ДЫХАНИЕ



**Газообмен в альвеолах  
легких**

**Газообмен в тканях**

Дыхательный  
центр  
головного мозга

Нервные  
образования  
спинного мозга

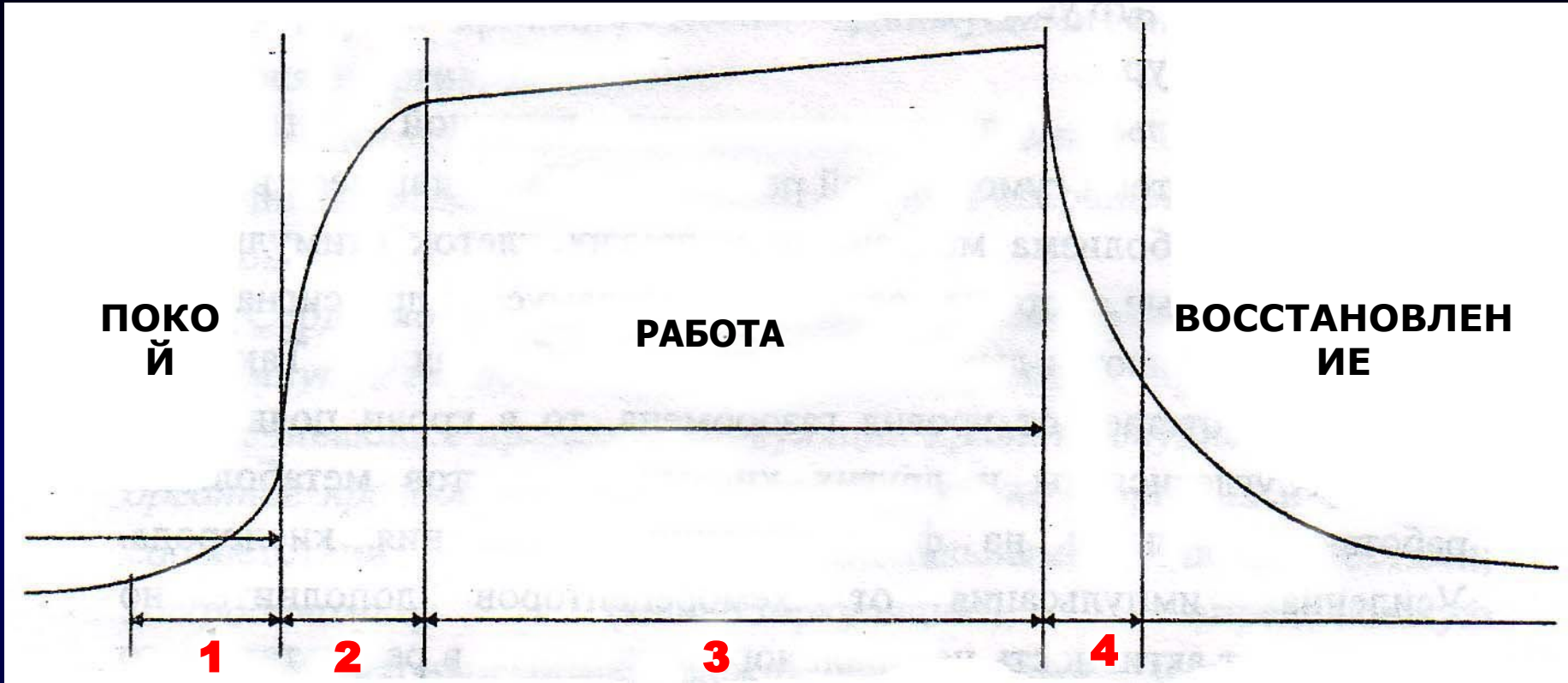
**РЕГУЛЯЦИЯ ВНЕШНЕГО  
ДЫХАНИЯ**

Рецепторы  
легочной  
ткани

Рецепторы  
сосудов

Самый сильный естественный стимул дыхания – мышечная деятельность

# Регуляция дыхания при выполнении физической нагрузки осуществляется нервными и гуморальными механизмами



1. Условно-рефлекторная фаза
2. Нейрогенная фаза
3. Нейрогенно-гуморальная фаза
4. Нейрогенная фаза

(по В.М. Коч, 1982)

Временное соотношение факторов, влияющих на легочную вентиляцию во время мышечной работы

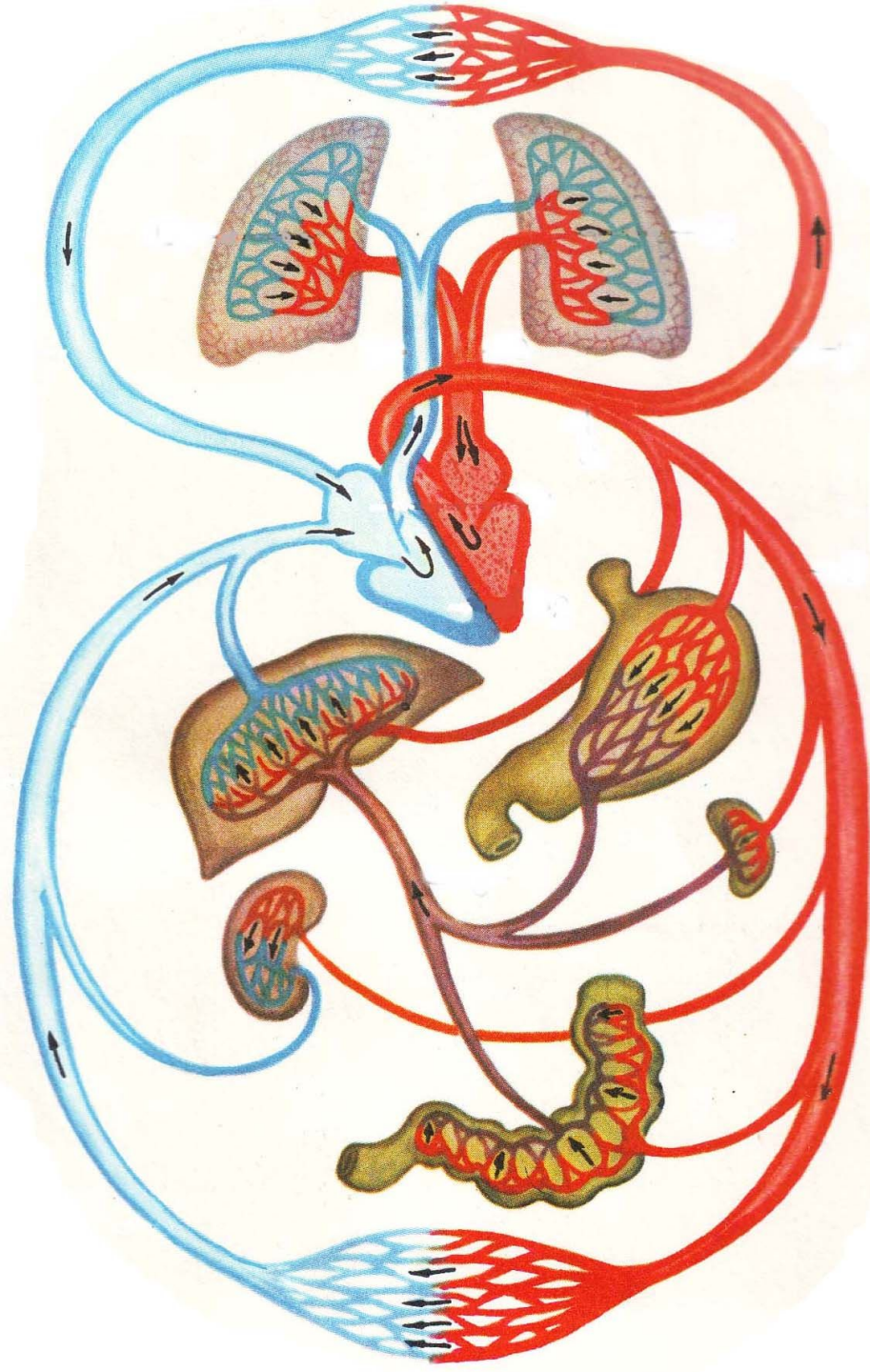
У человека, регулярно занимающегося оздоровительной физкультурой,

- ✓ увеличивается ЖЕЛ,
- ✓ дыхание в покое реже и глубже,
- ✓ увеличивается кислородная емкость,
- ✓ увеличиваются буферные свойства крови и
- ✓ величина максимального потребления кислорода,

т.е. основные **показатели «количества» здоровья** человека.

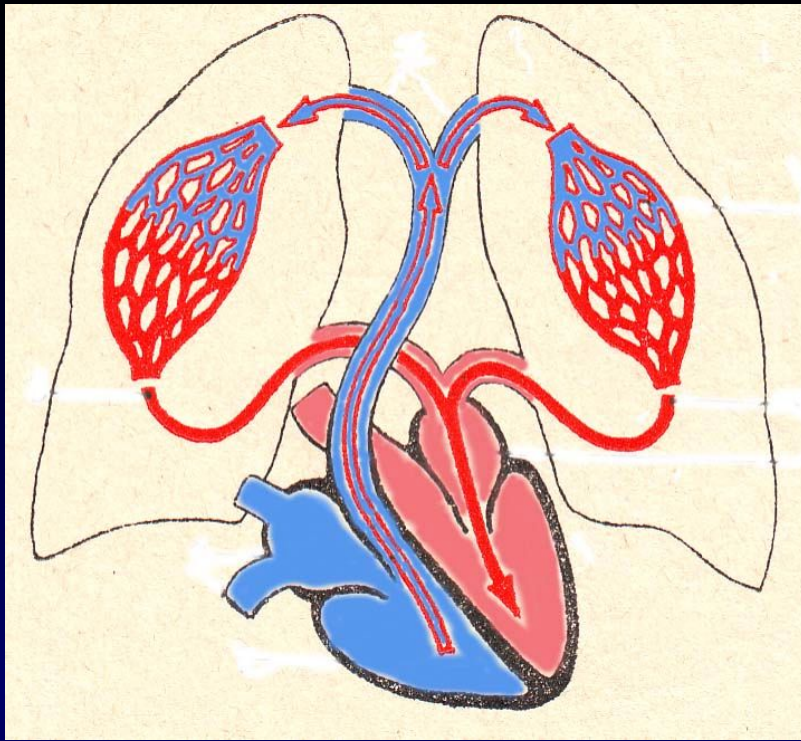
# СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ СИСТЕМА

обеспечивает постоянную циркуляцию крови  
в замкнутой системе сердце - сосуды большого и  
малого кругов кровообращения

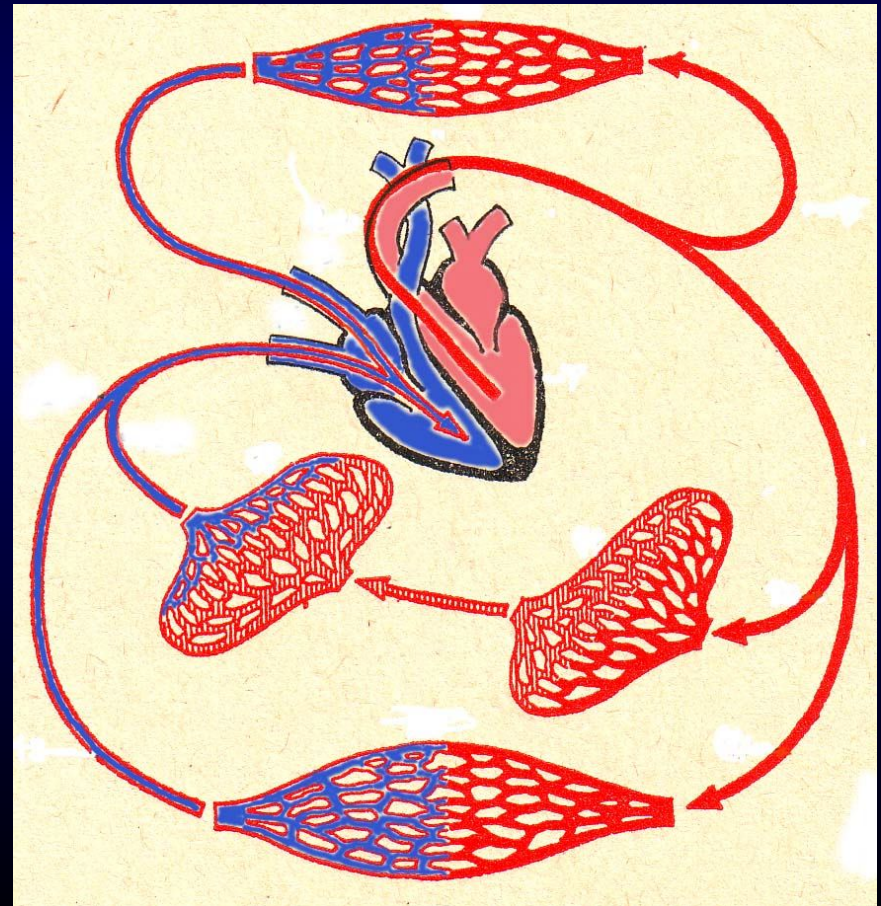




# МАЛЫЙ КРУГ КРОВООБРАЩЕНИЯ



# БОЛЬШОЙ КРУГ КРОВООБРАЩЕНИЯ



# **ДВИЖУЩИЕ СИЛЫ КРОВОТОКА**

1. *Энергия, задаваемая потоку крови сердцем*
2. *Градиент давления между разными отделами сосудистого русла*
3. *Сокращения мышц сосудов*



# ГЕМОДИНАМИКА

```
graph TD; A[ГЕМОДИНАМИКА] --> B[СИСТЕМНАЯ ГЕМОДИНАМИКА  
(собственно кровообращение)]; A --> C[ОРГАННОЕ КРОВООБРАЩЕНИЕ]; A --> D[МИКРОДИНАМИКА  
(микроциркуляция)];
```

**СИСТЕМНАЯ ГЕМОДИНАМИКА**  
(собственно кровообращение)

обеспечивает  
циркуляцию крови  
в сосудистой системе

**ОРГАННОЕ  
КРОВООБРАЩЕНИЕ**

В соответствии  
с функциональными  
потребностями органов

**МИКРОДИНАМИКА**  
(микроциркуляция)

обмен  
капилляры – межклеточная  
жидкость

# **ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ**



# РЕГУЛЯЦИЯ СЕРДЕЧНОГО ВЫБРОСА

Сердечный  
выброс

+

Сокращение сосудов

Обеспечивается  
среднее АД , необходимое для  
удержания физиологических  
констант в капиллярах

*В норме*



Приток крови

=

Отток крови

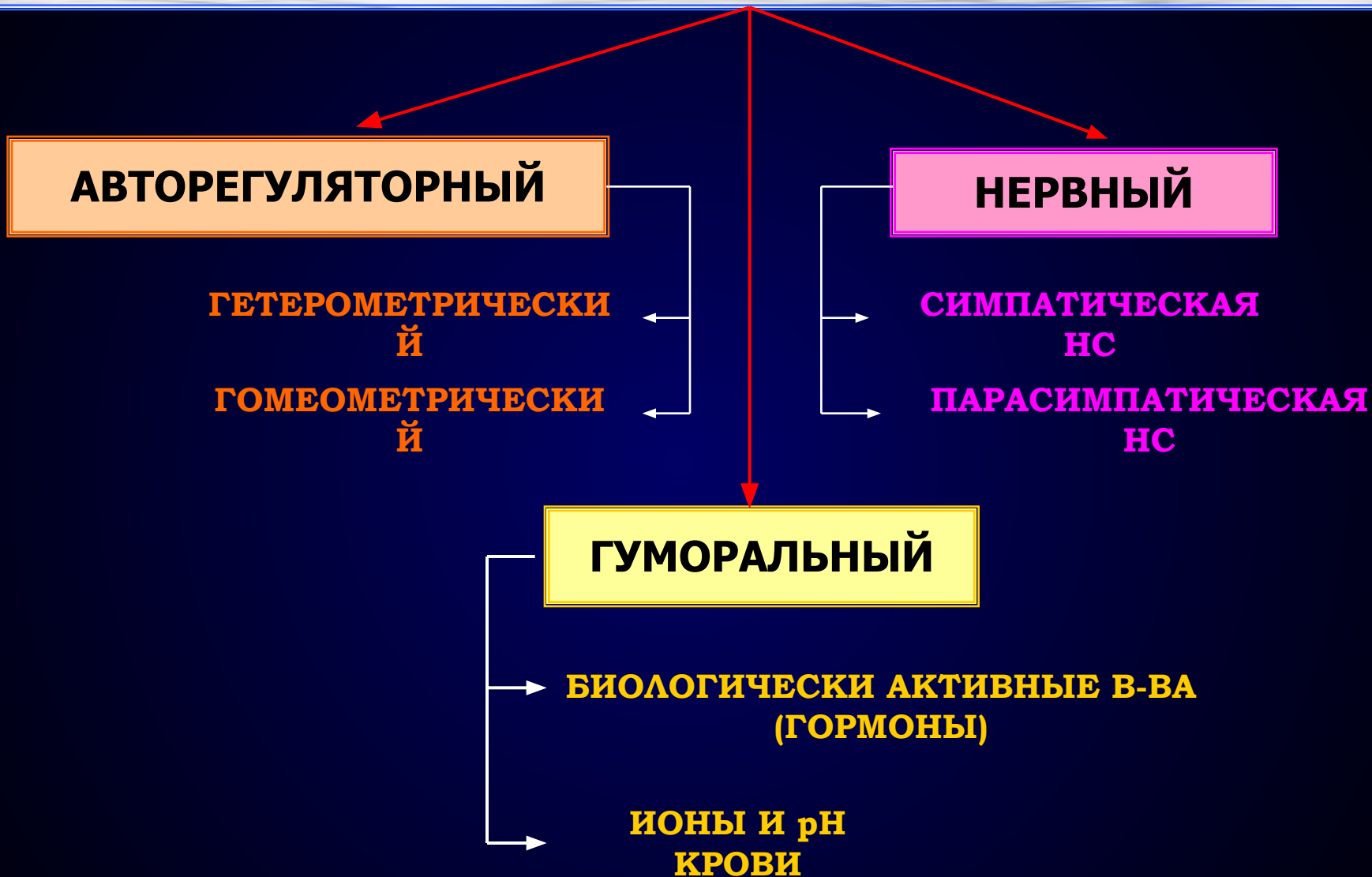
*поддерживается*



*ГЕТЕРОМЕТРИЧЕСКОЙ* **И** *ГОМЕОМЕТРИЧЕСКОЙ*

*регуляцией (авторегуляцией) насосной функции сердца*

# МЕХАНИЗМЫ РЕГУЛЯЦИИ ССС



**Наибольшее  
потребление  
 $O_2$**

**при ЧСС 170-175 уд./мин.**

**max  
систолический  
объем**

**при ЧСС 130 уд./мин.**

**max  
сердечный  
выброс**

**при ЧСС 150  
уд./мин.**

Эти показатели важны для контроля в процессе оздоровительной тренировки



# ***1. Условно-рефлекторная фаза***

Дыхание изменяется еще до начала физической работы – «предстартовое состояние».

Происходит условно-рефлекторное увеличение легочной вентиляции.

Эта фаза более выражена при выполнении привычной по тяжести работе.

В результате тренировки, функциональные системы используют опережающее возбуждение, основанное на прошлом опыте.



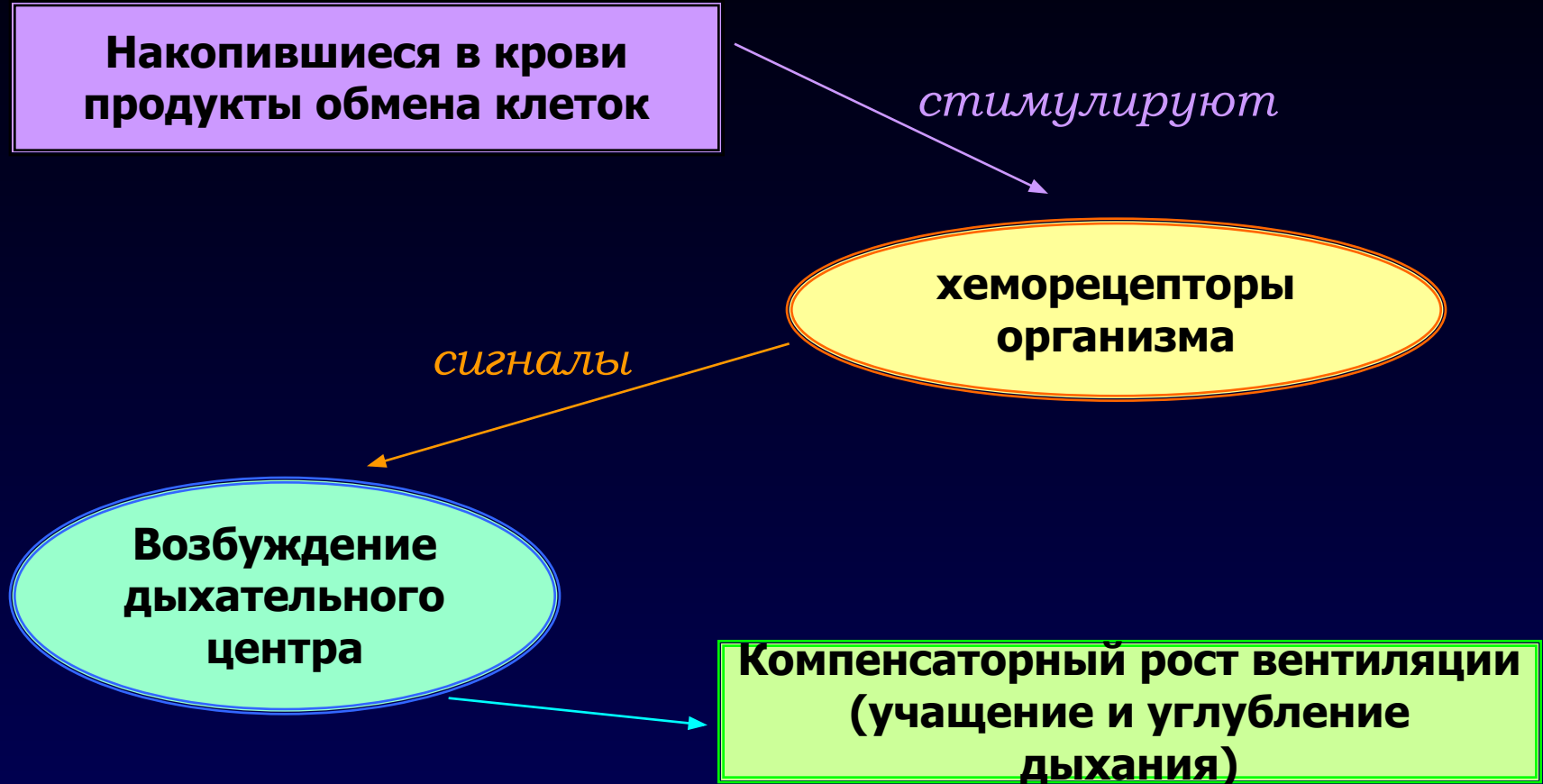
## ***2. Нейрогенная фаза***

Увеличение вентиляции легких происходит за счет потока импульсов от работающих мышц к ЦНС.

Дыхательный центр активируется со стороны гипоталамуса, мозжечка, лимбических структур и двигательной коры больших полушарий, т.е. его работу усиливают другие нервные структуры.



### 3. *Нейро-гуморальная фаза*



Обеспечивается сохранение газового состава и рН крови во время работы, т.е. *сохранение гомеостаза*



## 4. *Нейрогенная фаза*

### *восстановительного периода*

Легочная вентиляция остается повышенной.

Хеморецепторы продолжают активироваться циркулирующими в крови недоокисленными продуктами обмена (молочная и другие органические кислоты).

Постепенно погашается образовавшийся **кислородный долг**,

т.е. разность между общим количеством кислорода, необходимым в данный момент (кислородный запрос), и количеством кислорода, которое не было восполнено во время работы.



величина  
сердечного выброса  
(СВ)

общее периферическое  
сопротивление сосудов

создают

## Системное артериальное давление (САД)

В крупных артериях называется артериальным давлением (АД)



**Сердечный выброс** – количество крови, выбрасываемое сердцем в сосуды в единицу времени

---

**Систолический объем крови** (ударный) – количество крови, выбрасываемое сердцем за одну систолу  
В покое = 70-100 мл  $\approx$   $\frac{1}{2}$  кол-ва крови в желудочке в конце диастолы

---

После систолы в сердце остается **резервный объем крови**, величина которого является гарантом срочного изменения сердечного выброса

---



**Минутный объем кровообращения (МОК)** – кол-во крови, перекачиваемое сердцем за 1 минуту.

**МОК** при максимальной мышечной работе

функциональный резерв гемодинамики

**МОК** в покое

□ в N составляет 300-400%

□ у спортсменов – 500-700%

**МОК покоя – 4-6 л/мин.**

**МОК при тяжелой физ. работе – 25-30 л/мин.**

**МОК у спортсменов – 35-40 л/мин.**



**масса крови,  
выброшенная в аорту**

**X**

**среднее АД  
(в единицу времени)**

**РАБОТА СЕРДЦА**





# *Частота сердечных сокращений* (ЧСС)

в покое 60-80 ударов в минуту

**ПОВЫШЕНИЕ ЧСС** –  
важный механизм адаптации

увеличение МОК

быстрое приспособление МОК  
к требованиям организма



## **Гетерометрический механизм**

**(мех-м Франка-Старлинга) –**

**когда с увеличением венозного притока к сердцу  
изменяются размеры камер сердца, повышаются  
сила сокращений миокарда и систолический выброс**

*Чем сильнее растягивается мышца сердца кровью  
в диастолу, тем сильнее сокращение сердце*



## **Гомеометрический механизм**

**(мех-м Боудичи) –**

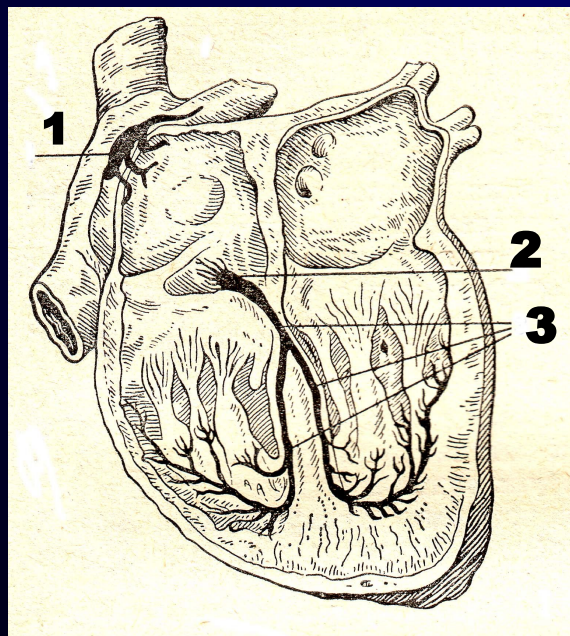
**когда изменяется сила сокращений миокарда при неизменном объеме крови, протекающей через полости сердца в условиях возрастающей ЧСС и кровяного давления.**

*Повышение тонуса миокарда при отсутствии укорочения длины его мышечных волокон*



Осуществляется  
**вегетативной нервной системой** (ВНС)

1) регулируется возбудимость клеток водителей ритма  
изменяется частота генерации импульсов и сокращений сердца  
**хронотропный эффект**



1. синусо-предсердный узел
2. предсердно-желудочковый узел
3. предсердно-желудочковый пучок и его левая и правая ножки (Гиса)

2) регулируется скорость электротонической передачи возбуждения

изменяется длительность фаз сердечного цикла

***дромотропный эффект***

---



3) изменяется уровень энергетического обмена в мышечных волокнах

в результате изменяется сила сердечных сокращений

***ионотропный эффект***

---



4) регулируется величина порога возбуждения мышечных клеток

***батмотропный эффект***

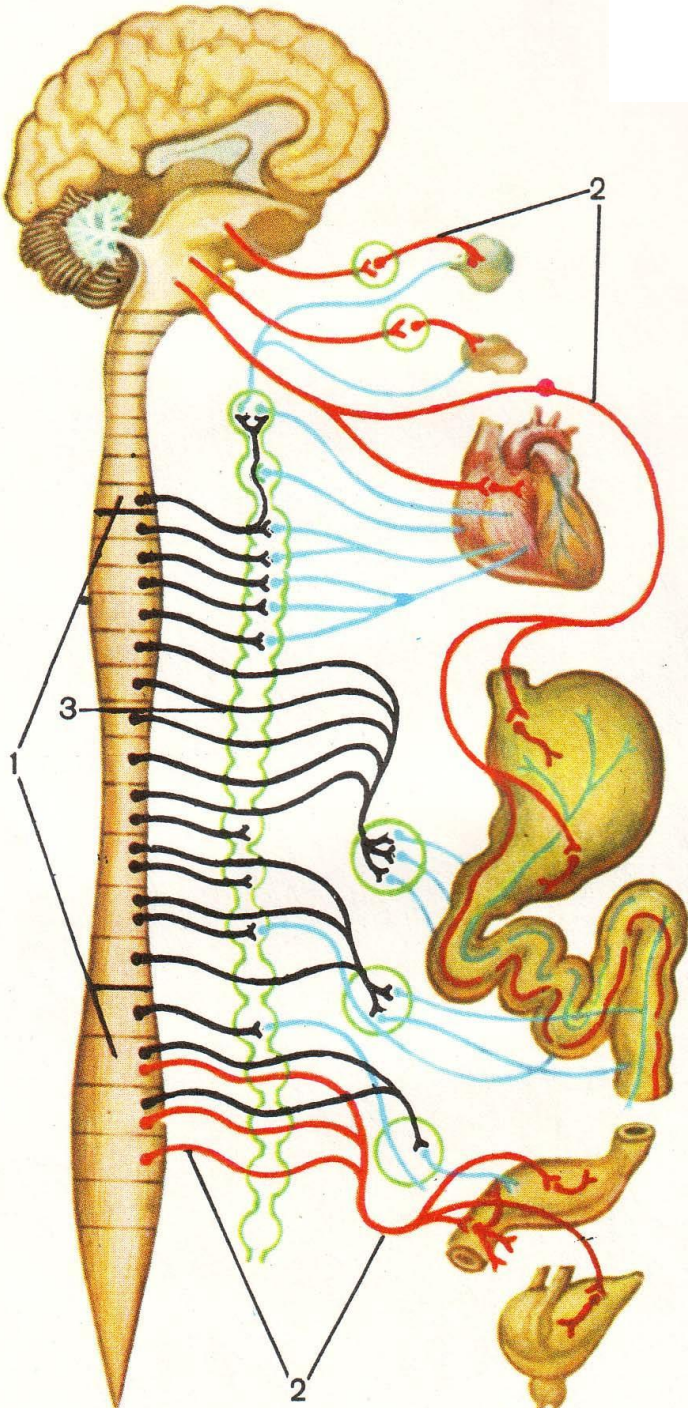


## ВЕГЕТАТИВНАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА

1. Симпатическая часть
2. Парасимпатическая часть
3. Пограничный симпатический ствол

Стимуляция **парасимпатической** НС  
вызывает **отрицательные**,  
т.е. снижающие эффекты

Стимуляция **симпатической** НС  
вызывает **положительные**,  
т.е. повышающие эффекты  
деятельности сердца



# БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА (БАД)

## ДЕЙСТВИЕ НА СЕРДЦЕ

### ПРЯМОЕ (СПЕЦИФИЧЕСКОЕ)

- ✓ адреналин,
- ✓ норадреналин,
- ✓ дофамин

### ОПОСРЕДОВАННОЕ (НЕСПЕЦИФИЧЕСКОЕ)

- ✓ глюкагон,
- ✓ кортикостероиды,
- ✓ гормоны щитовидной железы



**Ионы  $\text{Ca}^{++}$**  повышают возбудимость миокарда, участвуют в согласовании процессов возбуждения и сокращения миокарда

**Ионы  $\text{K}^+$**  способствуют снижению возбудимости миокарда, дефицит ионов  $\text{K}^+$  во внеклеточном пространстве приводит к нарушениям ритма сердца

При усиленной мышечной работе изменяется **pH крови**, происходит сдвиг ее в кислую сторону, что приводит (через хеморецепторы) к активированию сосудодвигательного центра