

РЕГУЛЯЦИЯ

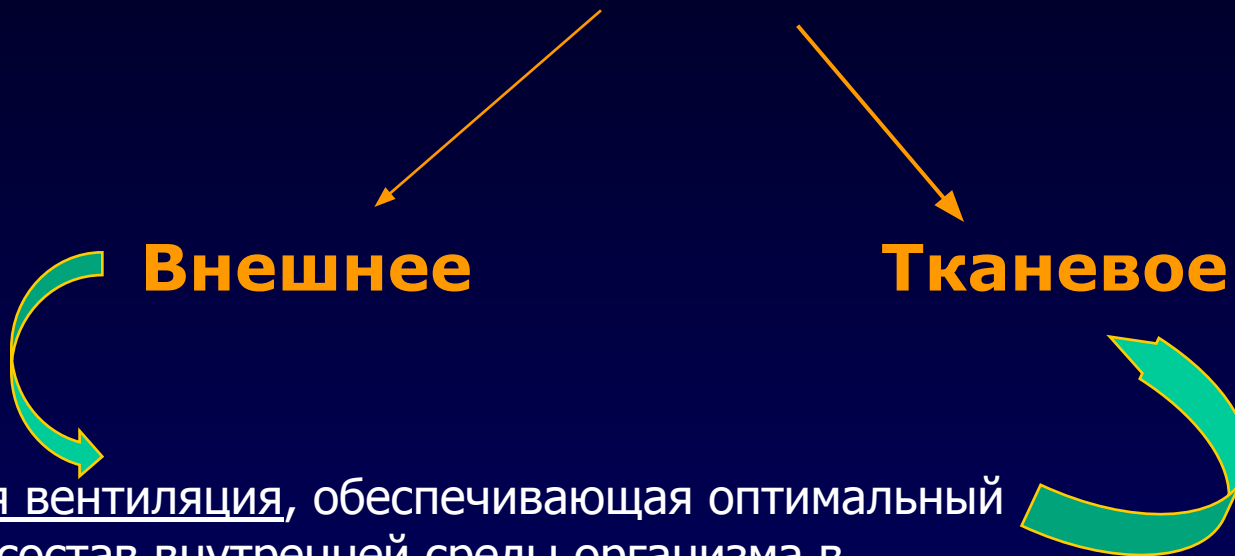
ДЫХАТЕЛЬНОЙ И

СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ

СИСТЕМ

ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

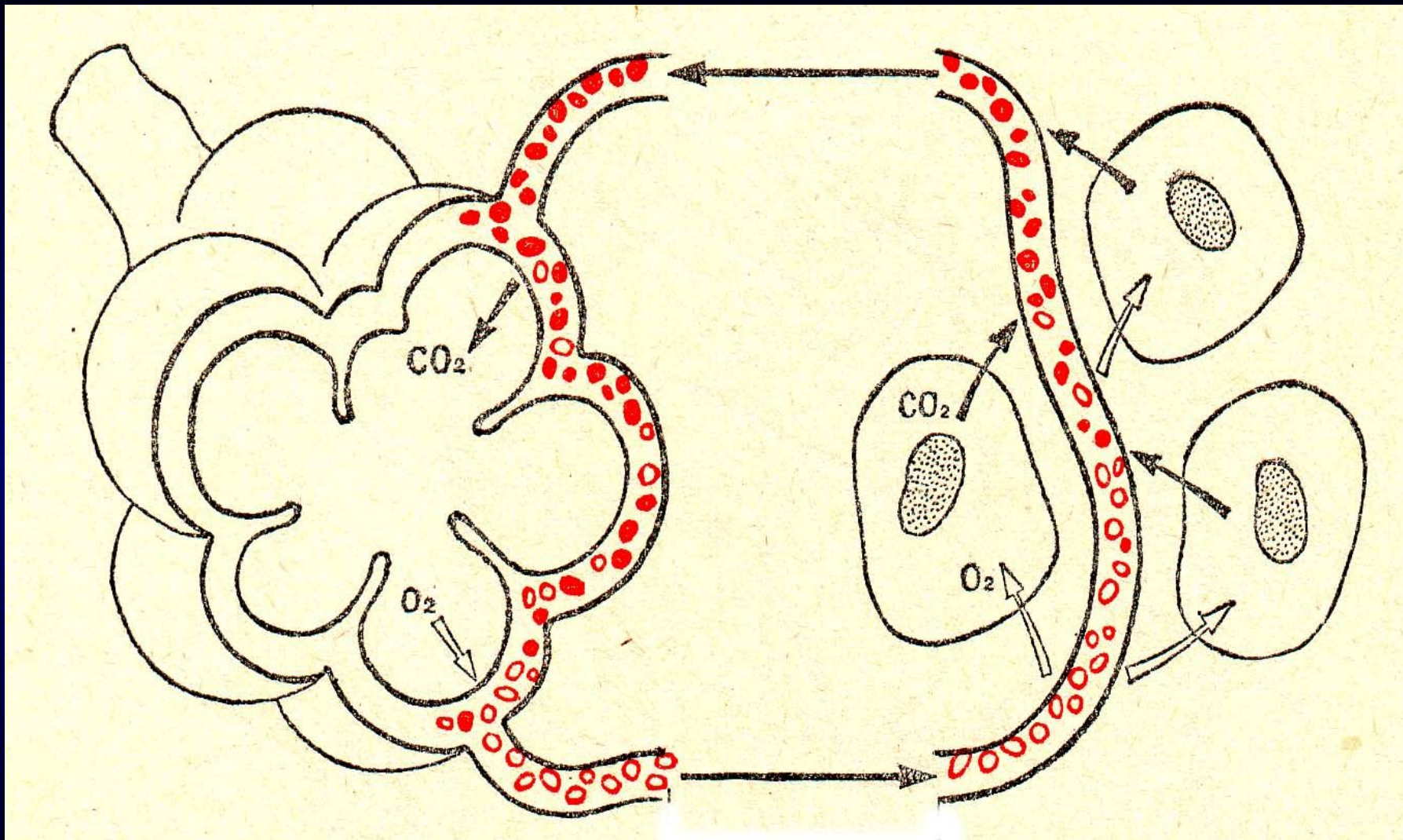
Дыхание – это процессы, обеспечивающие потребление организмом кислорода и выделение углекислого газа.



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

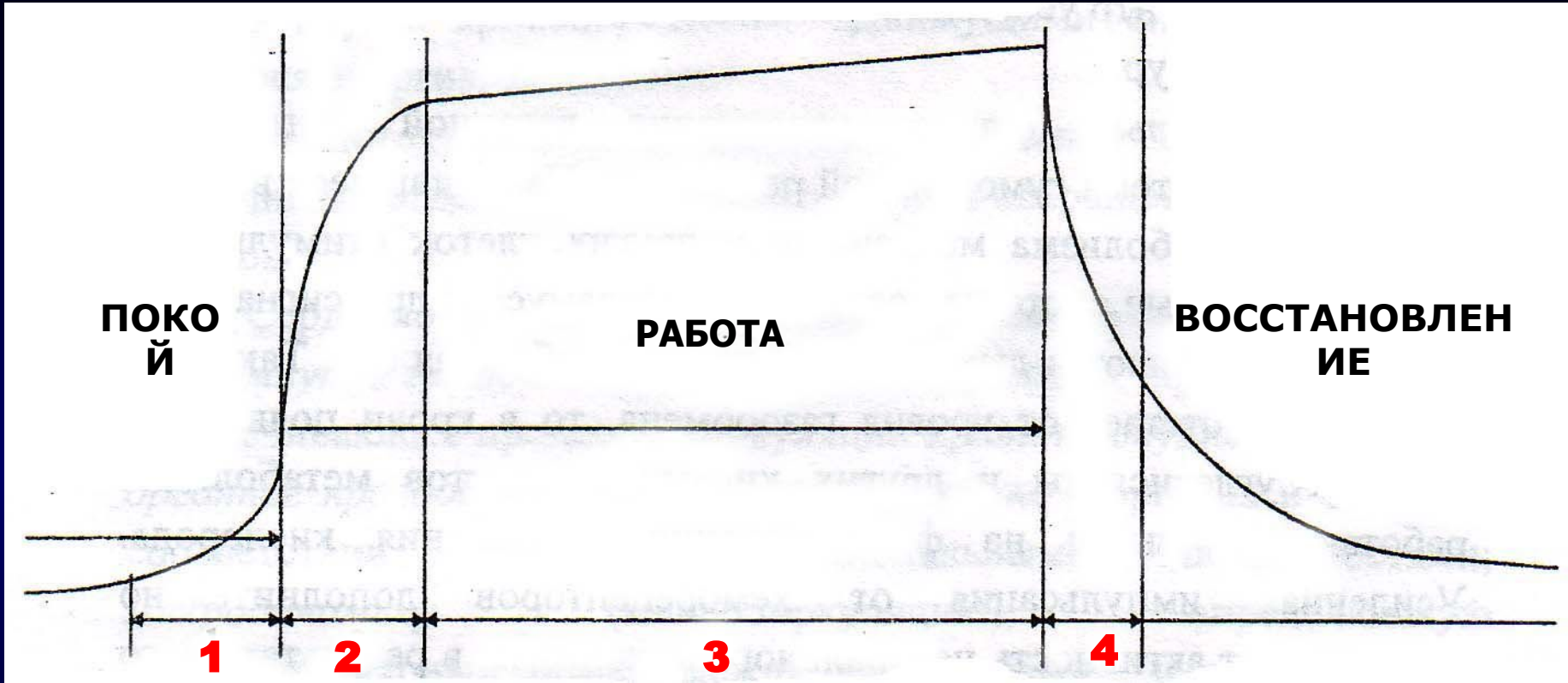
**РЕГУЛЯЦИЯ ВНЕШНЕГО
ДЫХАНИЯ**

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

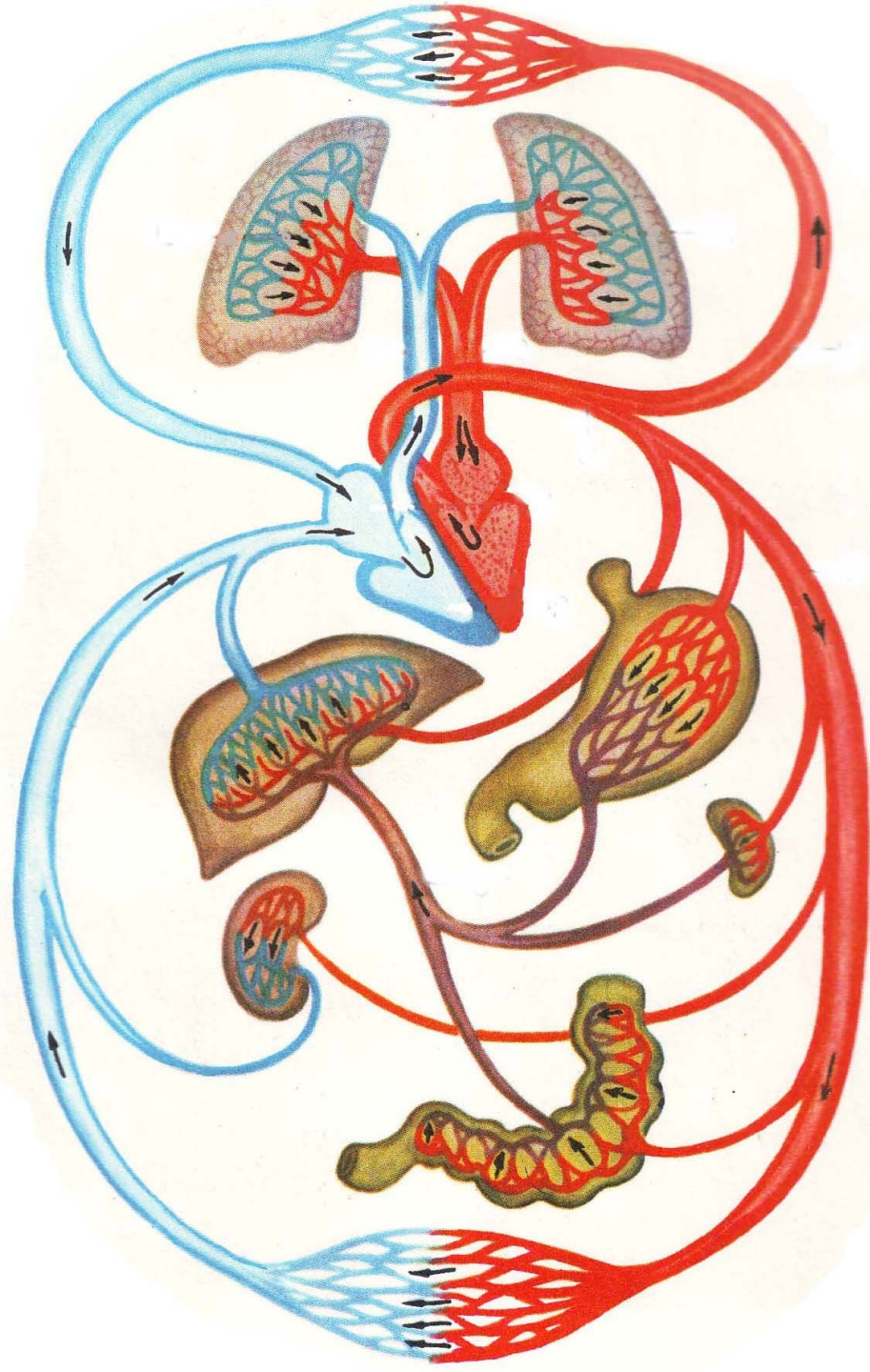
У человека, регулярно занимающегося оздоровительной физкультурой,

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

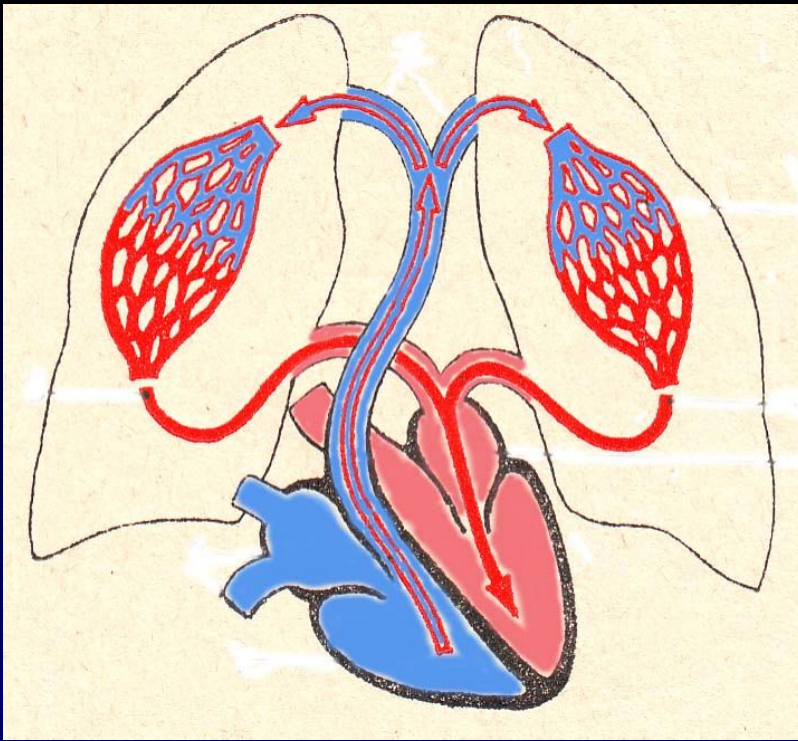
т.е. основные **показатели «количества» здоровья** человека.

СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ СИСТЕМА

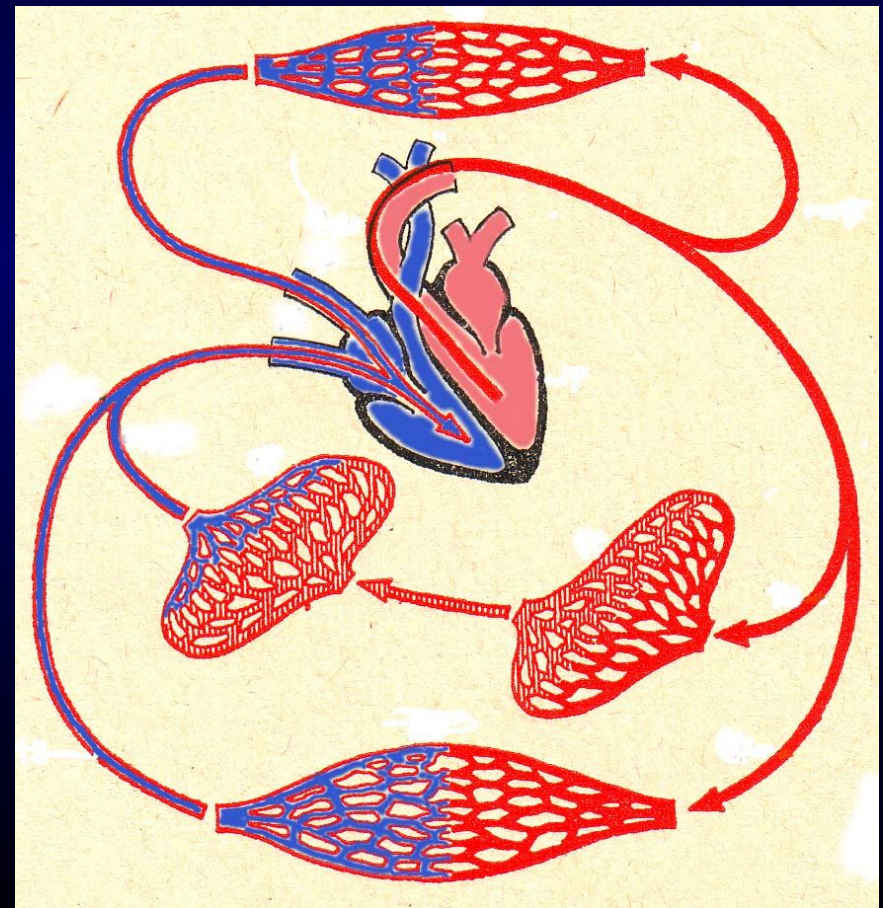
обеспечивает постоянную циркуляцию крови
в замкнутой системе сердце - сосуды большого и
малого кругов кровообращения



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

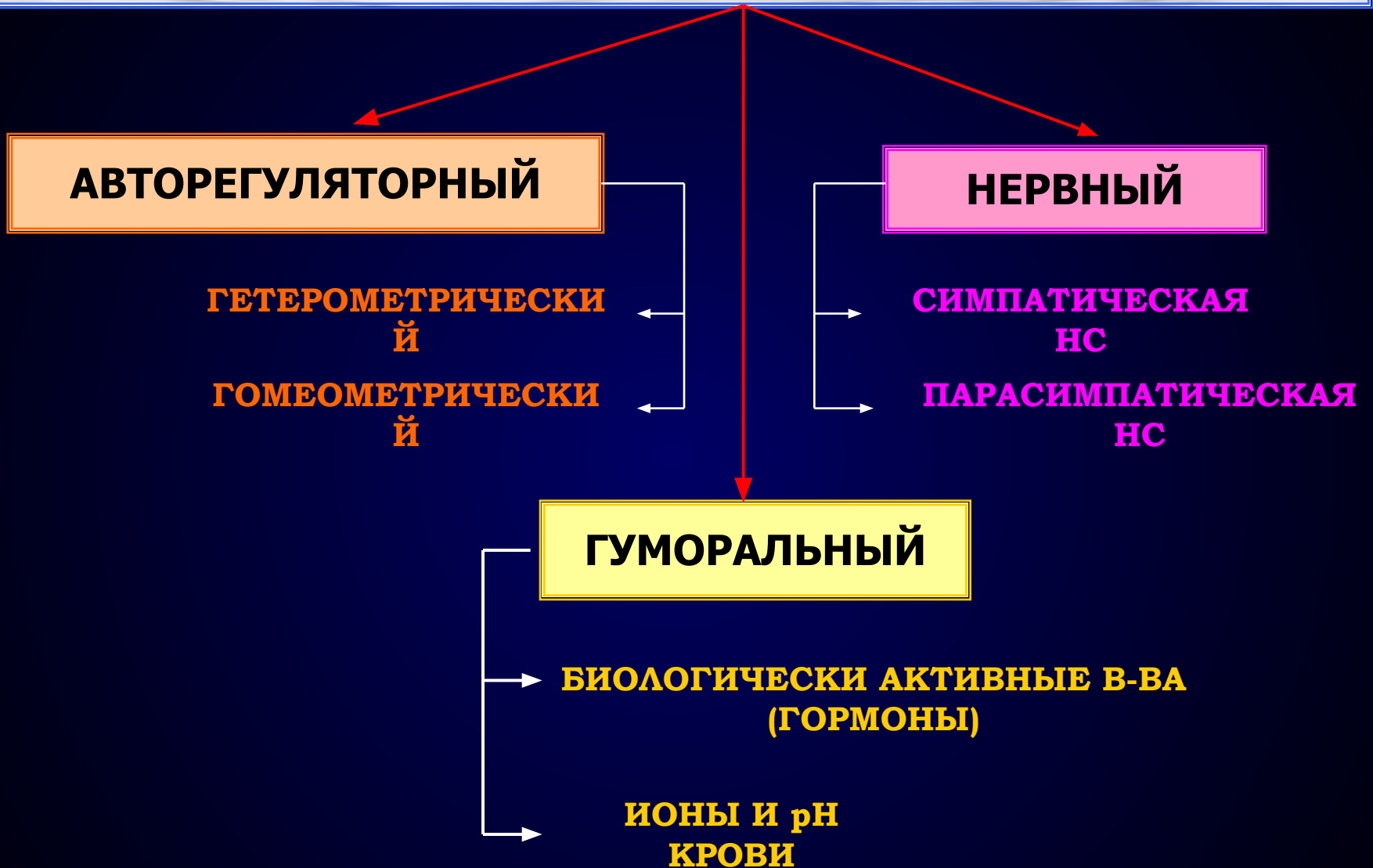
поддерживается



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.



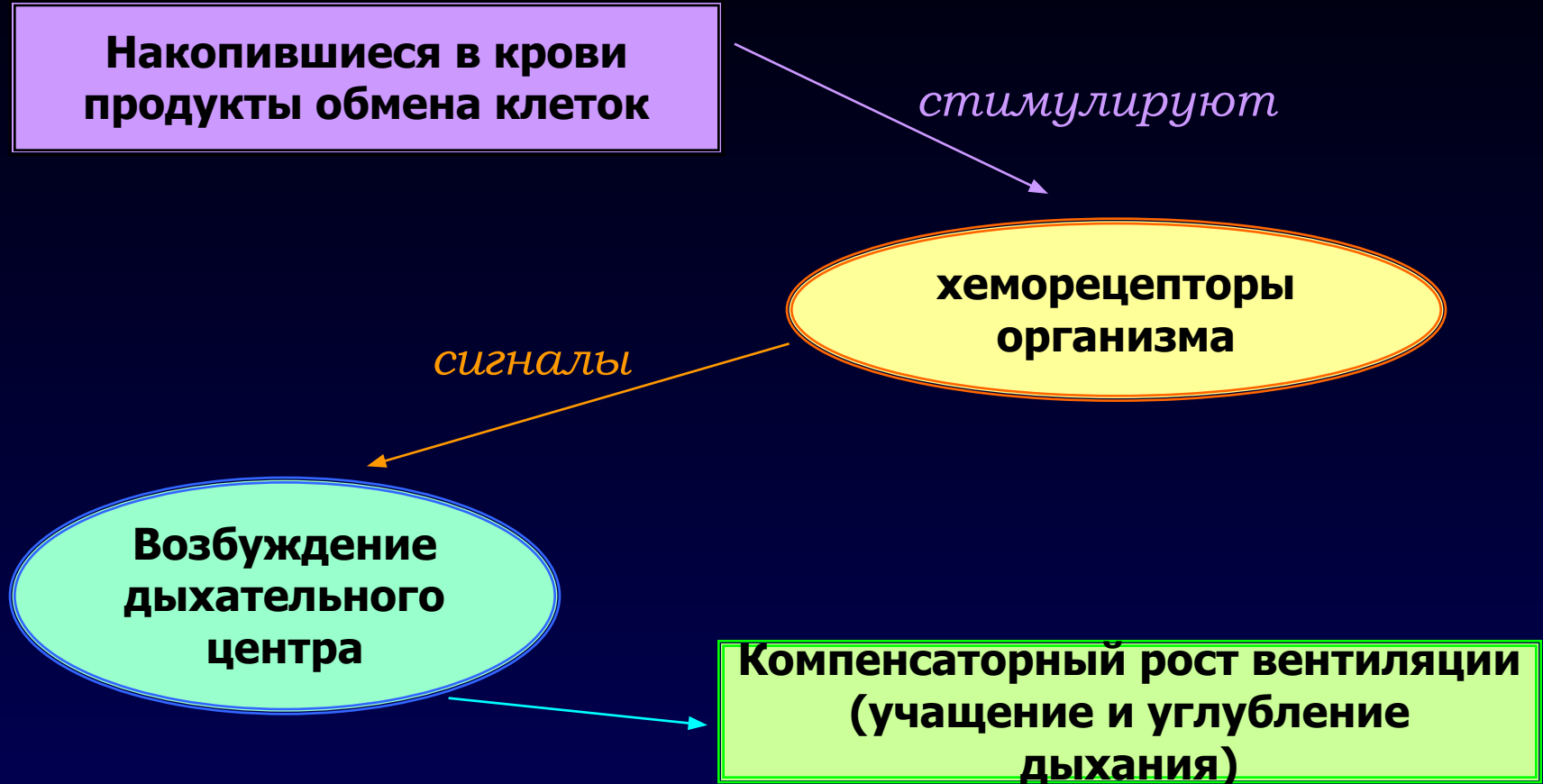
2. Нейрогенная фаза

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) –

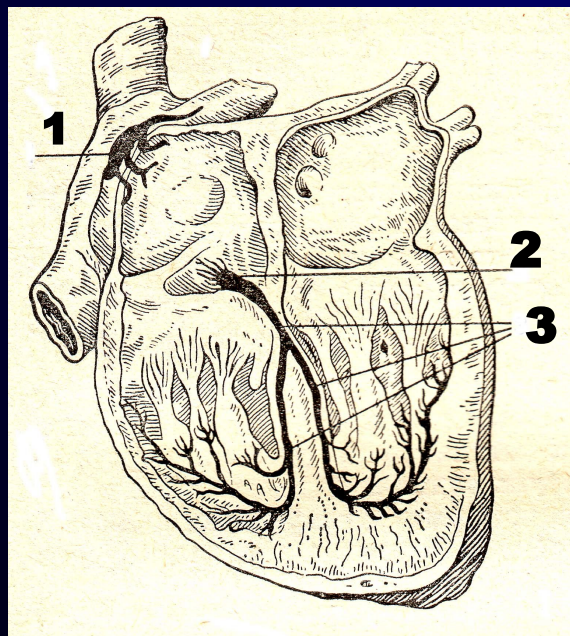
когда изменяется сила сокращений миокарда при неизменном объеме крови, протекающей через полости сердца в условиях возрастающей ЧСС и кровяного давления.

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

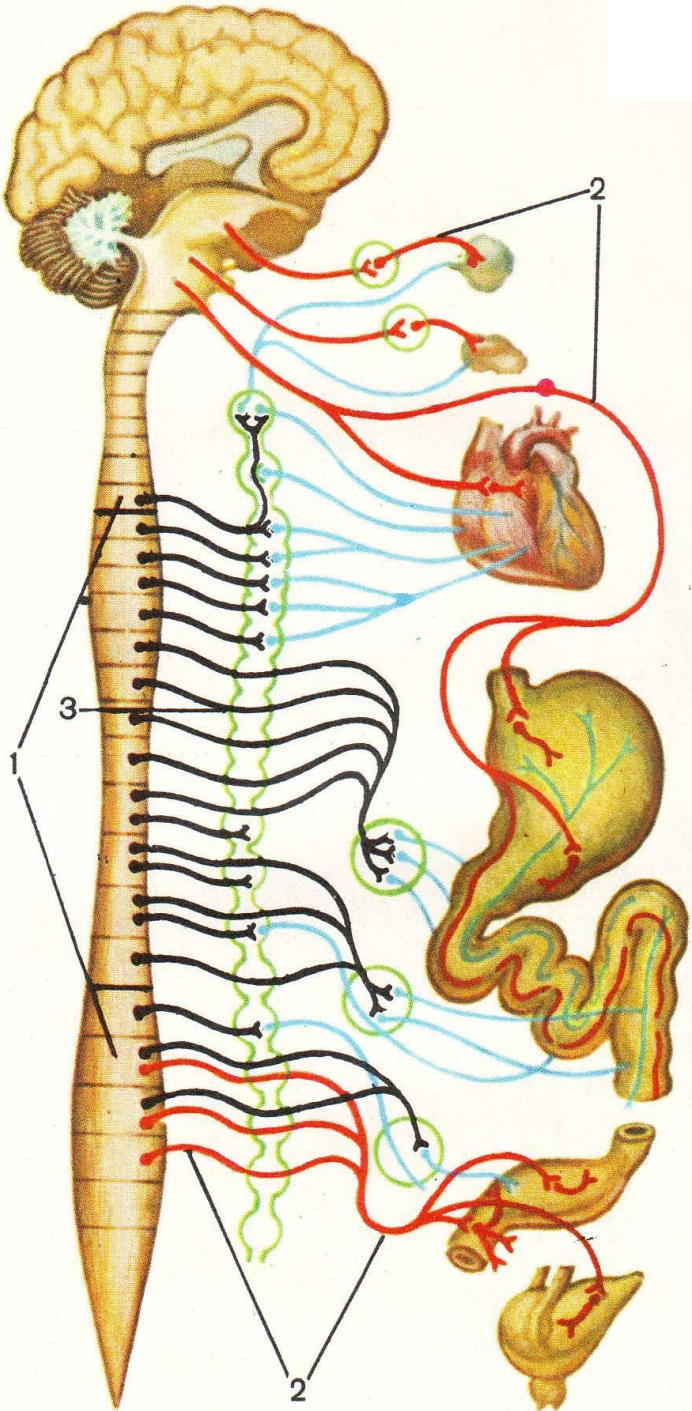


ВЕГЕТАТИВНАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА

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 Ca^{++} повышают возбудимость миокарда, участвуют в согласовании процессов возбуждения и сокращения миокарда

Ионы K^+ способствуют снижению возбудимости миокарда, дефицит ионов 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