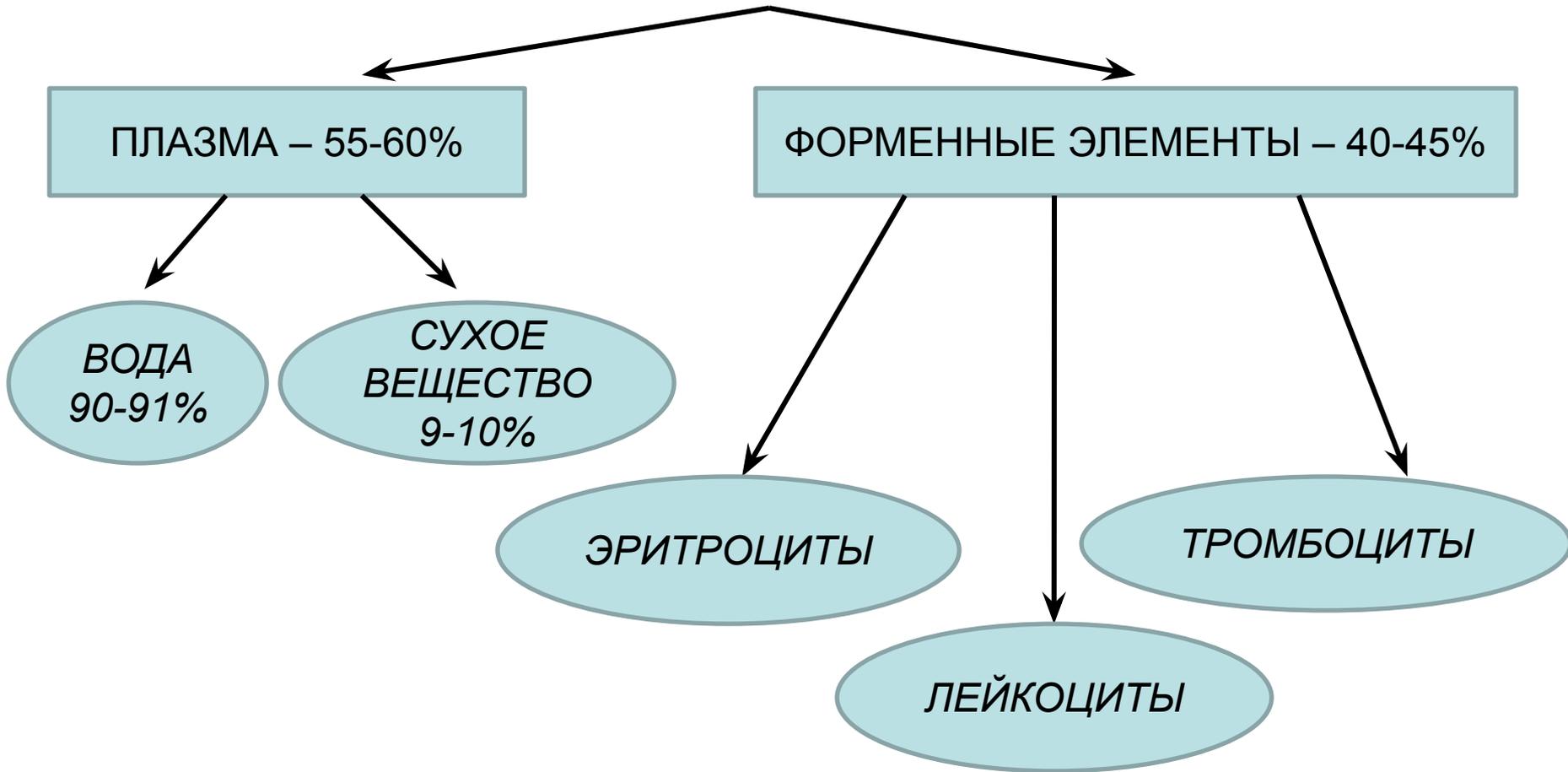


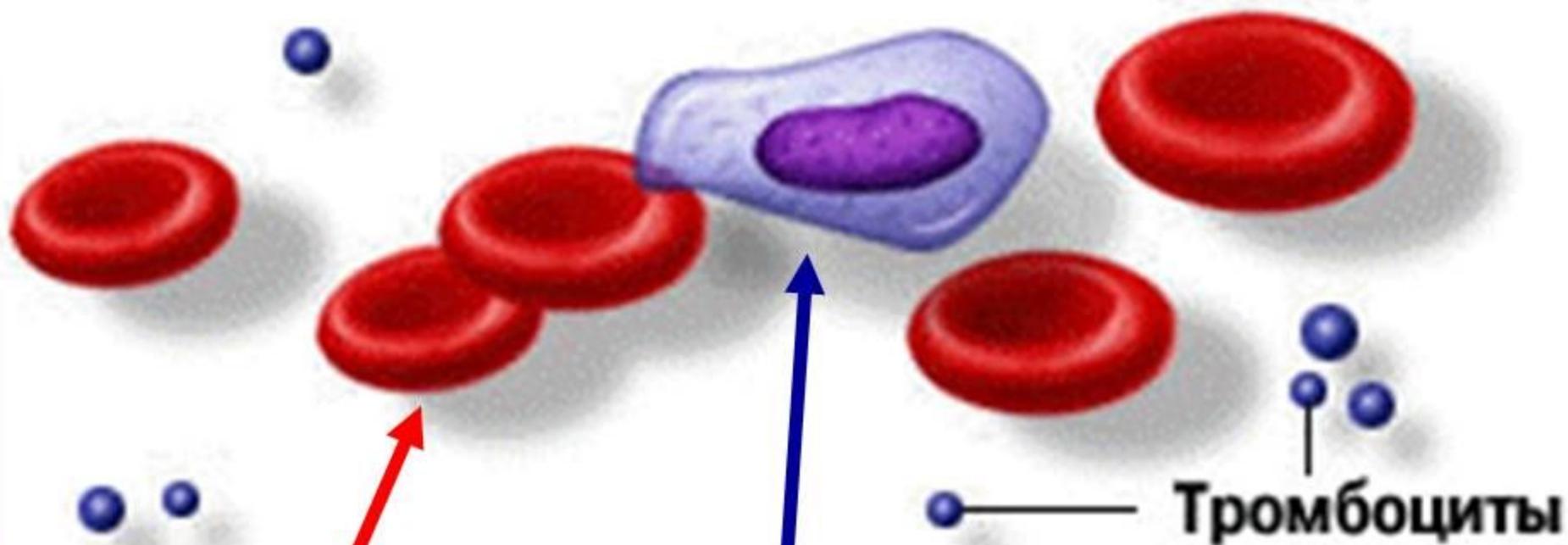
# ***ФИЗИОЛОГИЯ КИСЛОРОДТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ***

1. Физиология крови.
2. Физиология сердечно-сосудистой системы.
3. Физиология дыхания.

# СОСТАВ КРОВИ



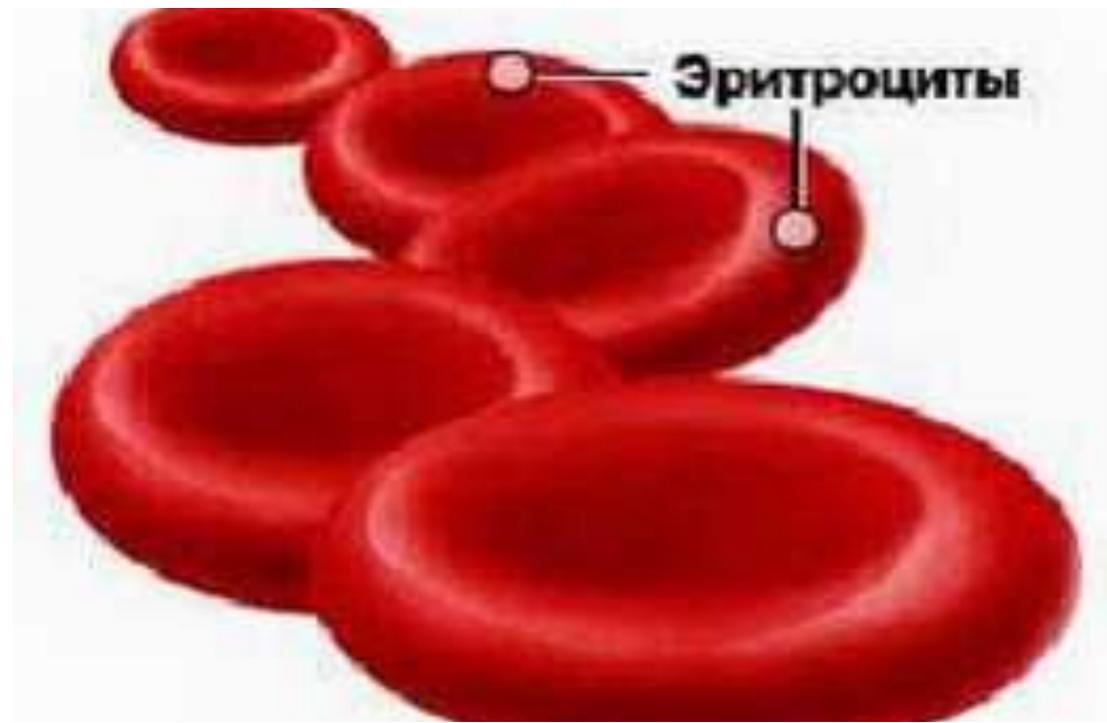
# КЛЕТКИ КРОВИ



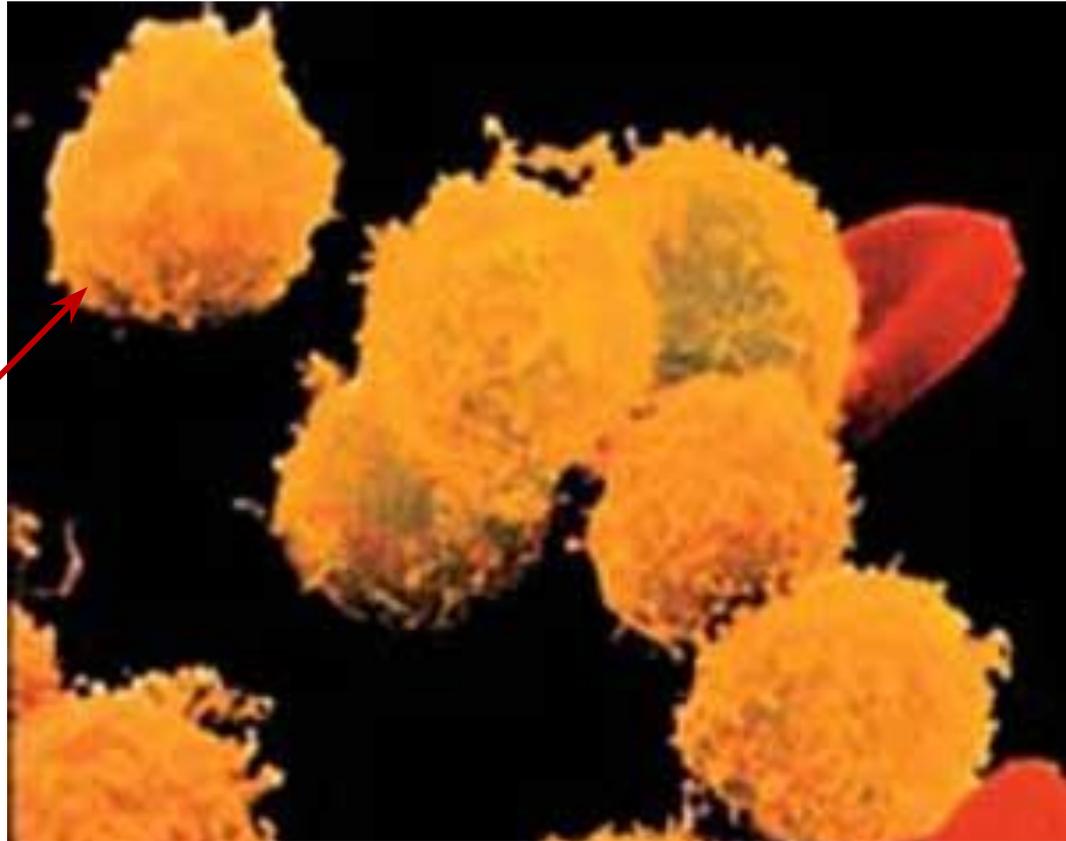
**ЭРИТРОЦИТЫ**

**ЛЕЙКОЦИТЫ**

Тромбоциты

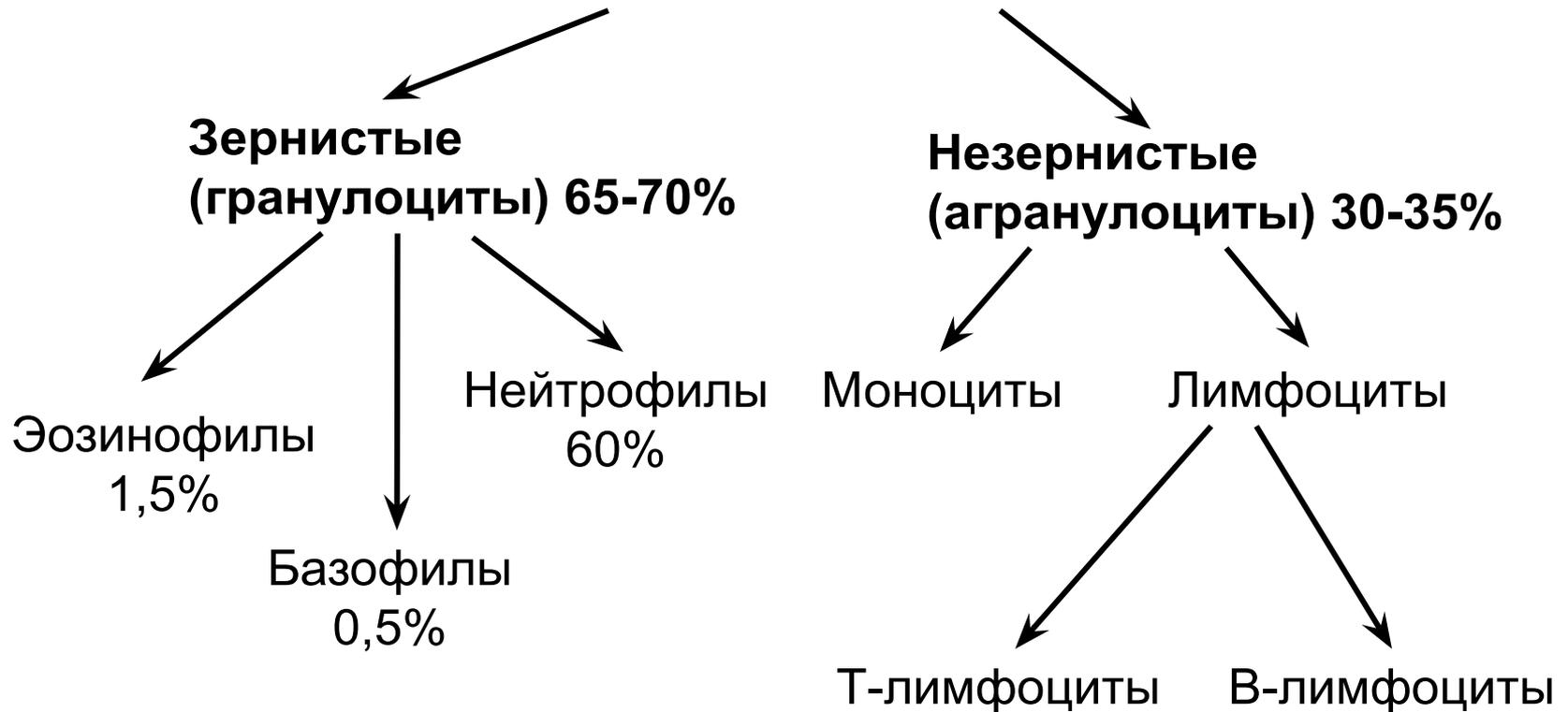


*Эритроциты* (красные кровяные клетки) – безъядерные, двояковогнутой формы, в 1 мл крови – 4,5-5,5 млн.

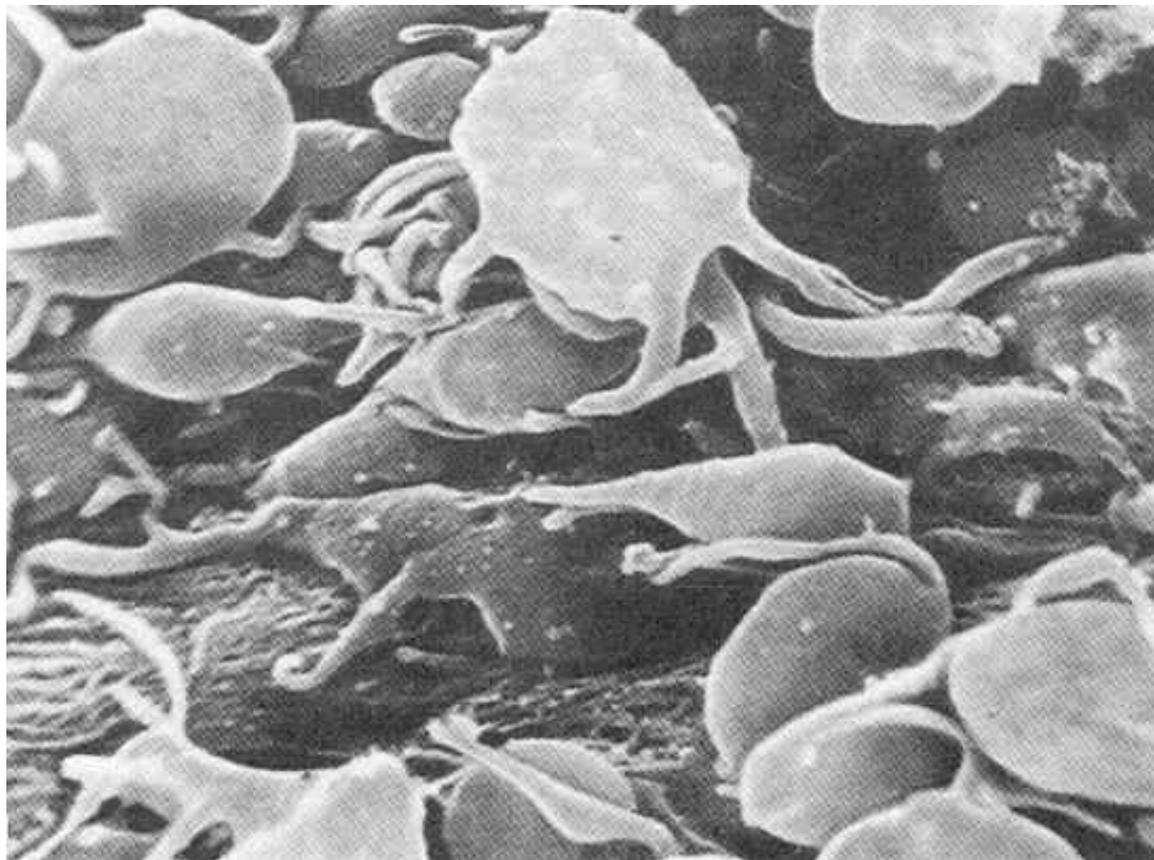


*Лейкоциты* (белые кровяные тельца) – ядерные, разнообразны по форме, в 1 мл крови – 6-8 тыс.

# ВИДЫ ЛЕЙКОЦИТОВ

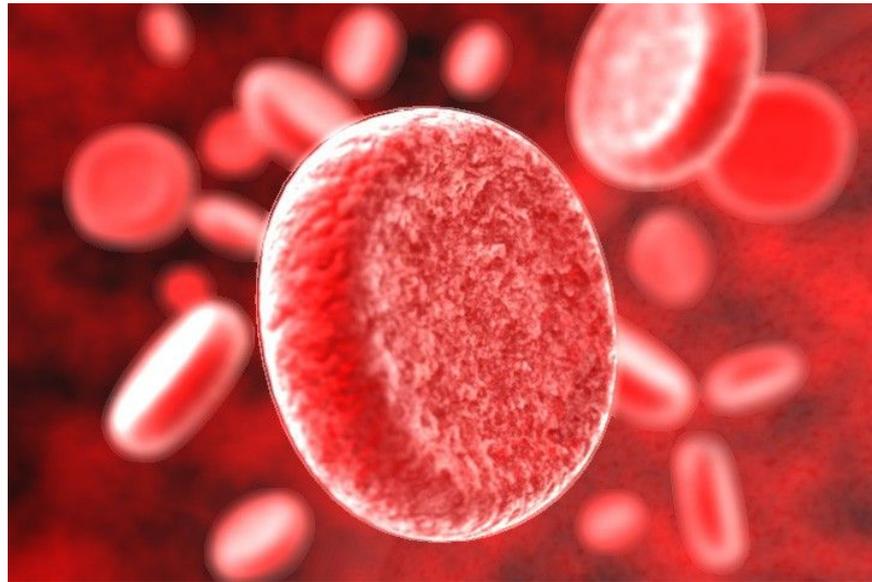


*Лейкоцитарная формула* — процентное соотношение различных форм лейкоцитов



*Тромбоциты* (кровяные пластинки) – мелкие безъядерные клетки, в 1 мл – 200-400 тыс.

Под влиянием мышечной деятельности в крови происходят такие изменения, которые способствуют наилучшему обеспечению работы мышц при сохранении *относительного постоянства внутренней среды организма (гомеостаза)*.



## **Изменения в системе крови при мышечной работе существенно зависят от ее длительности и интенсивности**

- В начале любого вида мышечной деятельности в крови увеличивается содержание некоторых **гормонов**, выделяемых железами внутренней секреции. По мере продолжения работы гормональный фон меняется (содержание одних гормонов уменьшается, других увеличивается). Если работа продолжается чрезмерно длительно (марафонский бег), способность желез внутренней секреции продуцировать гормоны снижается. Количество гормонов в крови постепенно становится очень низким, что, в числе прочих факторов, определяет прекращение мышечной деятельности.

- В первые минуты любой более или менее интенсивной мышечной деятельности в крови регистрируется увеличение **уровня глюкозы**. Это происходит вследствие выхода глюкозы из мест его резервного хранения (печени). Глюкоза крови является основным источником питания мозга и - в начале мышечной деятельности - работающих мышц. По мере продолжения работы уровень глюкозы в крови нормализуется, а затем существенно снижается.

- Если мышечная работа достаточно интенсивна и продолжается более нескольких десятков минут, **в кровяное русло поступает дополнительное количество форменных элементов** (эритроцитов, тромбоцитов, лейкоцитов) из мест из резервного хранения (селезенки, лимфатических узлов, красного костного мозга, легких, печени). Выход дополнительных форменных элементов в кровяное русло еще больше увеличивает их концентрацию в крови (и одновременно повышает вязкость крови).

*- Увеличение содержания эритроцитов в крови повышает способность крови доставлять клеткам кислород (и забирать из клеток углекислый газ).*

*- Увеличение содержания лейкоцитов обуславливает повышение защитных функций организма.*

*- Увеличение содержания тромбоцитов обеспечивает более высокую свертываемость крови.*

*- Для мышечной деятельности наибольшее значение имеет повышение содержания эритроцитов, так как скорость доставки кислорода к работающим мышцам является одним из главных факторов, определяющих работоспособность мышц.*

- При длительной мышечной деятельности (несколько десятков минут и более), сопровождающейся обильным потоотделением, кровь теряет с потом дополнительное количество жидкой части плазмы, что еще больше увеличивает ее вязкость. Суммарное **увеличение вязкости крови** при мышечной деятельности может достигать 70 % (выход дополнительных форменных элементов, потеря жидкой части плазмы с потом, выход жидкой части плазмы из сосудистого русла в межклеточную жидкость и другие факторы).



# ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СЕРДЕЧНОЙ МЫШЦЫ

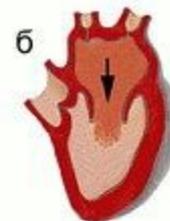
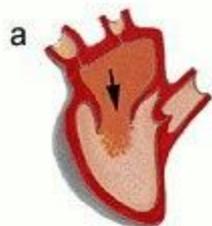
1. *ВОЗБУДИМОСТЬ* – проявляется в возникновении возбуждения при действии раздражителя.
2. *ПРОВОДИМОСТЬ* – способность проводить возбуждение по всему миокарду.
3. *СОКРАТИМОСТЬ* – способность увеличивать напряжение или укорачиваться.
4. *АВТОМАТИЗМ* – способность ритмично сокращаться под влиянием импульсов, которые возникают в самой сердечной мышце

# ФАЗЫ СЕРДЕЧНОГО ЦИКЛА

Правая половина  
сердца

Левая половина  
сердца

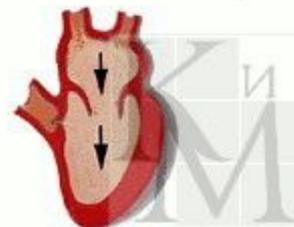
I - Систола  
предсердий



II - Систола  
желудочков



III - Общая пауза  
(диастола предсердий  
и желудочков)



# ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ФАЗ СЕРДЕЧНОГО ЦИКЛА



I – предсердия; II – желудочки;

Оранжевый цвет – систола; бирюзовый цвет - диастола

# ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ СЕРДЦА

1. Частота сердечных сокращений – ЧСС, уд/мин

60 - 80 уд/мин

Брадикардия – ЧСС < 60 уд/мин;

Тахикардия – ЧСС > 80 уд/мин

2. Систолический объём – СО, мл

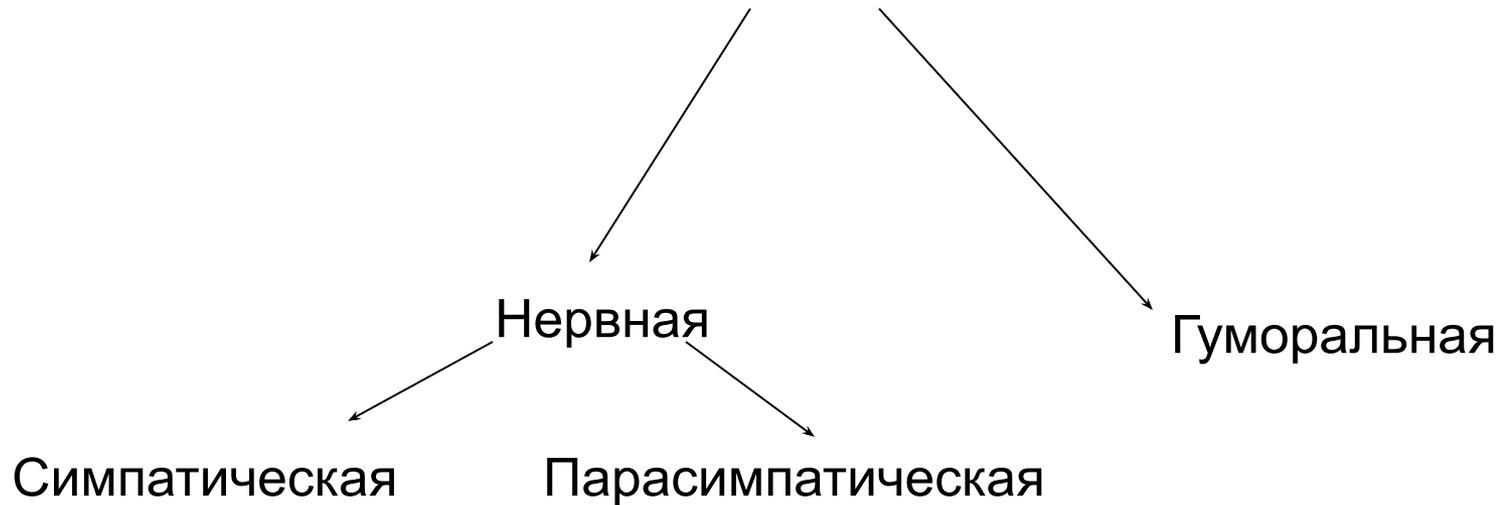
60 - 80 мл

3. Минутный объём крови – МОК, л/мин

$МОК = ЧСС \times СО$ ;

4,5 - 5,0 л/мин

# МЕХАНИЗМЫ РЕГУЛЯЦИИ РАБОТЫ СЕРДЦА



повышение ЧСС - *положительный хронотропный эффект*;  
повышение силы сокращений - *положительный инотропный эффект*

понижение ЧСС – *отрицательный хронотропный эффект*;  
понижение силы сокращений – *отрицательный инотропный эффект*

*Адреналин; тироксин; ацетилхолин*  
*K<sup>+</sup>; Ca<sup>2+</sup>; Na<sup>+</sup>*

# ТИПЫ СОСУДОВ

Сосуды		Артерия	Артериола	Капилляр	Венула	Вена
Диаметр, мм		25÷4	$30 \cdot 10^{-3}$	$8 \cdot 10^{-3}$	$20 \cdot 10^{-3}$	5÷30
Толщина стенки, мм		2÷1	$20 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$	0,5÷1,5
Оболочка	Эндотелий					
	Эластическая я					
	Мышечная					
	Фиброзная					
Схема кровеносного сосуда						

# ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ КРОВЕНОСНЫХ СОСУДОВ



# ЗАКОНОМЕРНОСТИ ДВИЖЕНИЯ КРОВИ ПО СОСУДАМ

## *Физические закономерности (законы гидродинамики - гемодинамики):*

- **1-й закон:** количество протекающей по сосудам крови и скорость её движения зависит от разности давления в начале и конце сосуда. Чем эта разница больше, тем лучше кровоснабжение.
- **2-й закон:** движению крови препятствует периферическое сопротивление.

## *Физиологические закономерности:*

- работа сердца;
- замкнутость сердечно-сосудистой системы;
- присасывающее действие грудной клетки;
- эластичность сосудов.

## **1. Происходит учащение сердечных сокращений**

Если в покое частота сердечных сокращений составляет 60-70 ударов в минуту у мужчин (у спортсменов 45-60 ударов в минуту) и 70-90 ударов в минуту у женщин, то при работе частота сердечных сокращений может повыситься до 180 ударов в минуту и более (до 220 ударов в минуту).

## **2. Происходит увеличение силы сокращения сердечной мышцы**

Если в покое за одно сокращение сердце выталкивает 50-70 миллилитров крови, то при интенсивной мышечной деятельности сердце выталкивает за одно сокращение в два раза больше крови - 100-120 миллилитров (у высококвалифицированных спортсменов - до 200 миллилитров).

**3. Увеличивается сердечный кровоток** (ток крови по сосудам сердца), раскрываются резервные сосуды сердца, повышается количество питательных веществ и кислорода, потребляемых сердцем в единицу времени

## **4. Увеличивается систолическое (максимальное, верхнее) артериальное давление крови**

Если в покое величина максимального артериального давления равна 110-125 миллиметров ртутного столба, то при работе она может увеличиваться до 200 миллиметров ртутного столба и более, если работа, связана с натуживанием (поднятие тяжестей).

**5. Величина диастолического (минимального нижнего) артериального давления может уменьшаться, оставаться неизменной или повышаться.**

Уменьшение диастолического давления характерно для людей с хорошей тренированностью и является положительным фактором, так как свидетельствует об уменьшении сопротивления сосудов (облегчается работа сердца по проталкиванию крови в сосуды).

Увеличение диастолического давления характерно для лиц с плохой физической подготовленностью, спортсменов в состоянии перетренированности и больных людей. Оно свидетельствует о большом сопротивлении сосудов току крови, что, соответственно, заставляет сердце дополнительно увеличивать работу по преодолению повышенного сосудистого сопротивления.

## **6. Увеличивается скорость тока крови по сосудам и снижается время полного кругооборота крови**

Если в покое, кровь совершает полный кругооборот (оба круга кровообращения) за 22-26 секунд (у здоровых людей эта величина зависит от размеров тела), то при работе время полного кругооборота может уменьшиться до 7-8 секунд .

## **7. Увеличивается диаметр (просвет) сосудов работающих мышц и органов, обеспечивающих мышечную работу, сужаются сосуды неработающих мышц и органов, не участвующих в мышечной деятельности**

Это позволяет работающим органам получать существенно больше крови, чем неработающим.

В работающих мышцах и органах, обеспечивающих мышечное сокращение, раскрываются дополнительные (резервные) кровеносные сосуды, которые находились в закрытом состоянии в покое.

В результате улучшается питание клеток работающих органов.

Существенно уменьшается кровоснабжение неработающих мышц и органов, деятельность которых не является необходимой для выполнения мышечной работы.

Это достигается за счет сужения их кровеносных сосудов и снижение скорости тока по ним и носит название - перераспределение кровотока. Кровоток можно измерить в миллилитрах крови, протекающих по какой-то области в минуту.

## **ЭТАПЫ ДЫХАНИЯ**

1. *Внешнее дыхание (легочная вентиляция)* – газообмен между внешней средой и легкими (альвеолярным воздухом);
2. *Легочное дыхание* – газообмен между альвеолярным воздухом и кровью;
3. *Транспорт газов кровью*;
4. *Тканевое дыхание* – газообмен между кровью и тканями;
5. *Клеточное дыхание* – окислительные процессы в клетке.

## ***ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ***

1. Общая емкость легких (ОЕЛ) – 4,0-6,0 л;
2. Дыхательный объем (ДО) – 400-500 мл;
3. Резервный объем вдоха (РОВд.) – 1,5-3,0 л;
4. Резервный объем выдоха (РОВыд.) – 1,0-1,5 л;
5. Жизненная емкость легких (ЖЕЛ)=ДО+РОВд+РОВыд  
– 3,5-5,0 л;
6. Остаточный объем (ОО) – 1,0-1,2 л;
7. Мертвое пространство – 120-150 мл;
8. Частота дыхания (ЧД) – 14-20 движ/мин;
9. Минутный объем дыхания (МОД)=ДО · ЧД – 6,0-8,0 л;

# РЕГУЛЯЦИЯ ДЫХАНИЯ

