

Обзорная лекция  
по курсу  
общей физиологии



**ФИЗИОЛОГИЯ – это наука, предметом которой являются функции живого организма в условиях покоя и при различных видах деятельности, а также механизмы их регуляции**

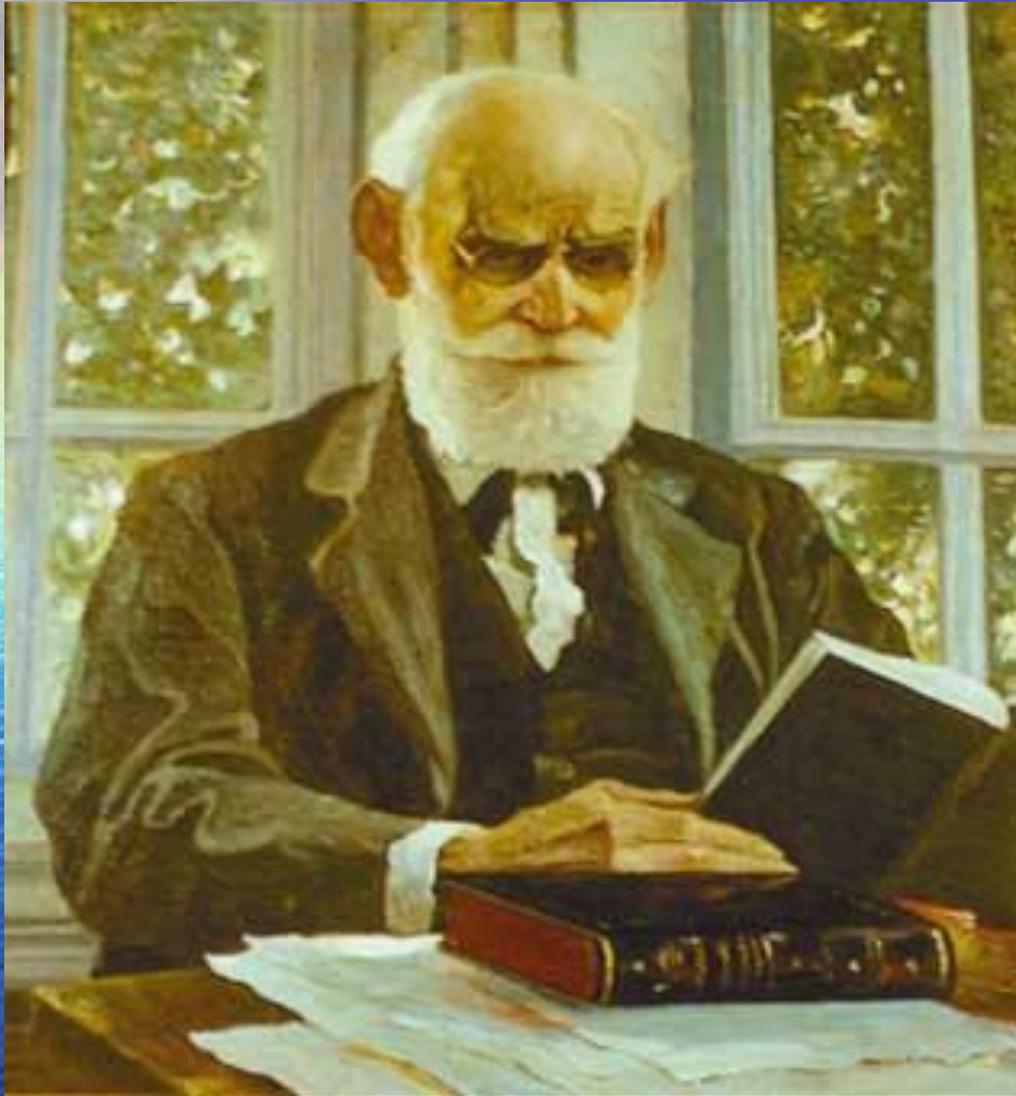
# ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ФИЗИОЛОГИИ:

1. Метод наблюдений,
2. Метод вивисекции (живосечения – острый опыт),
3. Метод хронического опыта,
4. Методы воздействия:
  - Метод раздражения,
  - Метод выключения,
  - Метод разрушения,
  - Метод пересадки органов,
  - Метод катетеризации,
  - Метод наложения фистул,
  - Метод условных рефлексов.



**Впервые описал процессы торможения в ЦНС. Особенно важное значение имеет разработанная им материалистическая теория психической деятельности человека, «Рефлексы головного мозга» (1863 г.)**

**Сеченов Иван Михайлович  
(1829, с. Теплый Стан  
Симбирской губ. - 1905, Москва)**



# Академик ИВАН Петрович ПАВЛОВ

Исследования в  
области физиологии  
кровообращения и  
пищеварения.  
Создал учение о ВНД



**А.А. Ухтомский**

**А.А.Ухтомский,  
открыл закон  
доминанты в  
деятельности  
нервной системы.**

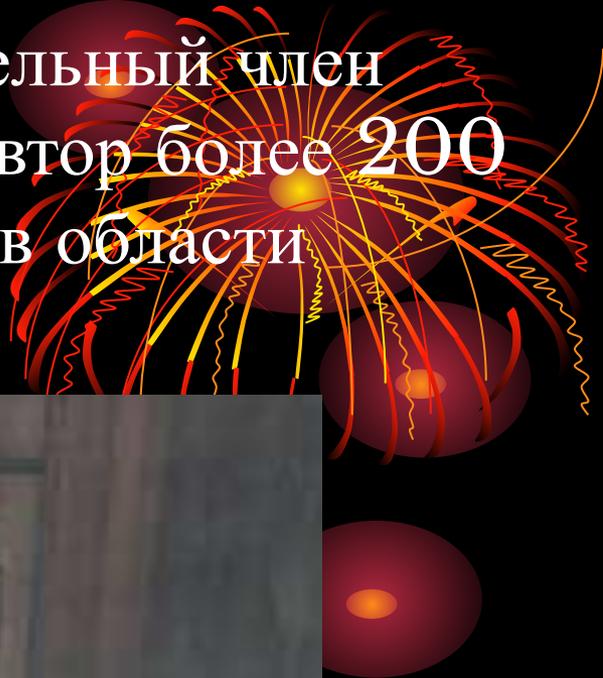




*Петр  
Кузьмич*  
**АНОХИН**  
*1898 —  
1974*

**Исследования П.К.Анохина концентрировались на изучении нейрофизиологических механизмов, лежащих в основе деятельности нервной системы, но основным направлением его теоретических и экспериментальных работ было изучение организма как целостного образования. Широкое признание получила предложенная П.К.Анохиным теория функциональной системы, а сам он стал основоположником системного подхода в физиологии и биологии.**

Бехтерева Наталья Петровна - действительный член  
(академик) Российской академии наук, автор более 200  
научных публикаций, семи монографий в области  
физиологии мозга





**Специализированные анатомические образования: мышцы, скелет и центральная нервная система составляют *опорно-двигательный аппарат (ОДА)* человека.**

**У ЧЕЛОВЕКА РАЗЛИЧАЮТ ТРИ ВИДА МЫШЦ:**

- ***поперечно-полосатые скелетные мышцы;***
- ***поперечно-полосатая сердечная мышца;***
- ***гладкие мышцы внутренних органов, кожи, сосудов.***



# Функции скелетных мышц

1. Передвижение тела в пространстве
2. Перемещение частей тела относительно друг друга
3. Поддержание позы
4. Передвижение крови и лимфы
5. Участие в терморегуляции
6. Участие в акте вдоха и выдоха
7. Депонирование воды и солей
8. Защита внутренних органов
9. Антистрессовое действие двигательной активности

# ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ.

- **Возбудимость** - способность приходить в состояние возбуждения при действии раздражителей.
- **Проводимость** - способность проводить возбуждение.
- **Сократимость** - способность мышцы изменять свою длину или напряжение в ответ на действие раздражителя.
- **Лабильность** – по Н.Е.Введенскому, наибольшее число потенциалов действия, которое возбудимая ткань способна воспроизвести в единицу времени (1 сек.) под влиянием частых приложений к ней раздражений (лабильность мышечного волокна равна 20-30 импульсов в секунду, нервного около 1000).
- **Автоматия** – способность генерировать импульсы без внешнего раздражения (сердечная мышца, гладкие мышцы)

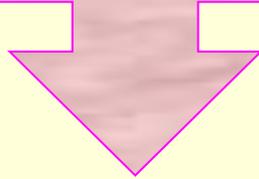
**ВОЗБУДИМОСТЬ – способность  
отвечать на раздражение,  
поступающее из внешней и  
внутренней среды организма,  
переходом в деятельное состояние**

Возбудимость различных тканей неодинакова.

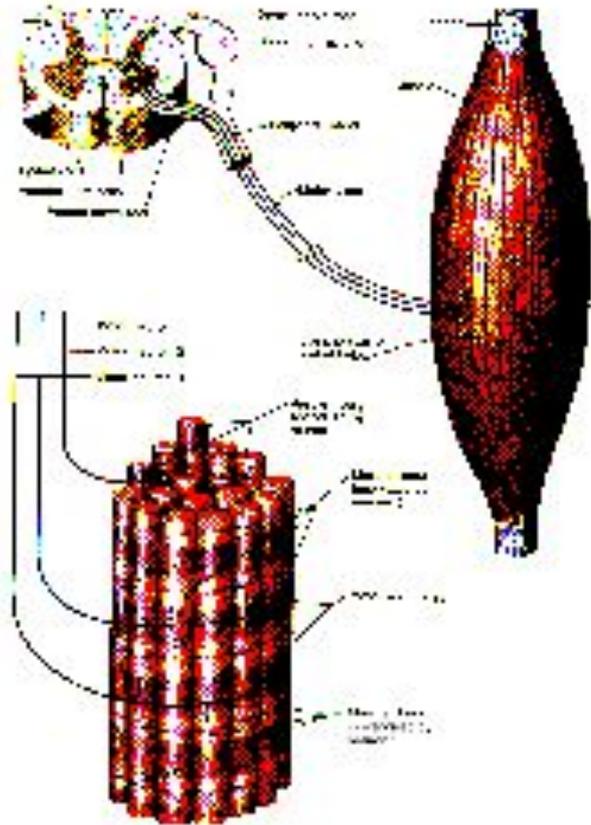
Мерой возбудимости является порог  
раздражения - минимальная сила  
раздражителя, которая способна вызвать  
возбуждение.

Менее сильные раздражители называются  
подпороговыми, а более сильные -  
сверхпороговыми.

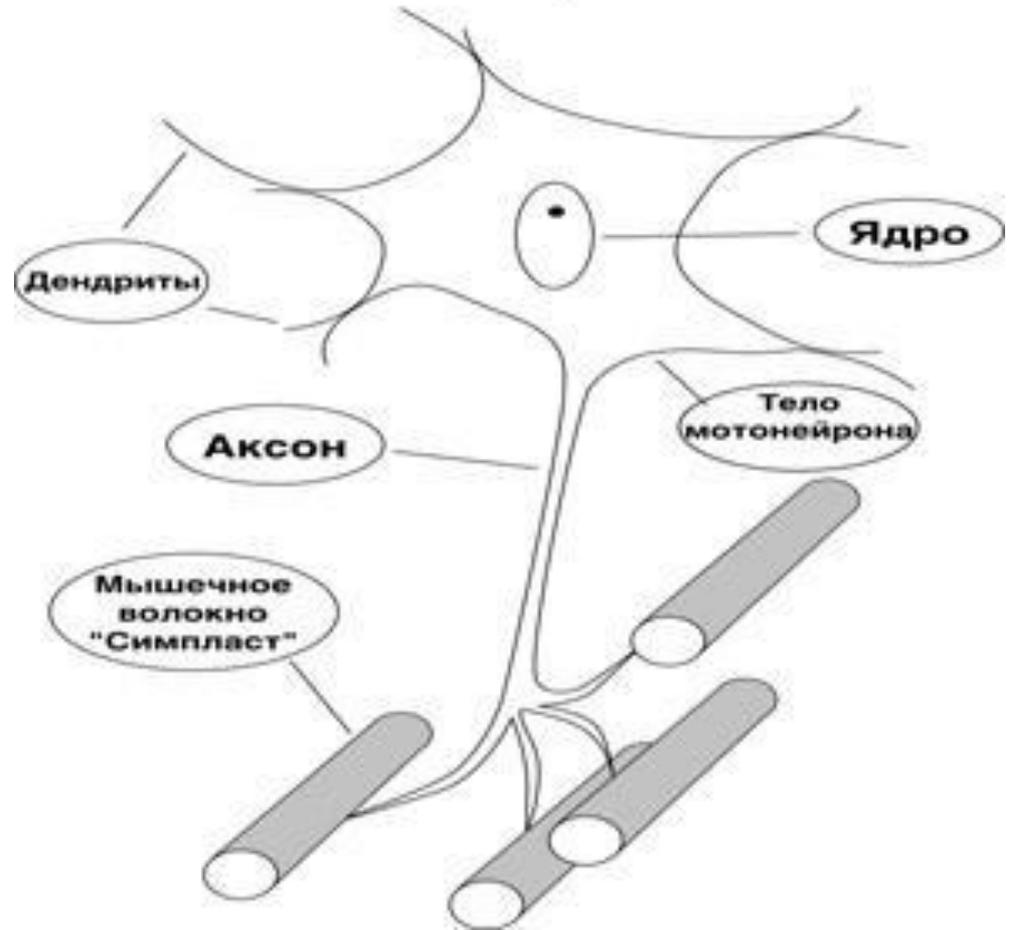
**Морфофункциональной единицей  
нервно-мышечного аппарата является  
ДВИГАТЕЛЬНАЯ ЕДИНИЦА (ДЕ)**



**ДВИГАТЕЛЬНАЯ ЕДИНИЦА**  
**– это альфа-мотонейрон, его**  
**аксон и иннервируемые им**  
**мышечные волокна**



## Мотонейрон



# КОМПОЗИЦИЯ МЫШЦ.

- В скелетных мышцах различают несколько типов мышечных волокон, отличающихся сократительными и метаболическими свойствами.
- Выделяют следующие **типы волокон:**
- - **МЕДЛЕННОСОКРАЩАЮЩИЕСЯ (МС) ИЛИ КРАСНЫЕ**
- - **БЫСТРОСОКРАЩАЮЩИЕСЯ (БС) ИЛИ БЕЛЫЕ:**
- - **БСа или тип IIa** обладают высокой способностью к анаэробному и аэробному ресинтезу АТФ - быстрые окислительно-гликолитические волокна – быстрые, медленно-утомляющиеся;
- - **БСб или тип IIб** имеют только высокие анаэробные способности ресинтеза АТФ-гликолитические волокна – быстрые, легко утомляющиеся.

Двигательные единицы различаются не только числом волокон, но и размером нейронов.

Большие двигательные единицы включают более крупный нейрон с относительно более толстым аксоном.

Малые двигательные единицы включают лишь **3 - 5** волокон (например, в мышцах глазного яблока, мелких мышцах лицевой части головы), большие двигательные единицы - нескольких тысяч волокон (в крупных мышцах туловища и конечностей)

# Сила мышцы

- **Сила человека** определяется, как способность преодолевать внешнее сопротивление или противодействовать ему за счет мышечных усилий (В.М. Зациорский, 1966).

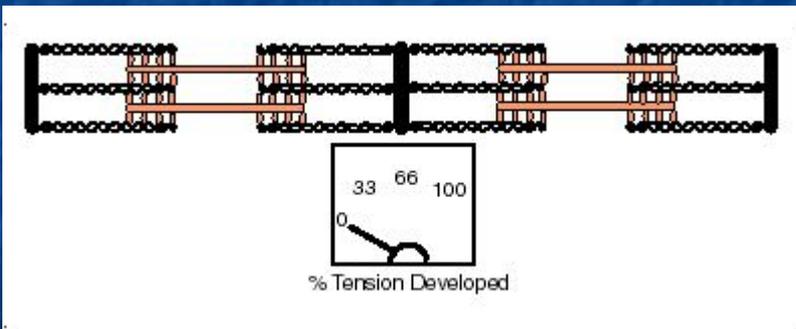
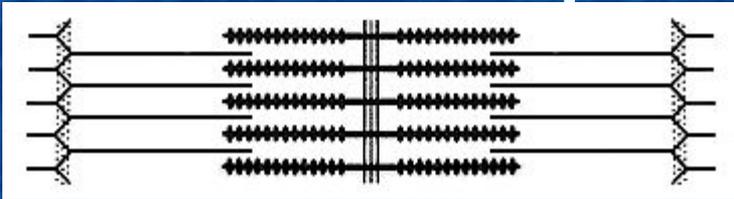
- **ВИДЫ СИЛЫ**

- ✓ **Максимальная сила (МС)**
- ✓ **Максимальная произвольная сила (МПС)**
- ✓ **Относительная сила (ОС)**
- ✓ **Абсолютная сила (АС)**

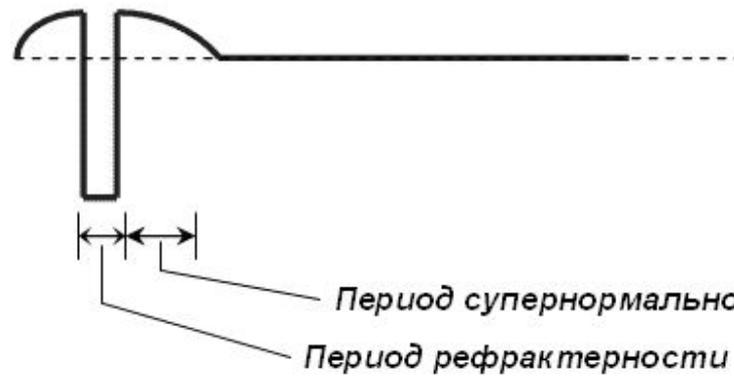
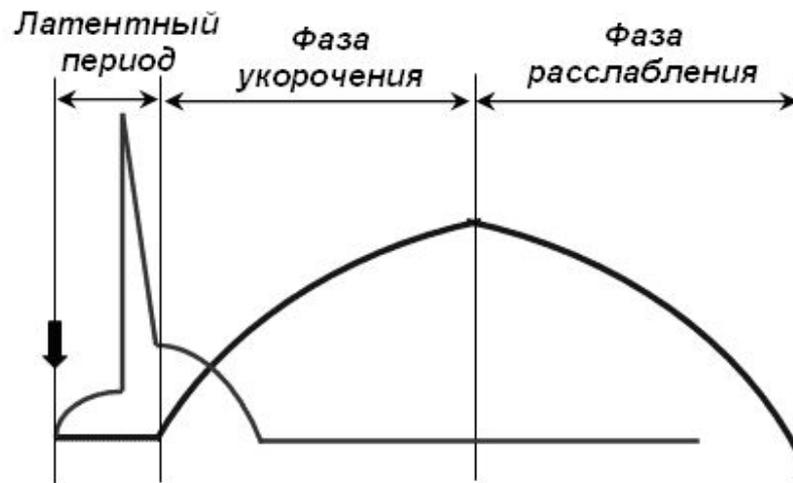
*Сила сокращения  
связывается с 3  
группами факторов:  
центрально-нервными,  
периферическими и  
энергетическими  
(запасы гликогена, АТФ,  
КФ и др.).*



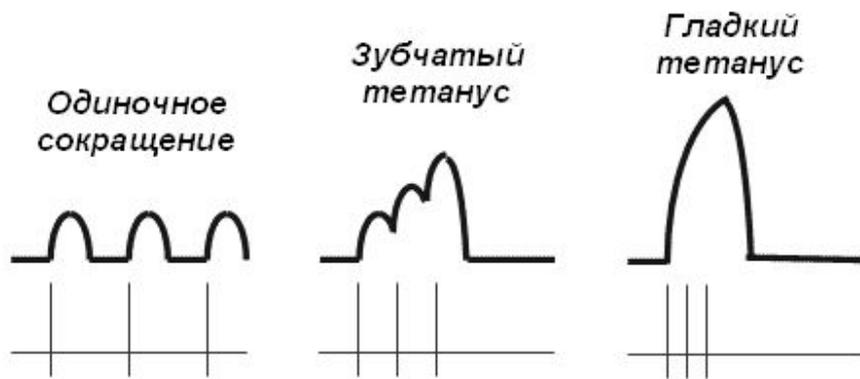
# Сокращение мышц



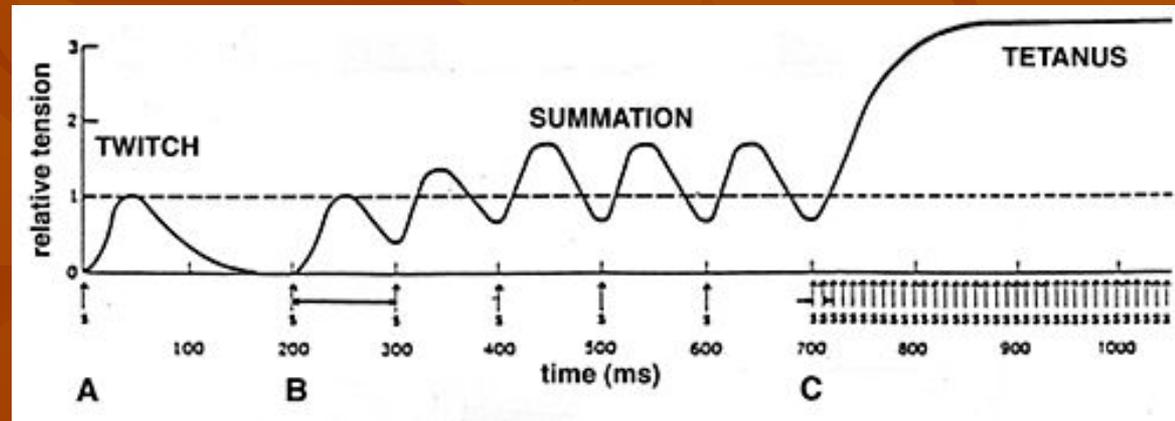
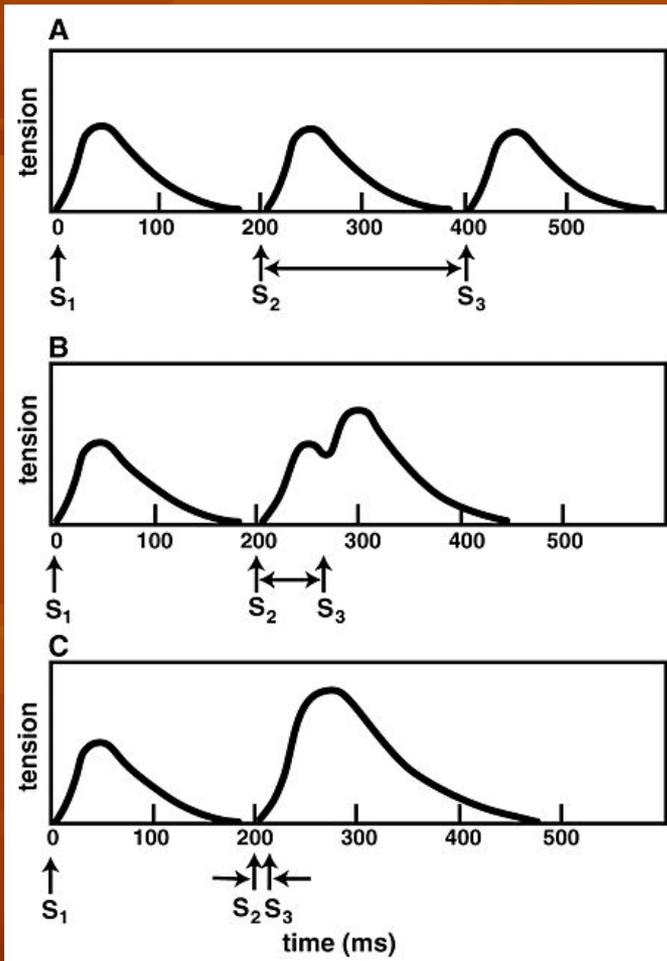
А



Б



# Одиночное сокращение и тетанус



Центральную нервную  
систему составляют:

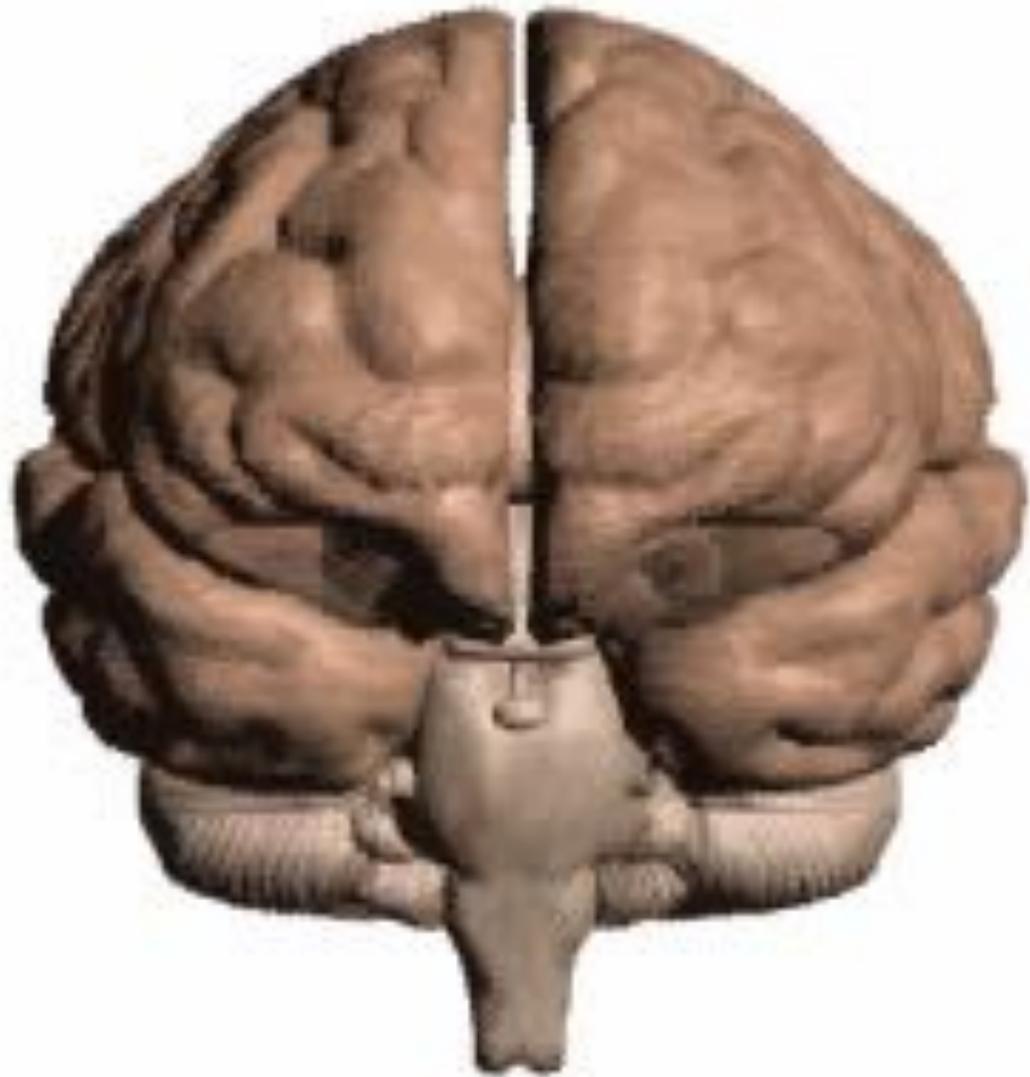
- ГОЛОВНОЙ И СПИННОЙ МОЗГ

**Центральная нервная система (ЦНС) регулирует все процессы, происходящие в организме, обеспечивая индивидуальное приспособление его к изменяющимся условиям существования:**

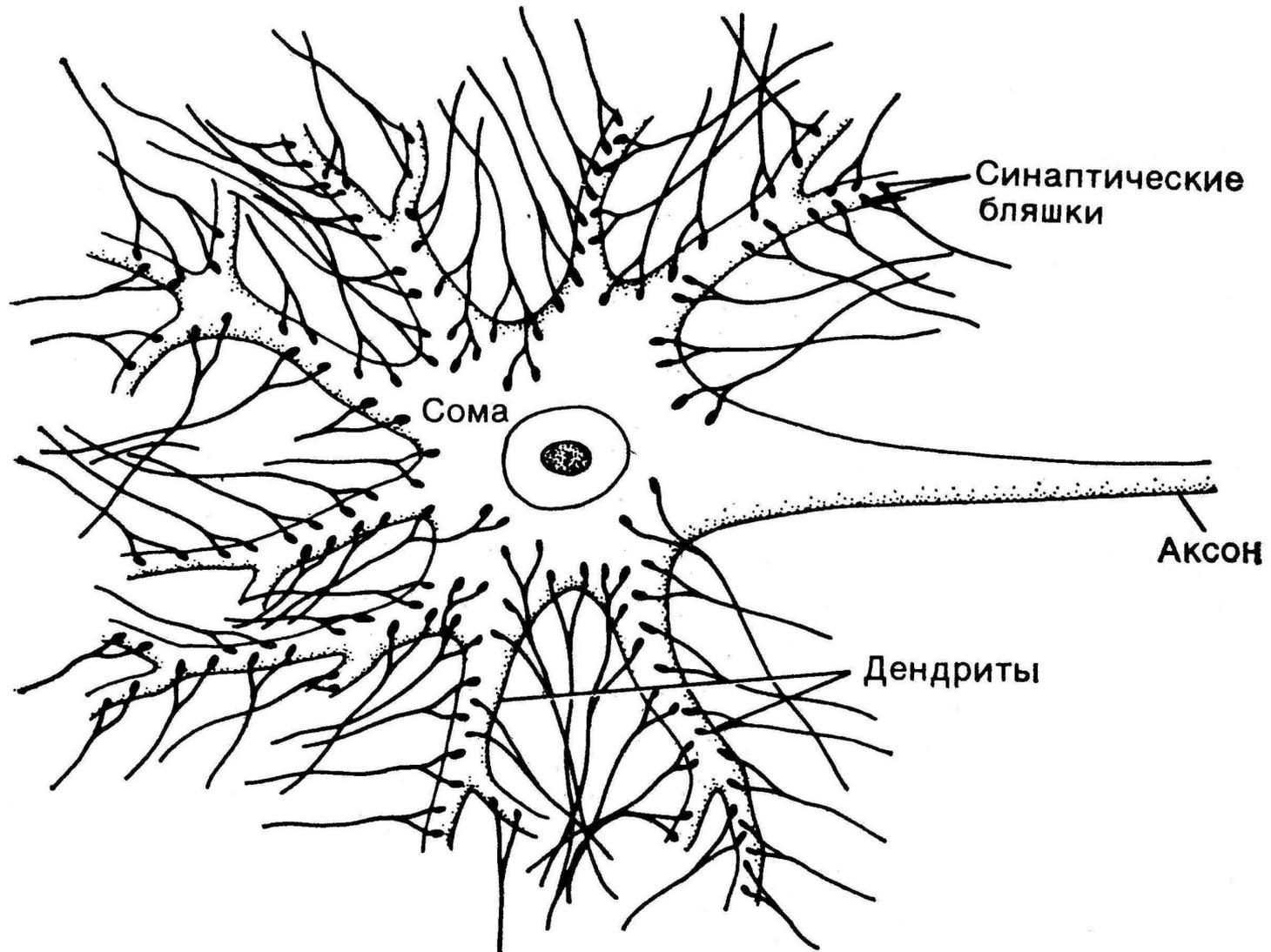
- воспринимает действие на организм разнообразных раздражителей,
- производит анализ и синтез раздражений, а затем формирует поток центробежных нервных импульсов, под влиянием которых изменяется работа тех или иных органов,
- определяет поведение человека и животного, его взаимоотношения с внешней средой.

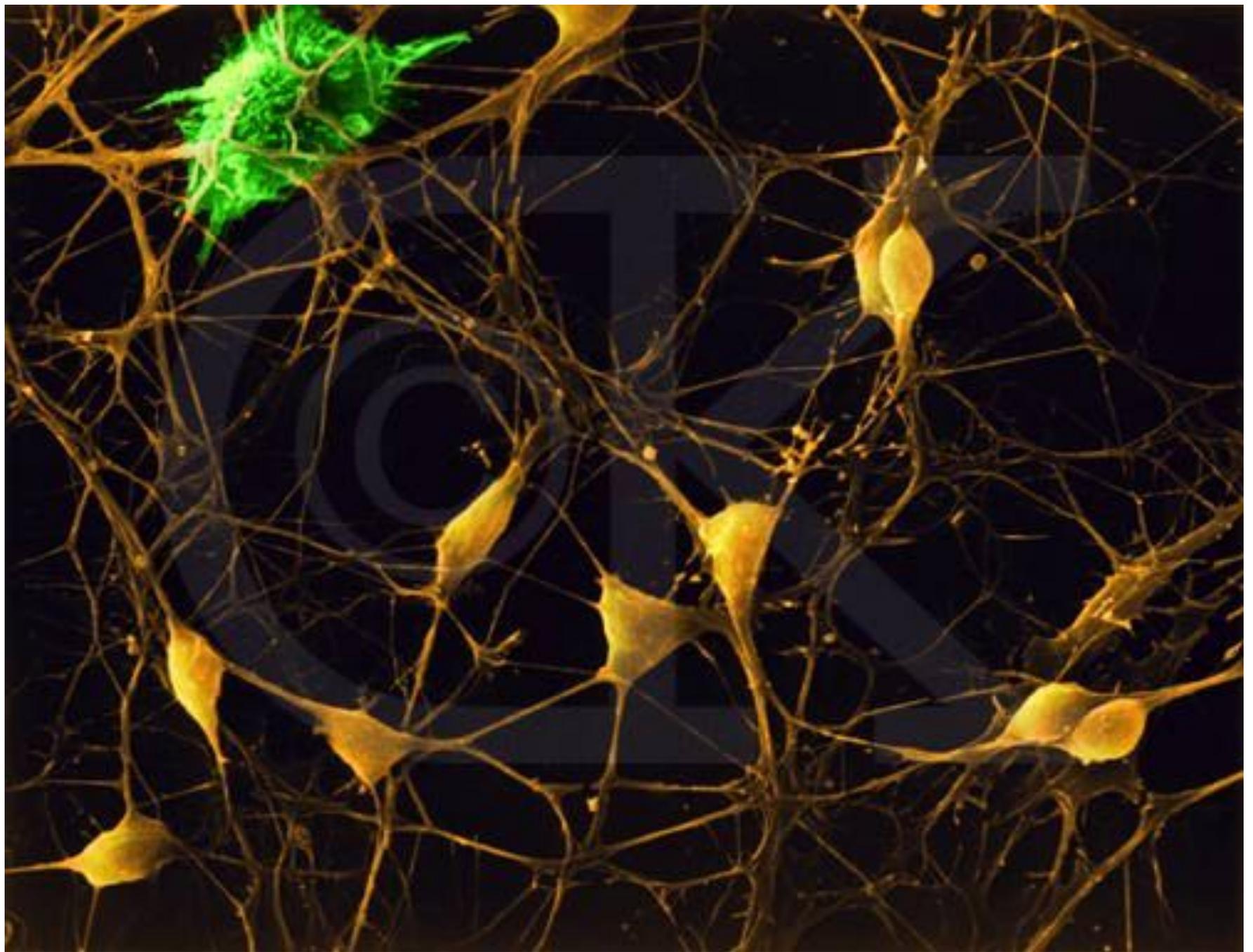
# Основные функции ЦНС:

- 1. Объединение всех частей организма в единое целое и их регуляция.
- 2. Управление состоянием и поведением организма в соответствии с условиями внешней среды и потребностями организма.

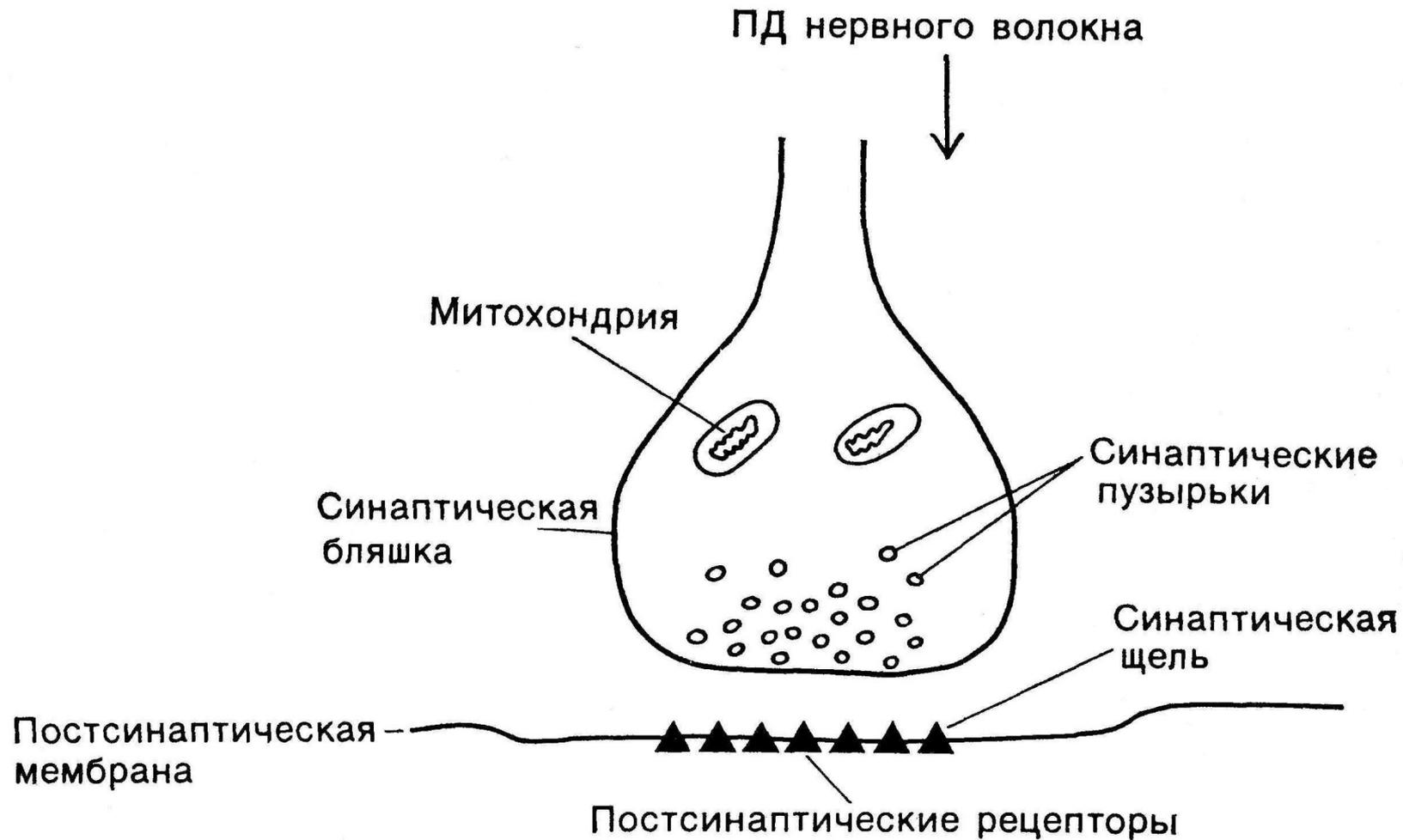


# Строение нейрона





Передача возбуждения с одного  
нейрона на другой  
осуществляется при помощи  
**СИНАПСА**



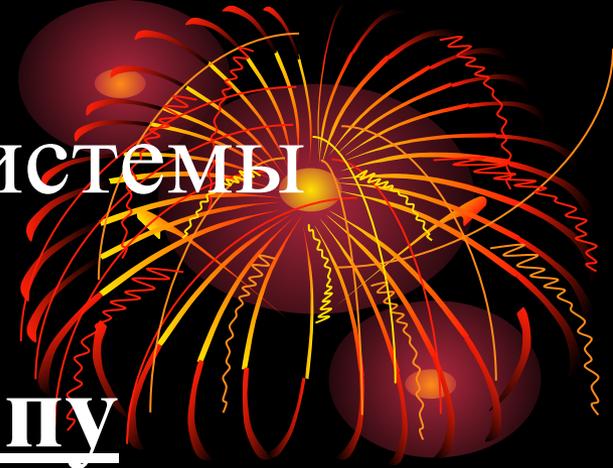
## Строение синапса

# В структуре синапса выделяют

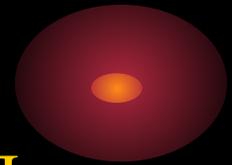
## 3 элемента:

- Пресинаптическую мембрану.
- Синаптическую щель между нейронами.
- Постсинаптическую мембрану

# Деятельность нервной системы осуществляется по рефлекторному принципу

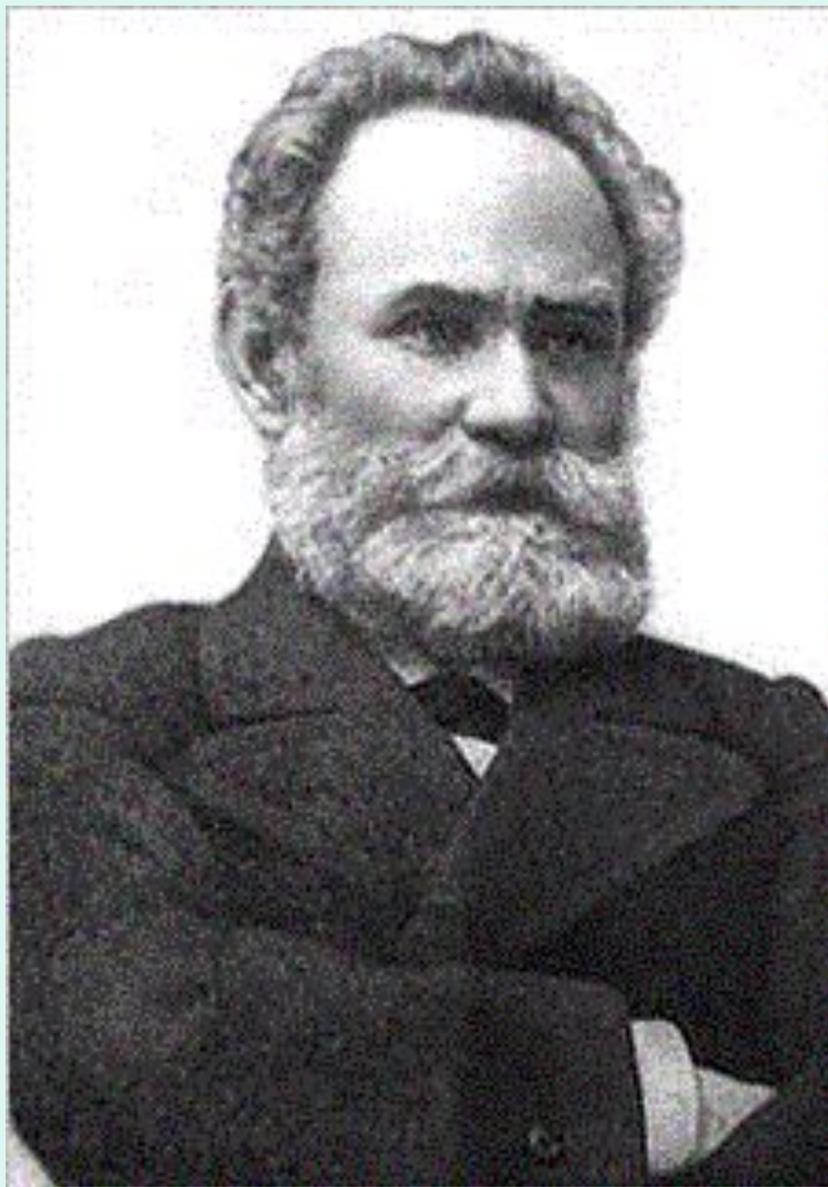


- РЕФЛЕКС (отражение) – это стереотипная закономерная реакция организма на раздражение, осуществляемая при непосредственном участии ЦНС в ответ на раздражение рецепторов.





РЕНЕ ДЕКАРТ



**И.П.Павлов**

# Три принципа рефлекторной теории по И.П.Павлову: детерминизма, анализа и синтеза и структурности

- **Принцип детерминизма** (причинности)-” Нет действия без причины” Всякая деятельность организма всегда есть причинно обусловленный, закономерный ответ на конкретные внешние воздействия.
- **Принцип структурности**- в мозге нет процессов, которые не имели бы материальной основы, каждый физиологический акт нервной деятельности приурочен к структуре.
- **Принцип анализа и синтеза** раздражителей внешней и внутренней Среды. Другими словами в мозге непрерывно происходит анализ и синтез как поступающей информации, так и ответных реакций. В результате организм извлекает из среды полезную информацию, перерабатывает, фиксирует ее в памяти и формирует ответные действия в соответствии с обстоятельствами и потребностями.

- «**Функциональная система** – единица интегративной деятельности целого организма.
- **ФС** осуществляет избирательное вовлечение и объединение структур и процессов на выполнение какого либо четко очерченного акта поведения или функции организма.
- **ФС** – динамическая организация, в которой взаимодействие всех составляющих ее частей направлено на получение определенного и полезного для организма в целом приспособительного результата.



- Для деятельности центральной нервной системы характерна *определенная упорядоченность и согласованность рефлекторных реакций, т. е. их координация*. Взаимодействие двух нервных процессов—возбуждения и торможения, лежащих в основе всех сложных регуляторных функций организма, закономерности их одновременного протекания в различных нервных центрах, а также последовательная смена во времени определяют точность и своевременность ответных реакций организма на внешние и внутренние воздействия.

# *Координация основывается на ряде общих принципов:*

---

- **1. Принцип конвергенции.**
- **2. Принцип иррадиации.**
- **3. Принцип реципрокности**
- **4. Принцип общего конечного пути**
- **5. Принцип доминанты**

*Распространение процесса возбуждения на другие нервные центры называют*  
**ИРРАДИАЦИЕЙ.**

**ИРРАДИАЦИЯ** осуществляется благодаря многочисленным взаимосвязям нейронов одной рефлекторной дуги с нейронами других рефлекторных дуг, так, что при раздражении одного рецептора возбуждение в принципе может распространяться в центральной нервной системе в любом направлении и на любую нервную клетку.

*Схождение импульсов, поступивших по различным афферентным путям, в каком-либо одном центральном нейроне или нервном центре называется*  
***КОНВЕРГЕНЦИЕЙ***

*Благодаря такому разнообразию поступающей информации в нейронах вышележащих отделов головного мозга может происходить ее широкое взаимодействие, сопоставление, отбор, выработка адекватных реакций и установление*  
***новых связей между рефлексамми***

Появление и усиление в нервных центрах процесса торможения при одновременном возбуждении других центров получило по аналогии с физическими процессами название **ИНДУКЦИИ.**

Виды индукционных отношений:

- одновременная индукция (обеспечивает взаимоотношение двух и более центров и характеризуется тем, что в одно и то же время в одном центре возникает возбуждение, а в сопряжённом – торможение (или наоборот),
- последовательная индукция (усиление одного процесса после другого в одном и том же нервном центре)

- **Принцип реципрокности** (сопряженности; согласованного антогонизма). При возбуждении одних нервных центров деятельность других центров может тормозиться. У спинальных животных раздражение одной конечности одновременно вызывает ее сгибание, а на другой стороне одновременно наблюдается разгибательный рефлекс.
- **Реципрокность** иннервации обеспечивает согласованную работу групп мышц при ходьбе, беге. При необходимости взаимосочетанные движения могут изменяться под контролем головного мозга. **Например**, при прыжках происходит сокращение одноименных групп мышц обеих конечностей.

В 1923 г. А. А. Ухтомский сформулировал принцип доминанты как рабочий принцип деятельности нервных центров.

- **ДОМИНАНТА** - господствующий очаг возбуждения в центральной нервной системе, определяющий текущую деятельность организма.

# Свойства доминанты.

- 1) повышенная возбудимость нервных центров,
- 2) стойкость возбуждения во времени,
- 3) способность к суммации посторонних раздражений (Доминантный очаг притягивает к себе импульсы из других нервных центров и за счет них усиливается.)
- 4) инерция доминанты.

- Стереотип внешних проявлений реакции в виде секреции или движения был назван И. П. Павловым динамическим стереотипом или функциональной системностью. Термин «динамический» подчеркивает функциональный характер этого стереотипа



- Как указывал **И.П.Павлов**, установление динамического стереотипа является положительным в стандартных условиях деятельности и отрицательным при варьировании этих условий и резком их изменении.
- В ДВИГАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СПОРТСМЕНА СТЕРЕОТИП ПРОЯВЛЯЕТСЯ, НАПРИМЕР, В ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ФАЗ СЛОЖНЫХ ГИМНАСТИЧЕСКИХ, ТЯЖЕЛОАТЛЕТИЧЕСКИХ И ДР. СТАНДАРТНО ВЫПОЛНЯЕМЫХ ДВИЖЕНИЙ.
- Для стандартно выполняемых движений установление стереотипа полезно, для изменяющихся (спортивные игры, единоборства) – нежелательно.

**ТОРМОЖЕНИЕ** – это особый нервный процесс, который проявляется в исчезновении возбуждения. Торможение местный процесс, он не может переходить с нейрона на нейрон и распространяться по телу клетки.

Явление торможения было впервые *открыто И.М.Сеченовым в 1862 г.* Значение этого процесса было рассмотрено им в книге «Рефлексы головного мозга».

# Торможение в центральной нервной системе

- **Во-первых**, процесс торможения *ограничивает иррадиацию возбуждения*, чем способствует его концентрации в необходимых участках нервной системы.
- **Во-вторых**, возникая в одних нервных центрах параллельно с возбуждением других нервных центров, процесс торможения тем самым *выключает деятельность ненужных в данный момент органов, осуществляя координационную функцию*.
- **В-третьих**, развитие торможения в нервных центрах *предохраняет их от чрезмерного перенапряжения при работе, т. е. играет охранительную роль*.

# Виды торможения

- *По месту возникновения* торможение бывает:
  - 1 - пресинаптическое;
  - 2 - постсинаптическое.
- *По форме* торможение может быть:
  - 1 - первичным;
  - 2 - вторичным.
- Для возникновения первичного торможения в НС существуют специальные тормозные структуры (тормозные нейроны и тормозные синапсы). В этом случае торможение возникает первично, т.е. без предшествующего возбуждения.
- Пресинаптическое торможение возникает перед синапсом в аксональных контактах. В основе такого торможения лежит развитие длительной деполяризации терминали аксона и блокирование проведения возбуждения к следующему нейрону.

# По И.П.Павлову, различают следующие формы коркового торможения:

- **безусловное торможение** — *внешнее* (гаснущий и постоянный тормоз) и *запредельное*;
- **условное торможение** (внутреннее), к которому относятся: *угасательное, дифференцировочное, условный тормоз и запаздывающее торможение.*

# Свойства безусловного и условного торможения:

- Безусловное торможение является врожденным, условное торможение вырабатывается при определенных условиях.
- Безусловное торможение — процесс относительно пассивный, не требует от организма больших затрат энергии. Условное торможение — активный процесс, оно вырабатывается в результате очень трудной для организма деятельности.
- Безусловное торможение сразу вызывает прекращение условно-рефлекторной деятельности. Условное торможение требует для выработки определенного времени, в течение которого происходит смена положительного условного рефлекса тормозным.
- Все виды условного торможения вырабатываются при неподкреплении условного сигнала безусловным или при отставлении подкрепления.
- Для условного торможения характерным является растормаживание — появление заторможенной реакции при действии новых раздражителей.
- Безусловное торможение - это вид торможения условных рефлексов, который возникает сразу в ответ на действие постороннего раздражителя.

# *Условное торможение*

## *(внутреннее)*



- **Возникает, если условный раздражитель перестает подкрепляться безусловным. Его называют внутренним, потому что оно формируется в структурных компонентах условного рефлекса. Условное торможение требует для выработки определенного времени.**
- **К этому виду торможения относятся: угасательное, дифференцировочное, условный тормоз и запаздывающее.**

- ***Угасательное торможение*** развивается в тех случаях, когда условный раздражитель перестает подкрепляться безусловным, условная реакция постепенно исчезает.
- ***Дифференцировочное торможение*** вырабатывается на раздражители, близкие по характеристике к условному раздражителю. Этот вид торможения лежит в основе различения раздражителей. С помощью этого торможения из сходных раздражителей выделяется тот, который будет подкрепляться безусловным раздражителем, т.е. биологически важный для организма.

# Типы высшей нервной деятельности

В основу классификации типов ВНД были положены свойства нервных процессов:

## **сила, уравновешенность, подвижность.**

- По критерию силы нервных процессов выделяют *сильный* и *слабый* типы.
- Сильный тип нервной системы подразделяется на *уравновешенный* (подвижный и инертный) и *неуравновешенный* (безудержный)

### **Классификация типов ВНД (И.П.Павлов):**

1. Слабый (*меланхолик*).
2. Сильный, неуравновешенный с преобладанием процессов возбуждения (*холерик*).
3. Сильный, уравновешенный, подвижный (*сангвиник*).
4. Сильный, уравновешенный, инертный (*флегматик*).

# Физиологические свойства сердечной мышцы

- **1. Возбудимость.** Уровень возбудимости сердечной мышцы в различные фазы кардиоцикла меняется. Раздражение сердечной мышцы в фазу ее сокращения (систола) не вызывает нового сокращения, даже при действии сверхпорогового раздражителя. В этот период сердечная мышца находится в фазе *абсолютной рефрактерности*, ее длительность составляет 0,27 с.

# *Сократимость*

- Сердечная мышца реагирует на раздражители нарастающей силы по закону "все или ничего".
- Сердечная мышца сокращается по типу одиночного сокращения, т. к. длительная фаза рефрактерности препятствует возникновению тетанических сокращений.
- В одиночном сокращении сердечной мышцы выделяют: латентный период, фазу укорочения (систола), фазу расслабления (диастола).
- *Проводимость.*

# Автоматизм.

- Сердечная мышца обладает автоматизмом - способностью возбуждаться без видимых причин, т. е. как бы самопроизвольно.
- Способностью к автоматии обладают мало дифференцированные атипические мышечные волокна, образующие *проводящую систему сердца*. Она включает в себя: сино-атриальный и атрио-вентрикулярный узел. В состав проводящей системы сердца входит пучок Гиса, который начинается от атрио-вентрикулярного узла, затем разделяется на правую и левую ножки, идущие к желудочкам.

# Производительность сердца

- **Систолический объем крови** –

количество крови, выбрасываемое желудочком за одно сокращение. В покое – 60-80мл, при нагрузке – до 100 мл, у спортсменов до 200 мл

- **Минутный объем крови** количество крови, выбрасываемой сердцем крови за одну минуту. В покое минутный объем (МО) составляет 5,0-5,5 л. При физической нагрузке он увеличивается в 2-4 раза, у спортсменов в 6-7 раз (максимум – 42 л).

- Регуляция кровообращения обеспечивает величину кровотока в тканях и органах, соответствующую уровню их функций. В головном мозгу имеется сердечно-сосудистый центр, который регулирует деятельность сердца и тонус мышечной оболочки кровеносных сосудов.

Механизмы саморегуляции заложены в самой системе кровообращения и ее взаимоотношения с органами.

Благодаря саморегуляции уменьшается просвет артериол при повышении АД, а при увеличении притока крови к сердцу происходит усиление работы сердца.

Гетерометрический механизм —  
при увеличении растяжения  
мышцы сердца, сила  
сердечных сокращений  
возрастает —  
закон Франка Старлинга

## Гомеометрический механизм:

**1. Эффект Анрепа (1912)** - при повышении давления в аорте или легочном стволе автоматически увеличивается сила сердечных сокращений желудочков.

*В итоге – постоянство систолического объёма.*

**2. «Феномен лестницы» Боудича (1871)** - это зависимость силы сокращения от ЧСС (*хроноинотропное взаимоотношение*), т.е. чем больше ЧСС до определённого предела, тем выше сила сокращения сердечной мышцы и наоборот.

- К сердечно-сосудистому центру поступают нервные импульсы от рецепторов кровеносных сосудов, реагирующих на изменение давления в сосудах, изменение скорости кровотока, химический состав крови и т. д.
- Кроме того, на сердечно-сосудистый центр влияют: концентрация  $O_2$ ,  $CO_2$  и  $H^+$  в тканях мозга и состояние коры головного мозга (возбуждение, торможение коры).
- Регуляция кровообращения зависит также от температуры тканей и органов тела и концентрации в крови гормона коры надпочечников адреналина, который вызывает сужение сосудов, усиление работы сердца.

## Под ДЫХАНИЕМ высших животных и человека

понимают совокупность процессов, обеспечивающих непрерывное поступление во внутреннюю среду кислорода, использование его в окислительных реакциях, а также удаление из организма образующихся в процессе метаболизма углекислого газа и частично воды.

## К системе органов дыхания относятся:

- носовая полость,
- гортань,
- бронхи,
- Легкие.

## Функцию дыхания у человека реализуют:

- Внешнее или лёгочное дыхание (газообмен между наружной и внутренней средой организма).
- Кровообращение (транспорт газов к тканям и от них).
- Система крови (специфическая газотранспортная среда).
- Внутреннее или тканевое дыхание (непосредственно процесс клеточного окисления)
- Средства нейро-гуморальной регуляции дыхания.

# ЭТАПЫ ДЫХАНИЯ

**1. Внешнее (легочное) дыхание – обмен газов между внешней средой и альвеолами легких**

**2. Обмен газов между альвеолярным воздухом и кровью капилляров легких**

**3. Транспорт кровью кислорода и углекислого газа**

**4. Обмен газов между кровью капилляров и тканями организма**

**5. Тканевое или внутриклеточное дыхание**

# ФУНКЦИИ ОБЩЕЙ

ен  
газо  
в  
м  
е

кция,  
электролитн  
зации крови,  
ляции,  
нии гомеоста

га

## **Механизм дыхательных движений. Работа дыхания.**

- Газообмен в организме осуществляется благодаря ритмичным дыхательным движениям путем смены **вдоха** (*инспирация*) и **выдоха** (*экспирация*). При вдохе в альвеолы поступает атмосферный воздух, содержащий около 21 % кислорода, а при выдохе в окружающую среду удаляется воздух, бедный кислородом, но с высоким содержанием углекислого газа.

# Сущность газообмена

- Газообмен между альвеолярным воздухом и притекающей к легким венозной кровью — это совокупность процессов, обеспечивающих переход кислорода внешней среды в кровь, а углекислого газа из крови в альвеолы.
- Перемещение газов (легкие — кровь) осуществляется под влиянием **разности парциальных давлений и напряжений** этих газов в каждой из сред организма.

# Причины газообмена

---

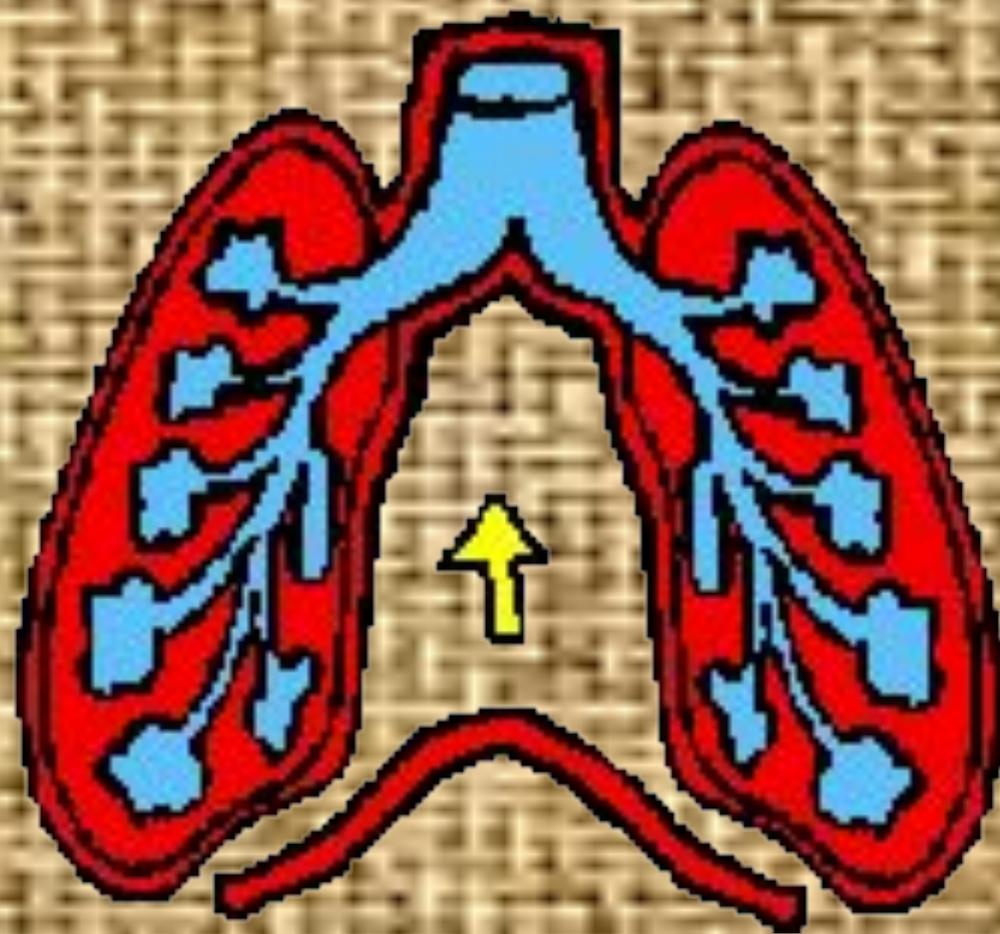
- Решающим фактором, обуславливающим непрерывность газообмена, является постоянство газового состава альвеолярного воздуха.
- Учитывая свойство газов диффундировать из области большего парциального давления в область с меньшим парциальным давлением, несложно понять направленность диффузии  $O_2$  и  $CO_2$  на том или ином уровне дыхания.
- Процесс газообмена происходит непрерывно до тех пор, пока существует разность парциальных давлений и напряжений газов в каждой из сред, участвующих в газообмене.

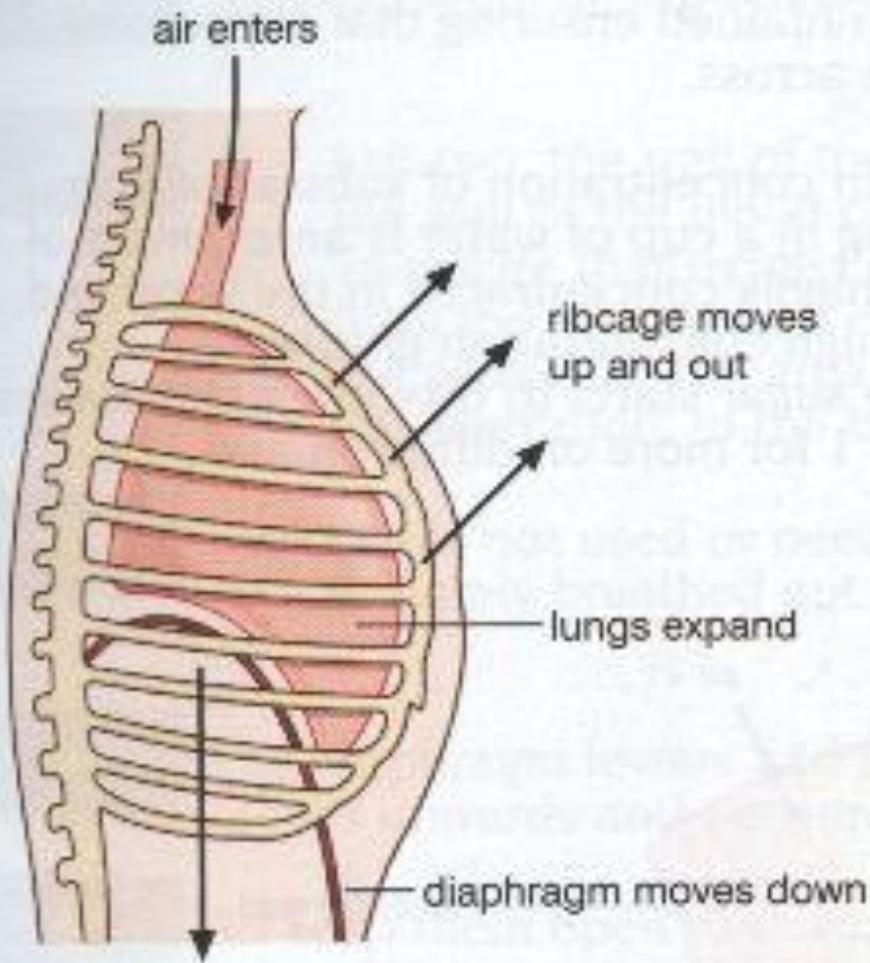
## Газообмен в организме осуществляется двумя основными механизмами:

---

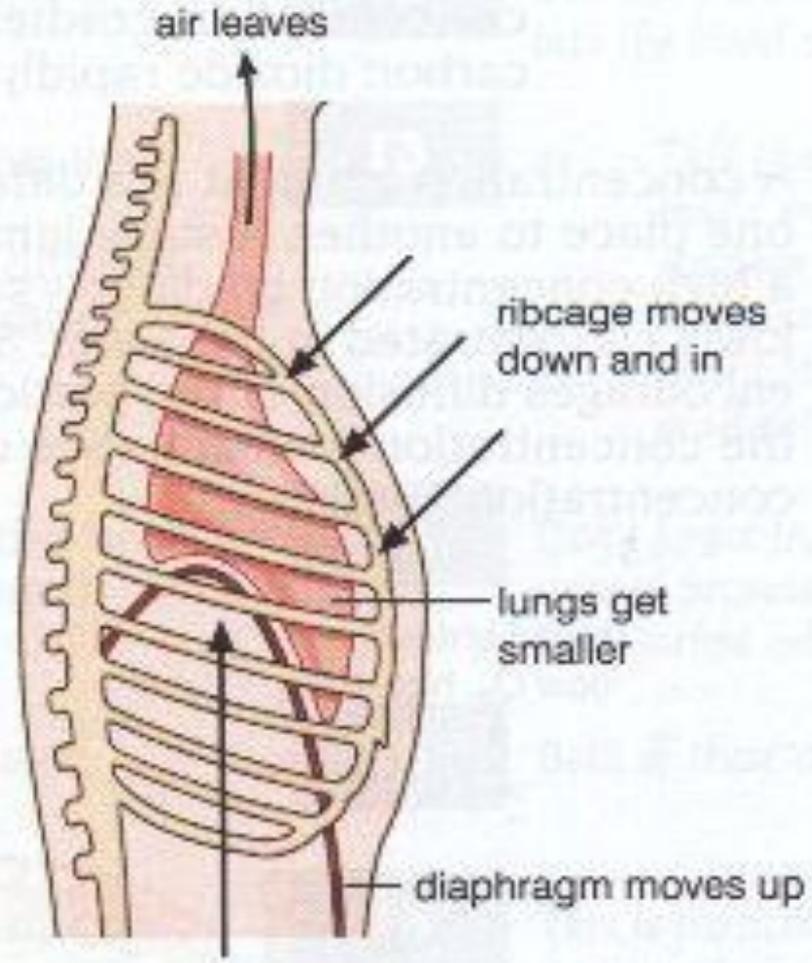
- 1. Конвективный, представляет собой механическое передвижение молекул  $O_2$  и  $CO_2$  с током воздуха или крови. Таким образом, осуществляется перенос газов в воздухе или крови на большое расстояние.
- 2. Диффузия. Механизм газообмена между разными средами организма. Диффузия осуществляется из области с высоким парциальным давлением газов в область низкого их давления, причём на работу по переносу молекул затрачивается их собственная кинетическая энергия.

Air Out

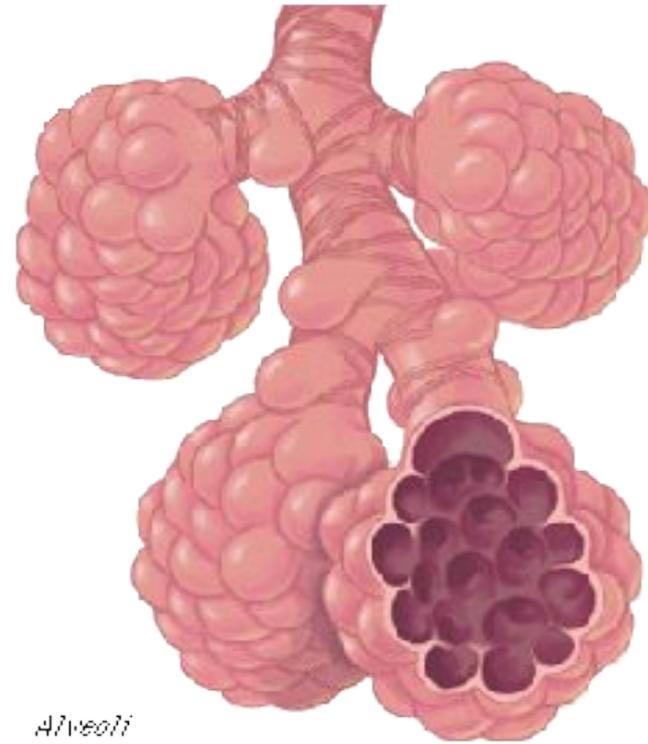
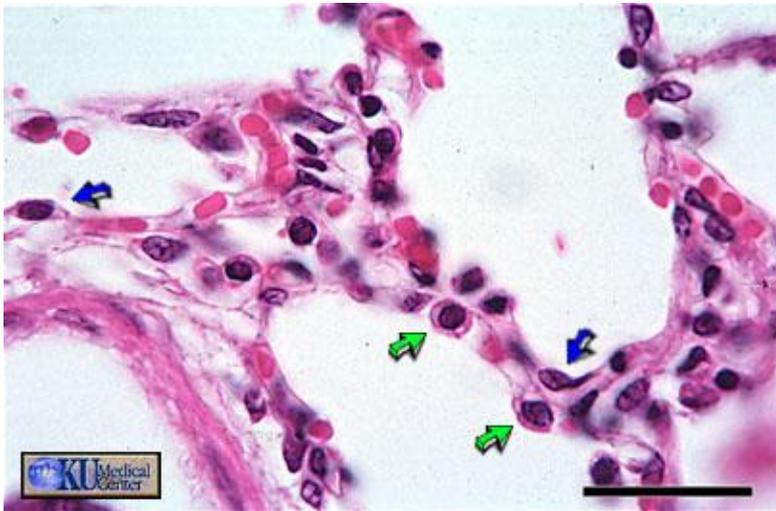




Inhalation

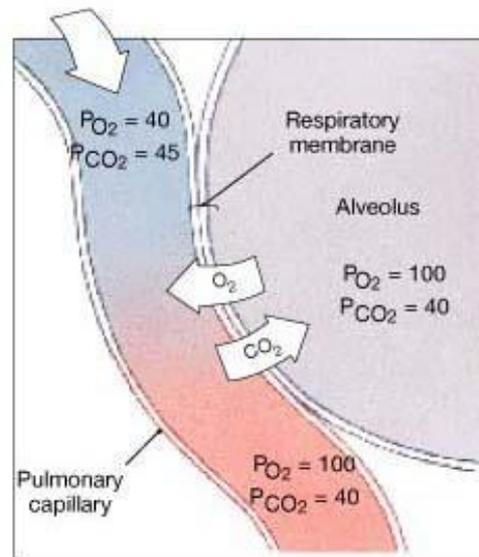


Exhalation

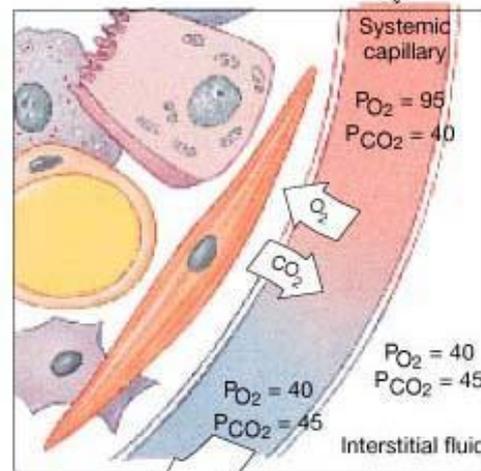


*Alveoli*

---



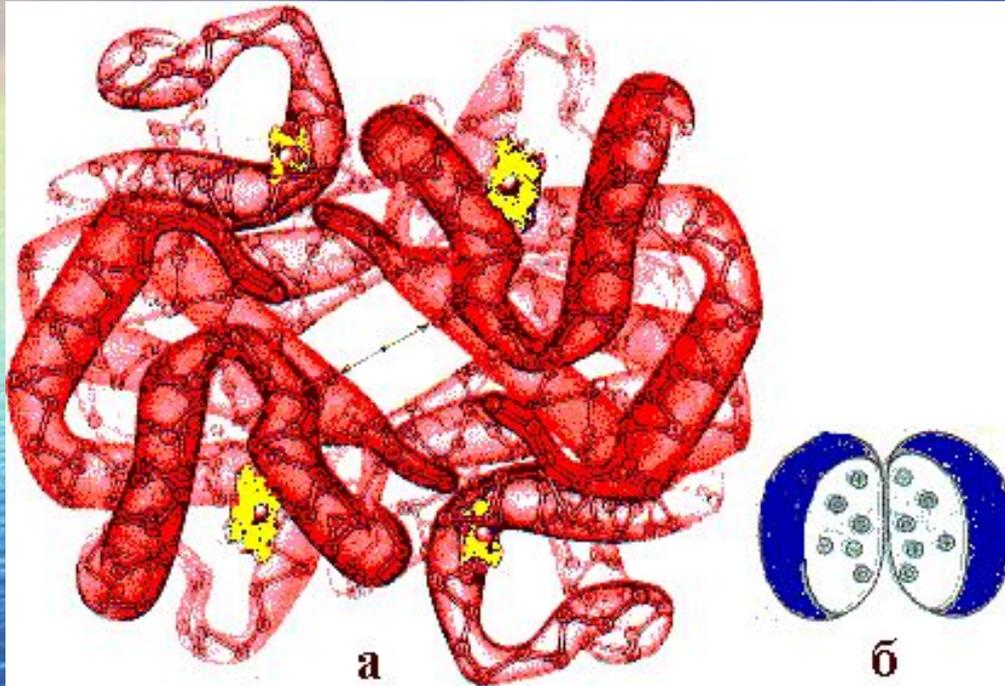
(a)

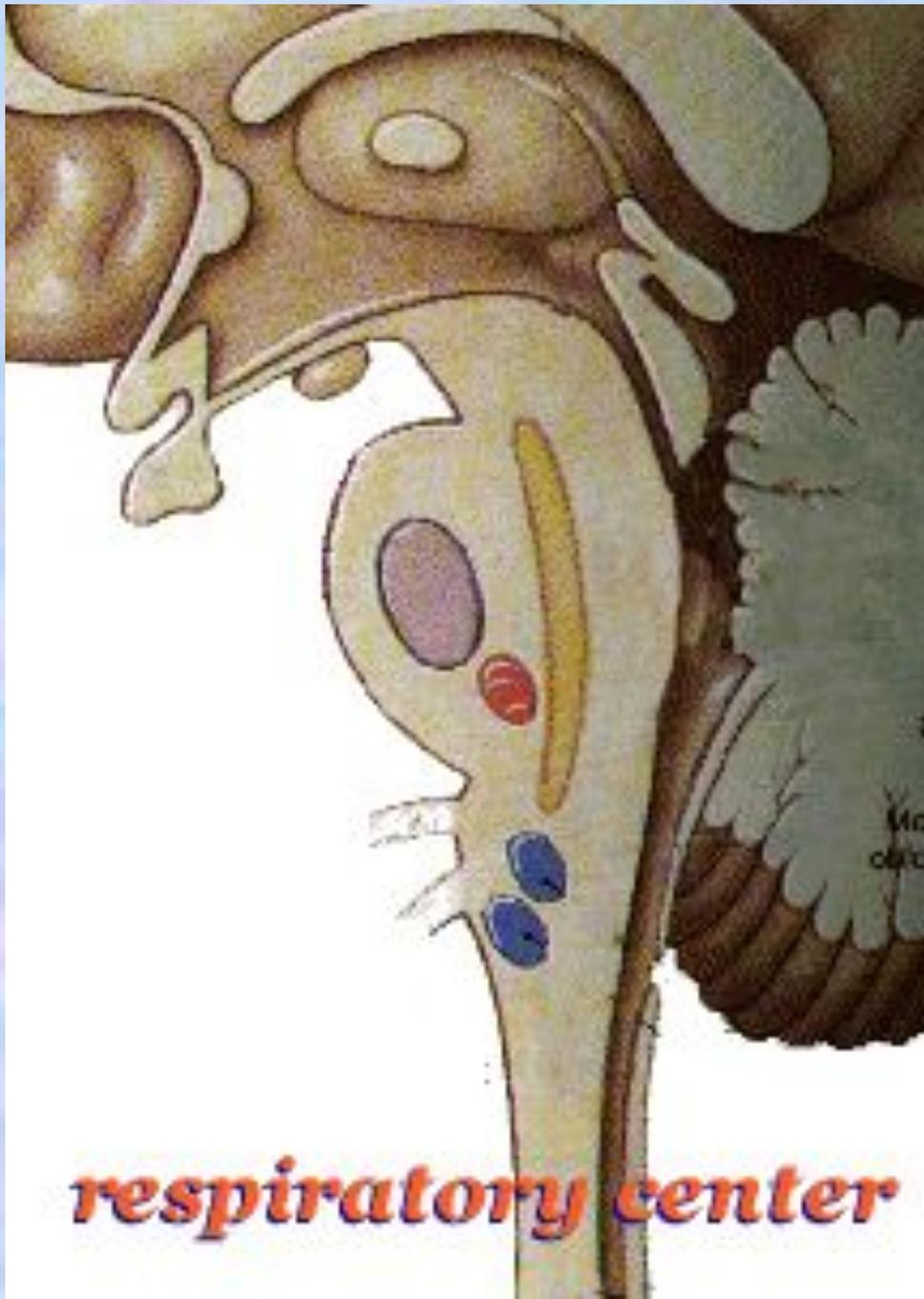


(b)

• **FIGURE 23-20 An Overview of Respiratory Processes and Partial Pressures in Respiration.** (a) Partial pressures and diffusion at the respiratory membrane. (b) Partial pressures and diffusion in other tissues.

В каждом эритроците  
содержится 200-300  
млн молекул  
гемоглобина,  
различающихся по  
аминокислотному  
составу. в 1 л крови  
гемоглобина в  
среднем - 145 г,  
различия  
определяются полом,  
здоровьем, питанием,  
тренированностью.





***respiratory center***

**ОБМЕН ВЕЩЕСТВ (МЕТАБОЛИЗМ) –**  
**совокупность химических**  
**и физических превращений,**  
**происходящих в живом организме**  
**и обеспечивающих его**  
**жизнедеятельность во взаимосвязи**  
**с окружающей средой и состоит**  
**из процессов ассимиляции и**  
**диссимиляции**

**В зависимости от активности организма и воздействий на него внешней среды различают три уровня энергетического обмена:**

- ***основной обмен,***
- ***обмен в состоянии относительного покоя,***
- ***энерготраты при физической работе.***



**Основной обмен** - это минимальные для бодрствующего организма затраты энергии, определенные в строгих стандартных условиях:

---

- - в положении лежа, при полном мышечном и эмоциональном покое (т. к. мышечное и эмоциональное напряжение значительно повышают энерготраты);
- - натощак, т.е. спустя 14-16 часов после последнего приема пищи (чтобы исключить специфическое-динамическое действие пищи);
- - при температуре комфорта - 18-20 градусов тепла (температура выше или ниже этих цифр может значительно изменить - увеличить или уменьшить - энерготраты);
- - при исключении в течение трех суток перед исследованием приема белковой пищи.

- У взрослого человека весом 70 кг основной обмен в сутки оставляет около **1700 ккал**.

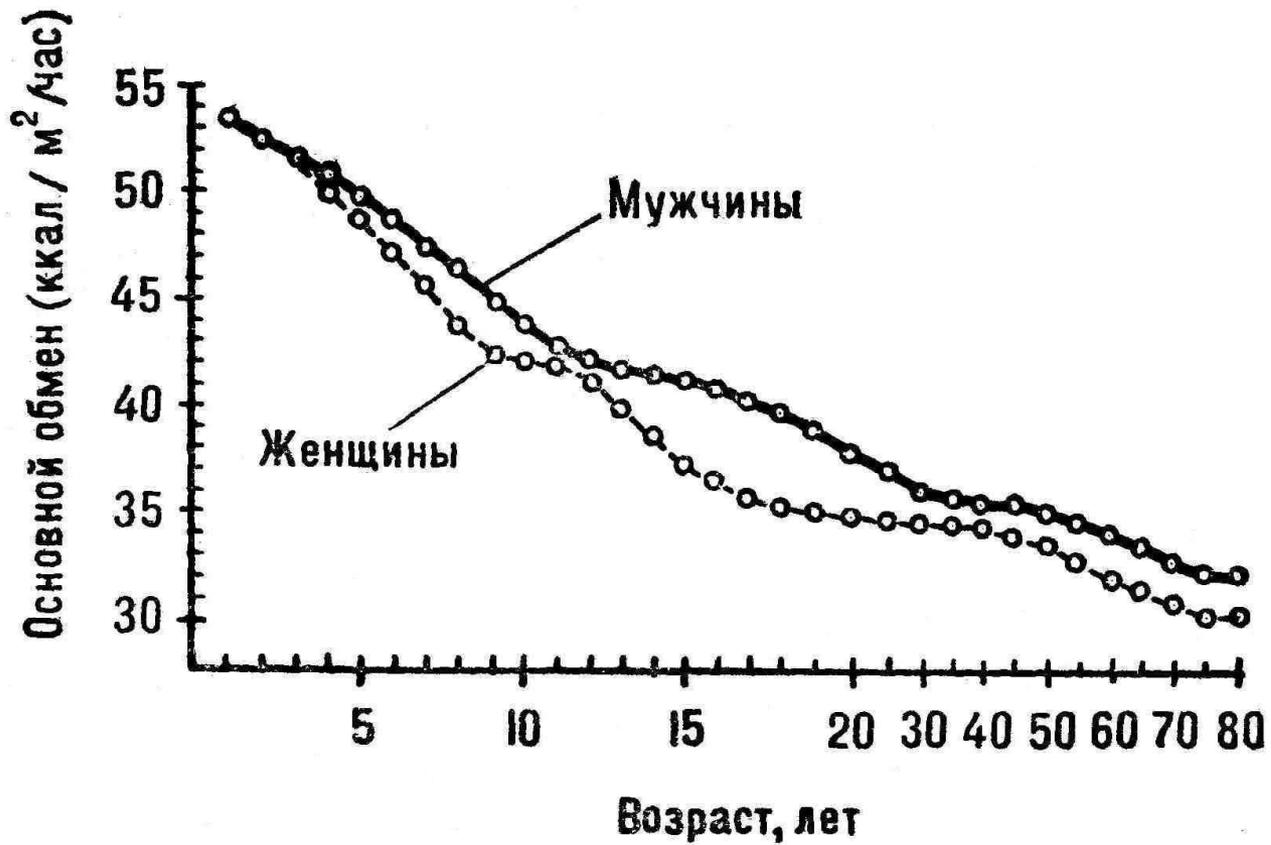
Из этой величины:

- **25%** идет на работу вегетативных систем (сердце, почки и др.)
- **75%** — на деятельность всех остальных клеток и тканей организма.

У здоровых людей основной обмен может колебаться в пределах  $\pm 15\%$ . У женщин он на 5% ниже, чем у мужчин.

Основной обмен зависит главным образом от величины поверхности тела и возраста. Чем относительно больше поверхность тела, тем больше основной обмен. Поэтому его величину принято выражать в ккал на 1 м<sup>2</sup> поверхности тела в 1 час.

- С возрастом в связи с понижением интенсивности внутриклеточных окислительных процессов основной обмен понижается. Дети до 5 лет расходуют в состоянии основного обмена 50—55 ккал на 1 м<sup>2</sup> в 1 час, подростки — 42 ккал, взрослые — около 37 ккал, лица пожилого возраста — около 34 ккал



**Изменение основного обмена с возрастом**

# МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭНЕРГОТРАТ

Д  
Ы  
Л  
Р  
Я

М  
О  
Й  
2  
К  
МЕТ  
ОД  
Ы

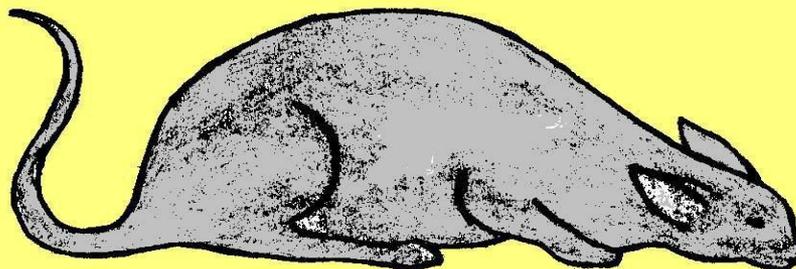
КОС  
ВЕН  
НО  
Й  
КАЛ  
ЛОРИ  
МЕТ

# ПРЯМАЯ КАЛЛОРИМЕТРИЯ

ТЕРОМОИЗОЛЯЦИЯ

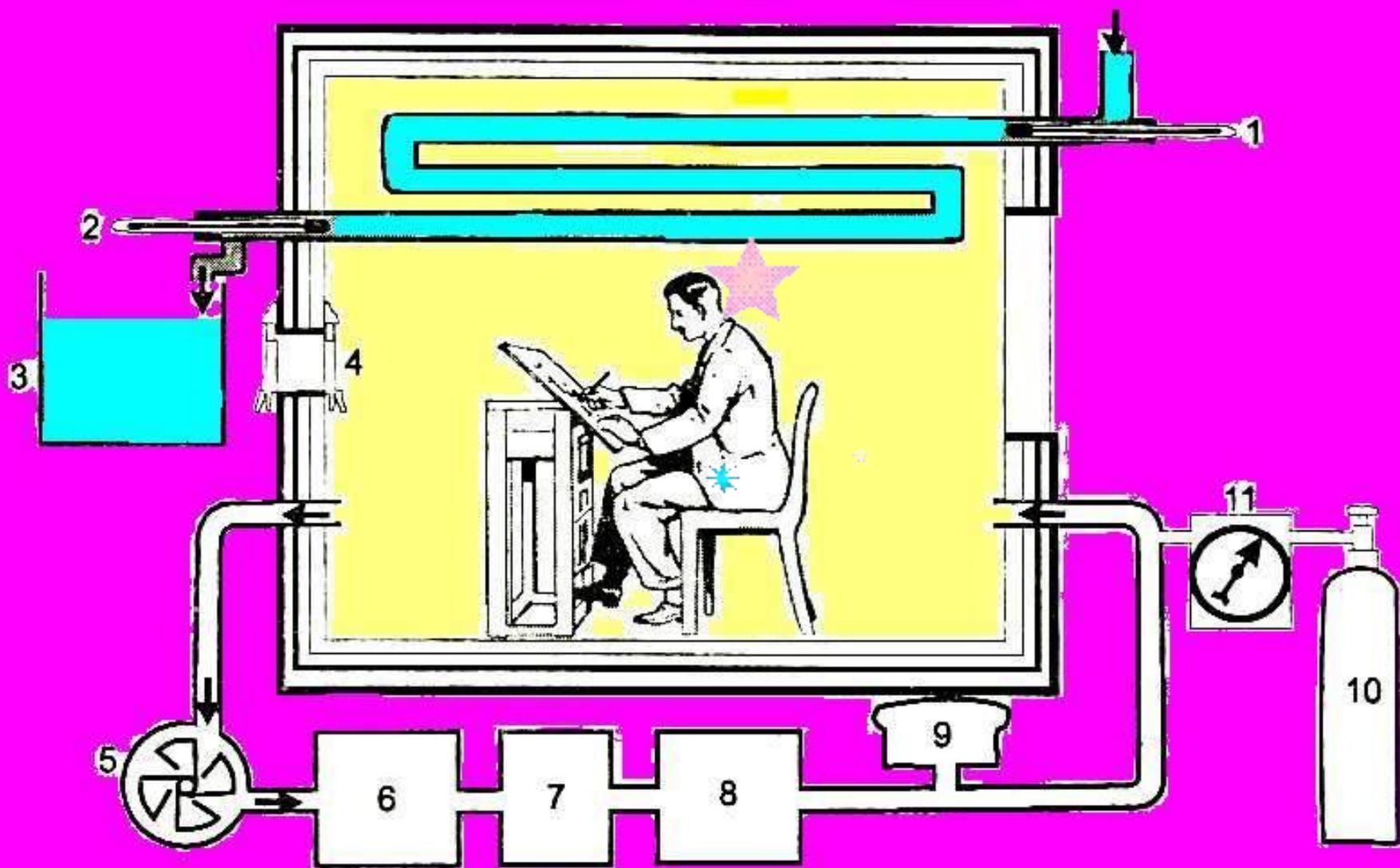
КУСКОВОЙ ЛЕД

КАМЕРА ДЛЯ МЕЛКОГО  
ЖИВОТНОГО

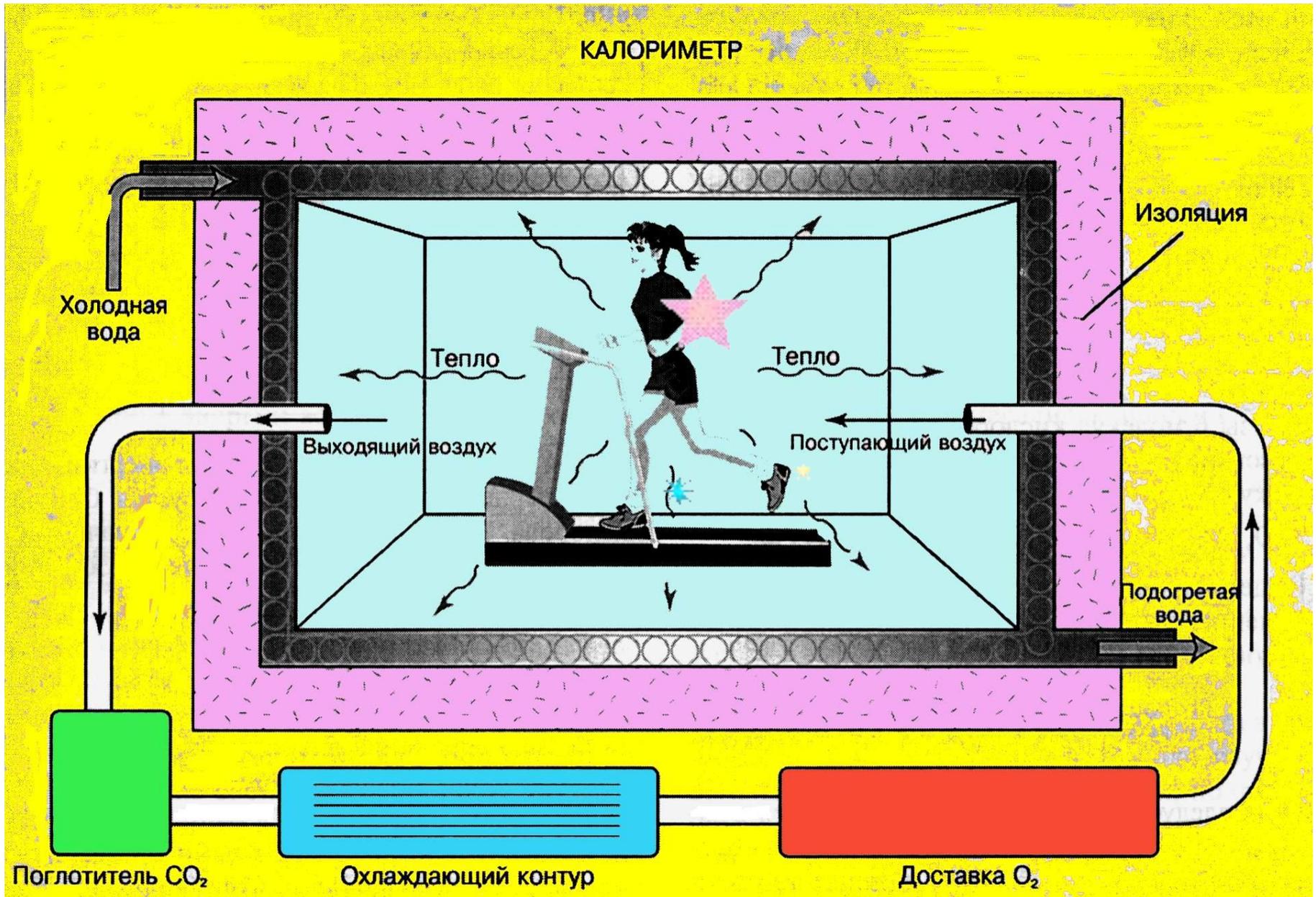


ВОДА ОТ  
РАСТАЯВШЕГО  
ЛЬДА

# ПРЯМАЯ КАЛЛОРИМЕТРИЯ



# ПРЯМАЯ КАЛЛОРИМЕТРИЯ



# РЕСПИРАТОРНАЯ КАЛЛОРИМЕТРИЯ



# **РЕСПИРАТОРНАЯ КАЛЛОРИМЕТРИЯ**

основана на том, что каждому утилизованному литру кислорода соответствует ЭКВИВАЛЕНТНОЕ КОЛИЧЕСТВО ОСВОБОЖДАЕМОЙ ЭНЕРГИИ в организме

## КАЛЛОРИЧЕСКИЙ ЭКВИВАЛЕНТ КИСЛОРОДА (К Э К) -

**КОЛИЧЕСТВО ЭНЕРГИИ, ОСВОБОЖДАЕМОЕ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ 1 ЛИТРА КИСЛОРОДА**

- **НЕПРЯМАЯ АЛИМЕНТАРНАЯ КАЛЛОРИМЕТРИЯ**, основана на энергетическом анализе пищевых рационов.
- сгорание
- 1 г углеводов дает - 4,1 ккал;
- 1 г белка - 4,1 ккал,
- 1 г жиров - 9,3 ккал.

**МПК – это наибольшее  
количество кислорода,  
которое организм в  
состоянии утилизировать  
во время интенсивной  
мышечной работы**

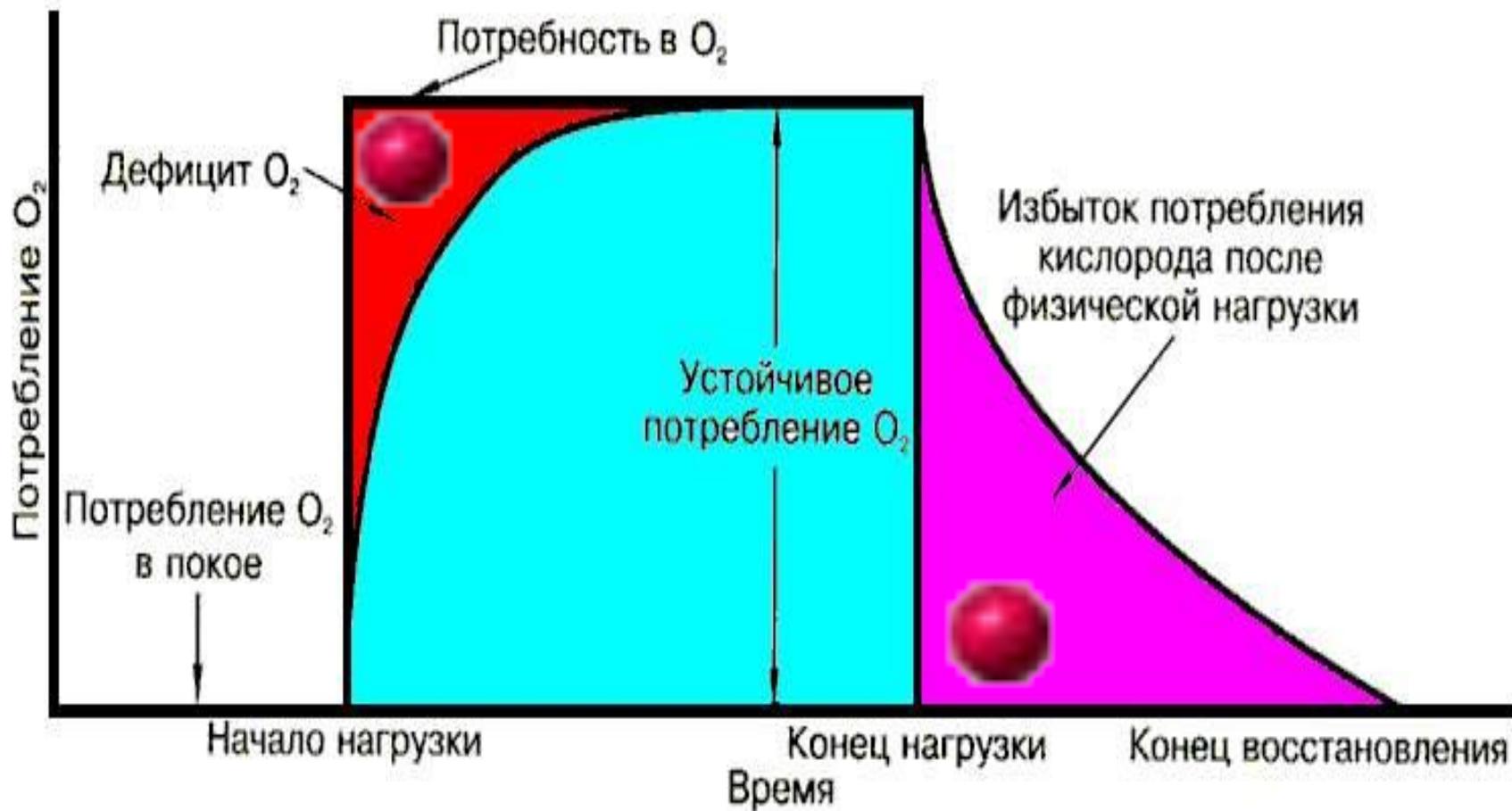
# ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАКСИМАЛЬНОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ КИСЛОРОДА (МПК)



## РАСЧЕТ УРОВНЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ КИСЛОРОДА по ЧСС

<b>ЧСС, уд/мин</b>	<b>% МПК</b>
120-130	50
150	60
160	70
170	75-80
180	90
190 и выше	100

# ДИНАМИКА ПОТРЕБЛЕНИЯ КИСЛОРОДА В ПРОЦЕССЕ ВЫПОЛНЕНИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ



**КИСЛОРОДНЫЙ ДОЛГ –  
разность между  
кислородным запросом и его  
потреблением и составляет  
энергию, получаемую в  
результате анаэробного  
распада**

## ГРУППЫ НАСЕЛЕНИЯ ПО ВЕЛИЧИНЕ ЭНЕРГОТРАТ

Группа	Тяжесть трудовой деятельности	Энерготраты, ккал
<b>I</b>	Работники умственного труда	<b>2400-2800</b>
<b>II</b>	Работники легкого физического труда	<b>2550-3000</b>
<b>III</b>	Работники среднего по тяжести труда	<b>2700-3200</b>
<b>IV</b>	Работники тяжелого физического труда	<b>3200-3700</b>
<b>V</b>	Работники особо тяжелого немеханизированного труда	<b>до 4500</b>

## **Спортивная деятельность**

сопровождается значительным увеличением суточного расхода энергии - до 5500-6000 ккал.

### **На уровень энерготрат влияют:**

температура и влажность воздуха,

- барометрическое давление,
- сила ветра,
- особенности грунта при беге,
- условия скольжения при беге на коньках и лыжах,
- ЭМОЦИИ.

# РАСЧЕТ СКОРОСТИ ЭНЕРГОТРАТ ПРИ РАБОТЕ РАЗЛИЧНОЙ МОЩНОСТИ

<b>МОЩНОСТЬ РАБОТЫ</b>	<b>СКОРОСТЬ ЭНЕРГОТРАТ</b>
Максимальная мощность	до 2,0 ккал/с
Субмаксимальная мощность	до 1,0 ккал/с
Большая мощность	до 0,5 ккал/с
Умеренная мощность	до 0,25 ккал/с