

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

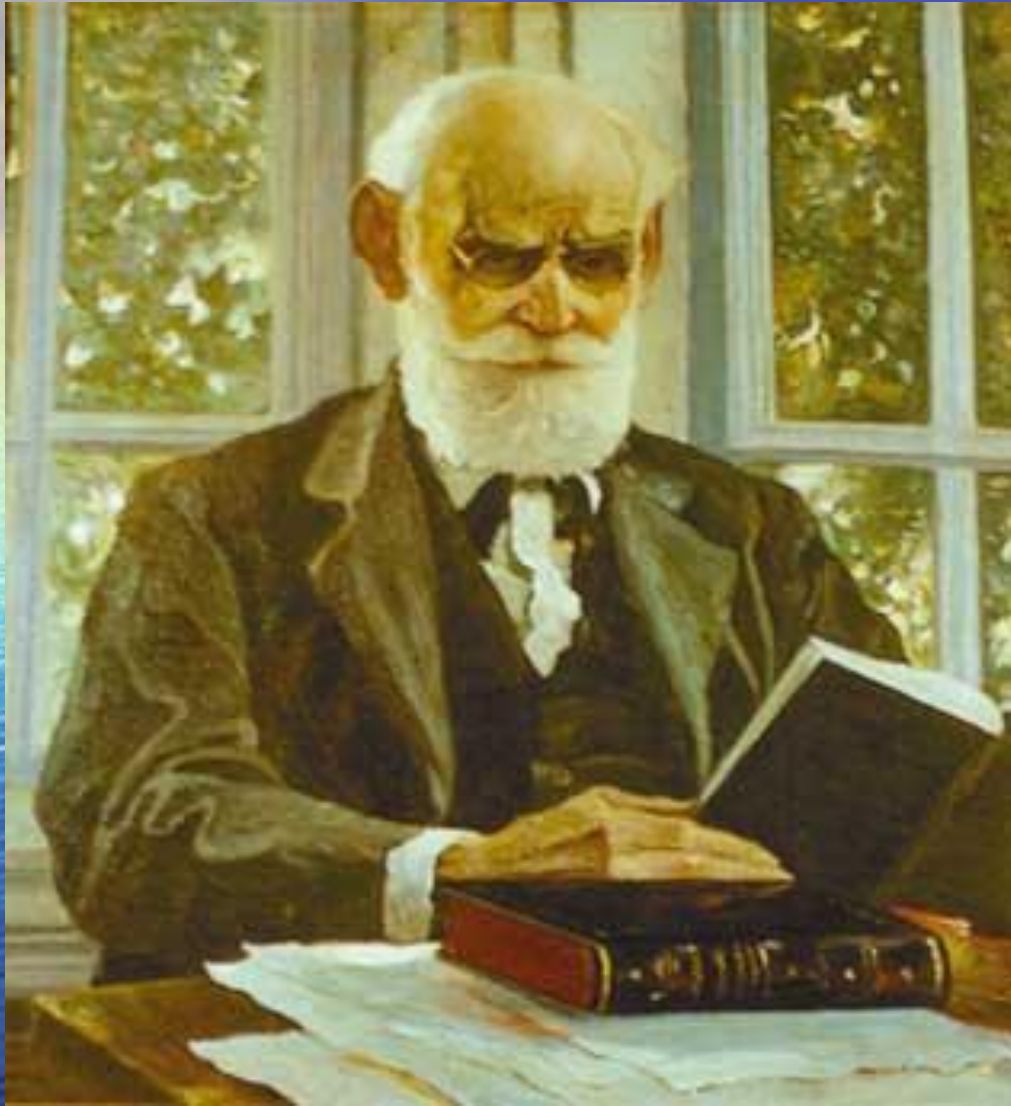
ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ФИЗИОЛОГИИ:

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.**

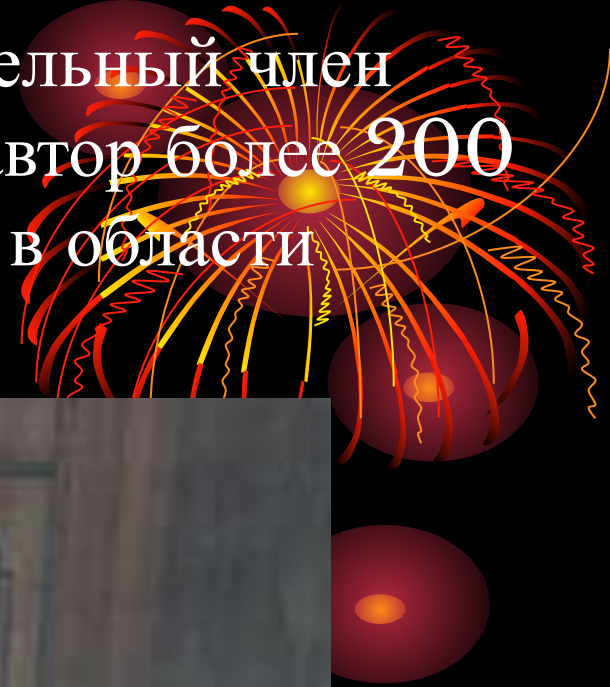




*Петр
Кузьмич*
АНОХИН
*1898 —
1974*

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)

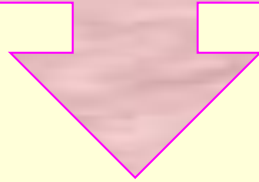
**ВОЗБУДИМОСТЬ – способность
отвечать на раздражение,
поступающее из внешней и
внутренней среды организма,
переходом в деятельное состояние**

Возбудимость различных тканей неодинакова.

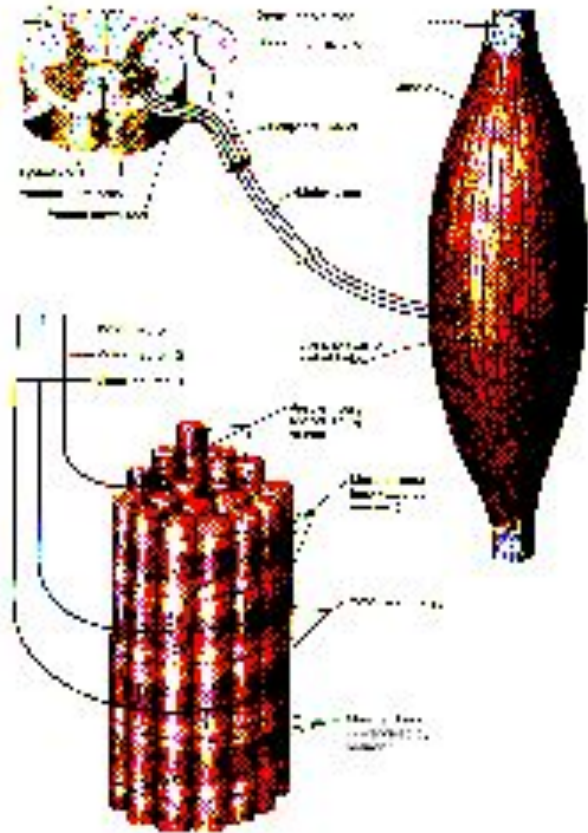
Мерой возбудимости является порог
раздражения - минимальная сила
раздражителя, которая способна вызвать
возбуждение.

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).

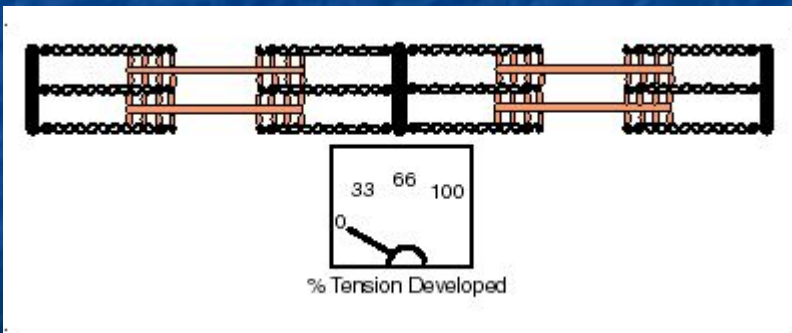
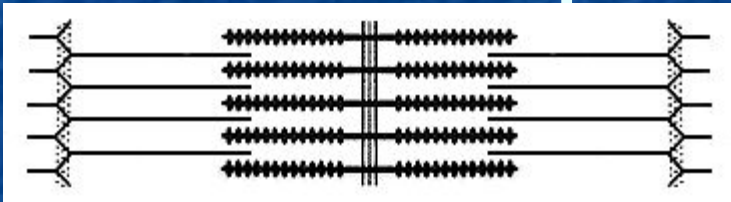
- **ВИДЫ СИЛЫ**

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

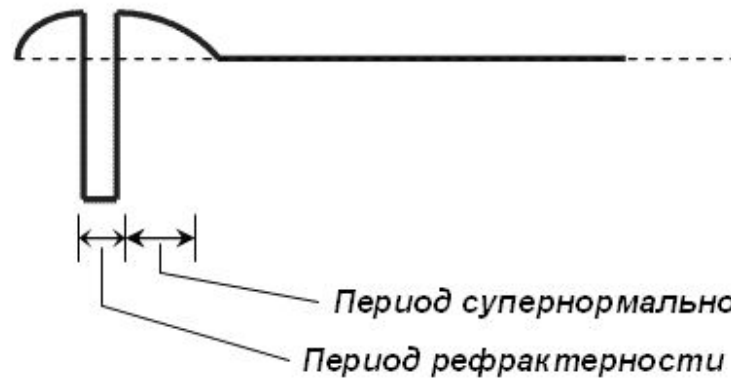
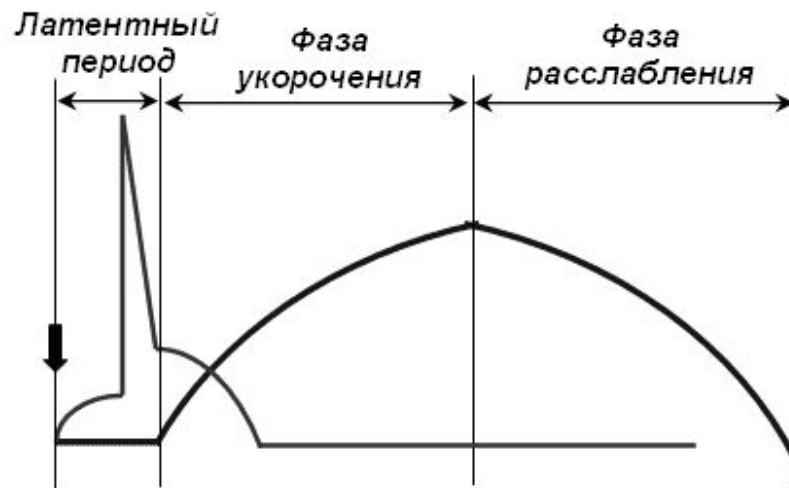
*Сила сокращения
связывается с 3
группами факторов:
центрально-нервными,
периферическими и
энергетическими
(запасы гликогена, АТФ,
КФ и др.).*



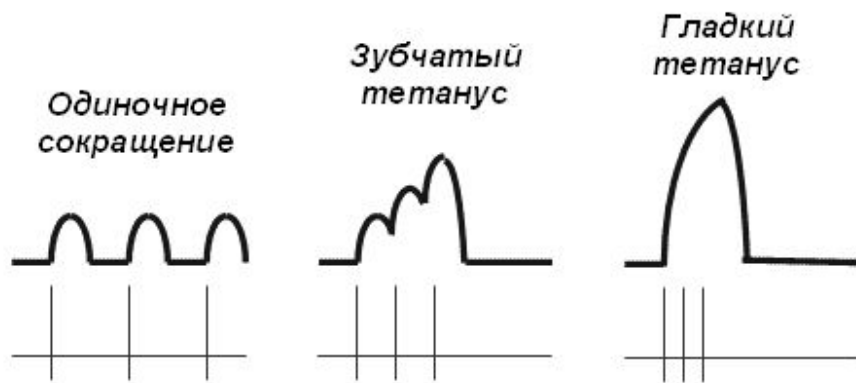
Сокращение мышц



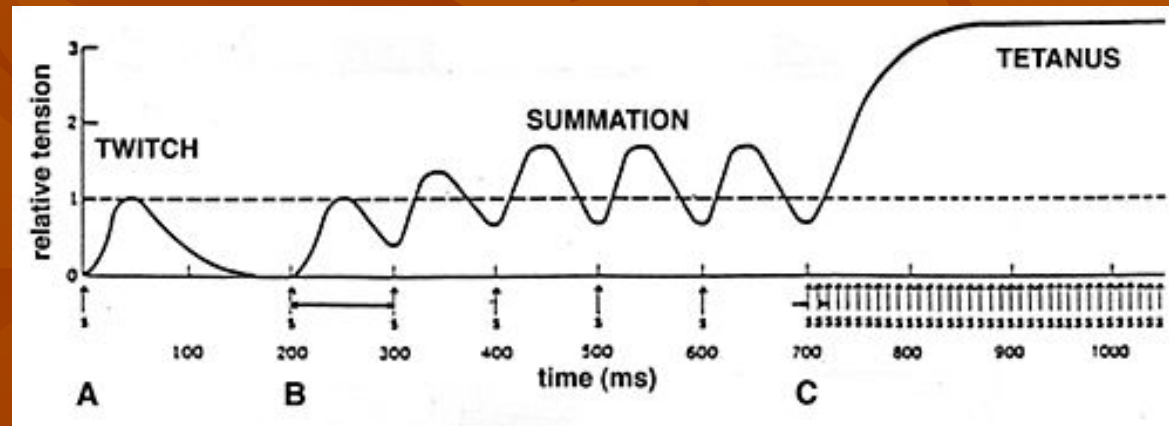
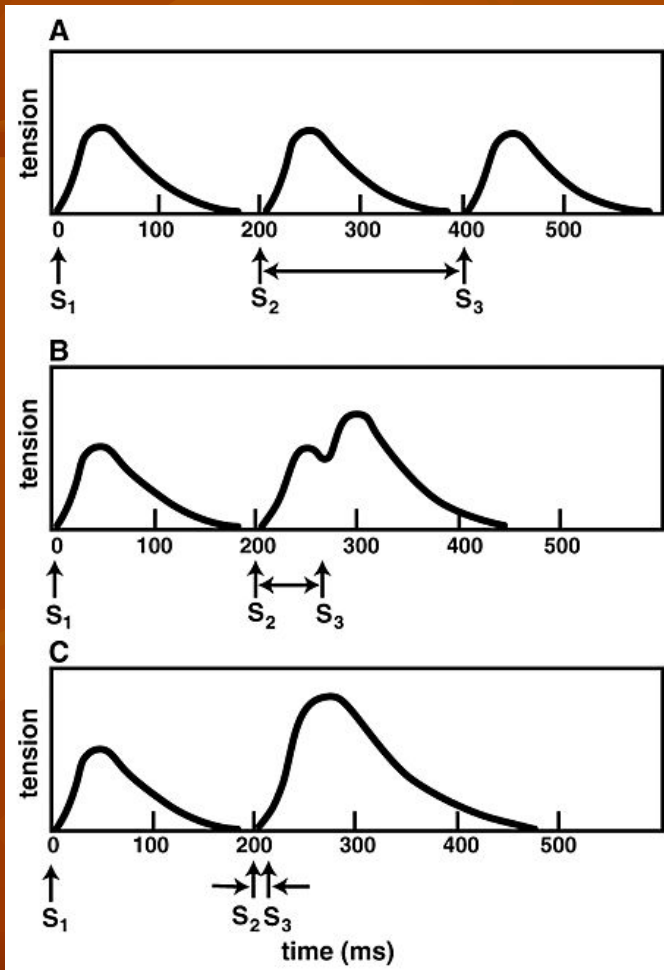
А



Б



Одиночное сокращение и тетанус



Центральную нервную
систему составляют:

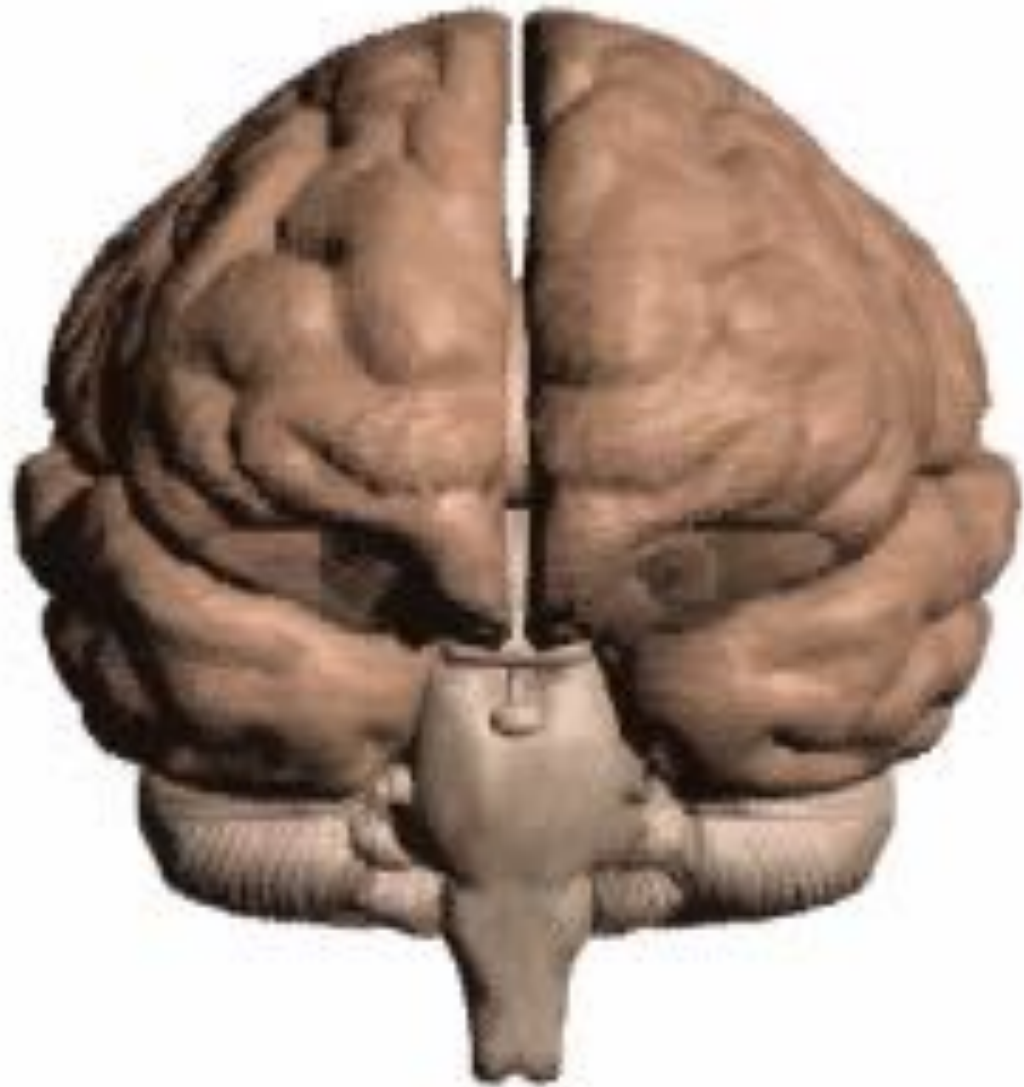
- ГОЛОВНОЙ И СПИННОЙ МОЗГ

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

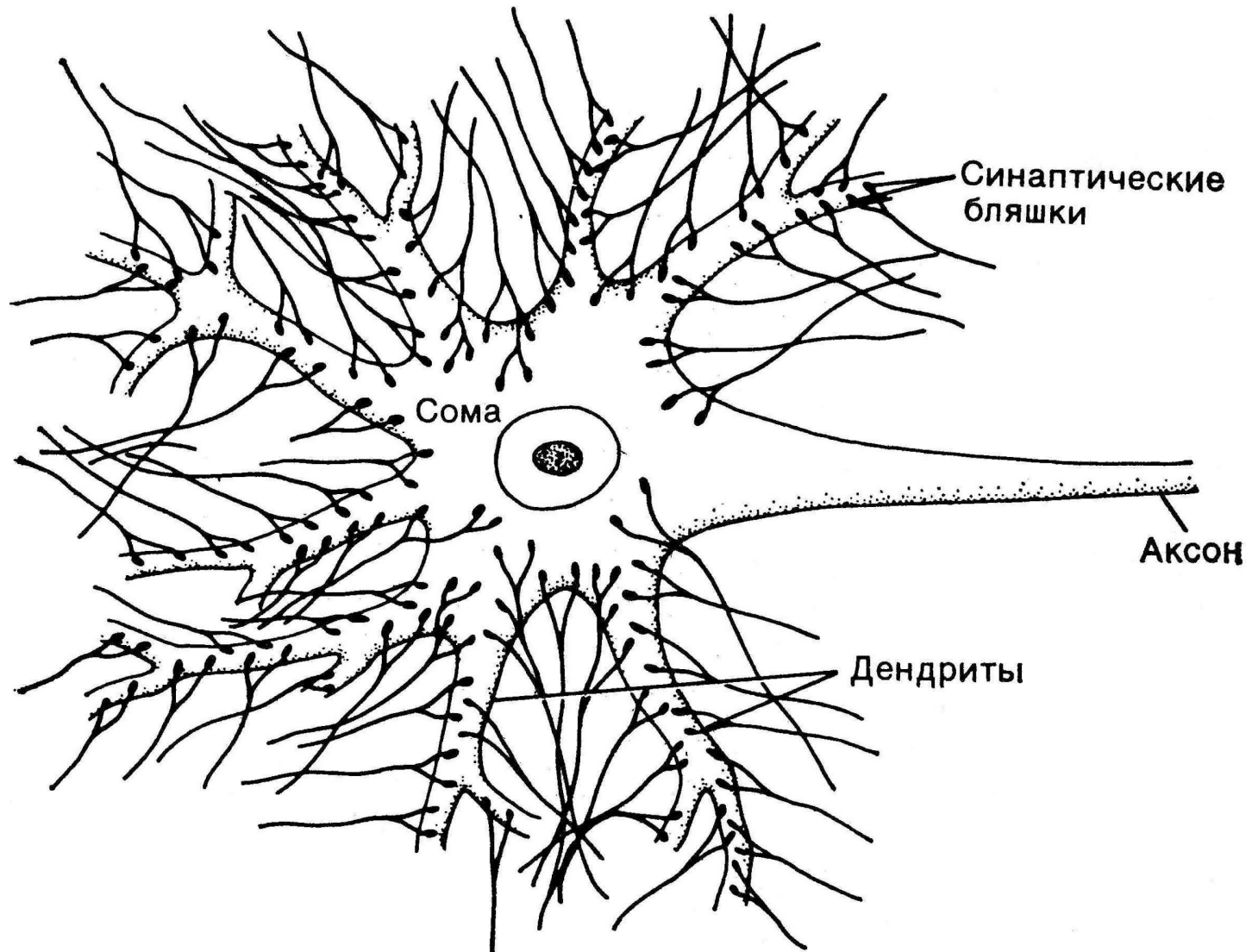
- воспринимает действие на организм разнообразных раздражителей,
- производит анализ и синтез раздражений, а затем формирует поток центробежных нервных импульсов, под влиянием которых изменяется работа тех или иных органов,
- определяет поведение человека и животного, его взаимоотношения с внешней средой.

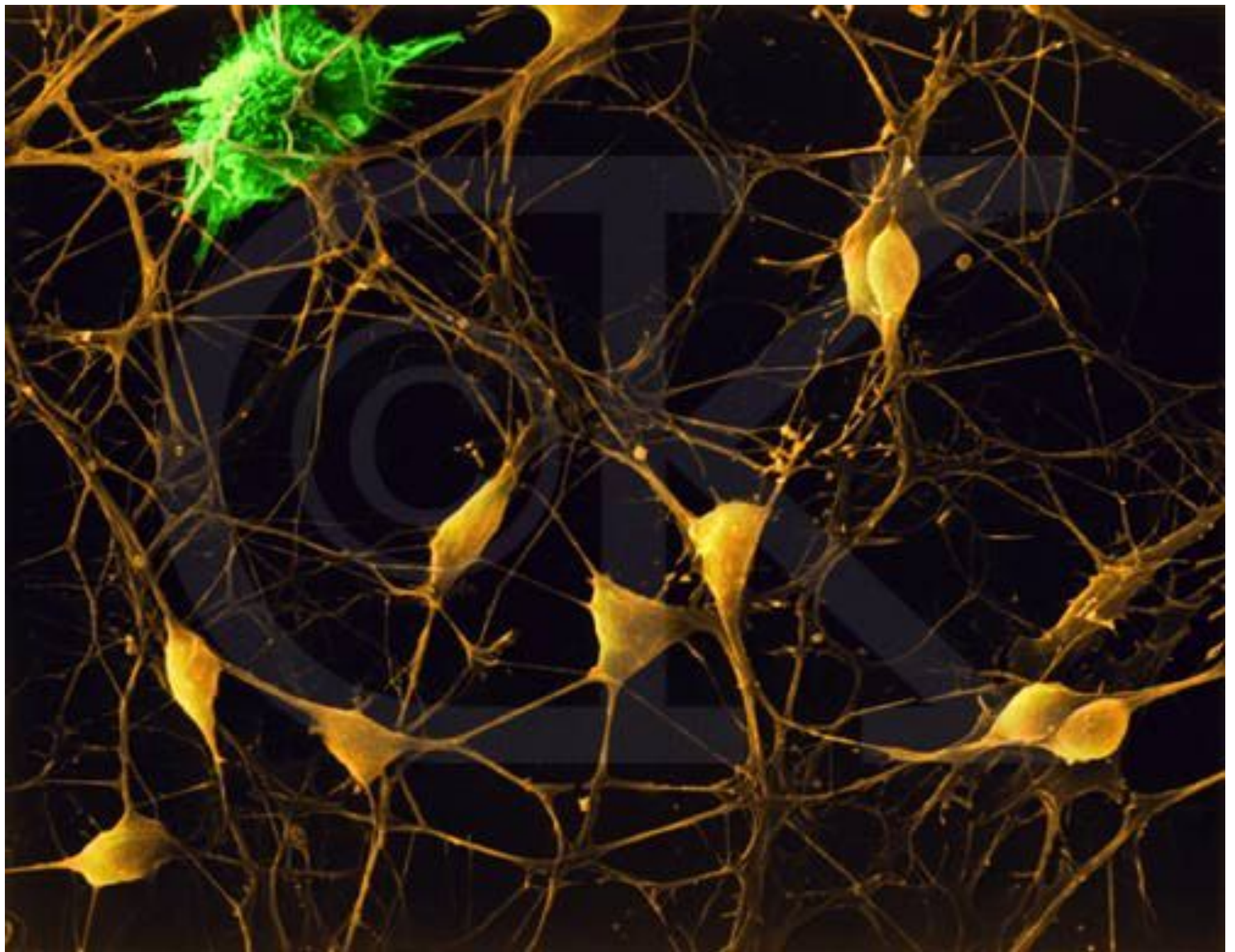
Основные функции ЦНС:

- 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.

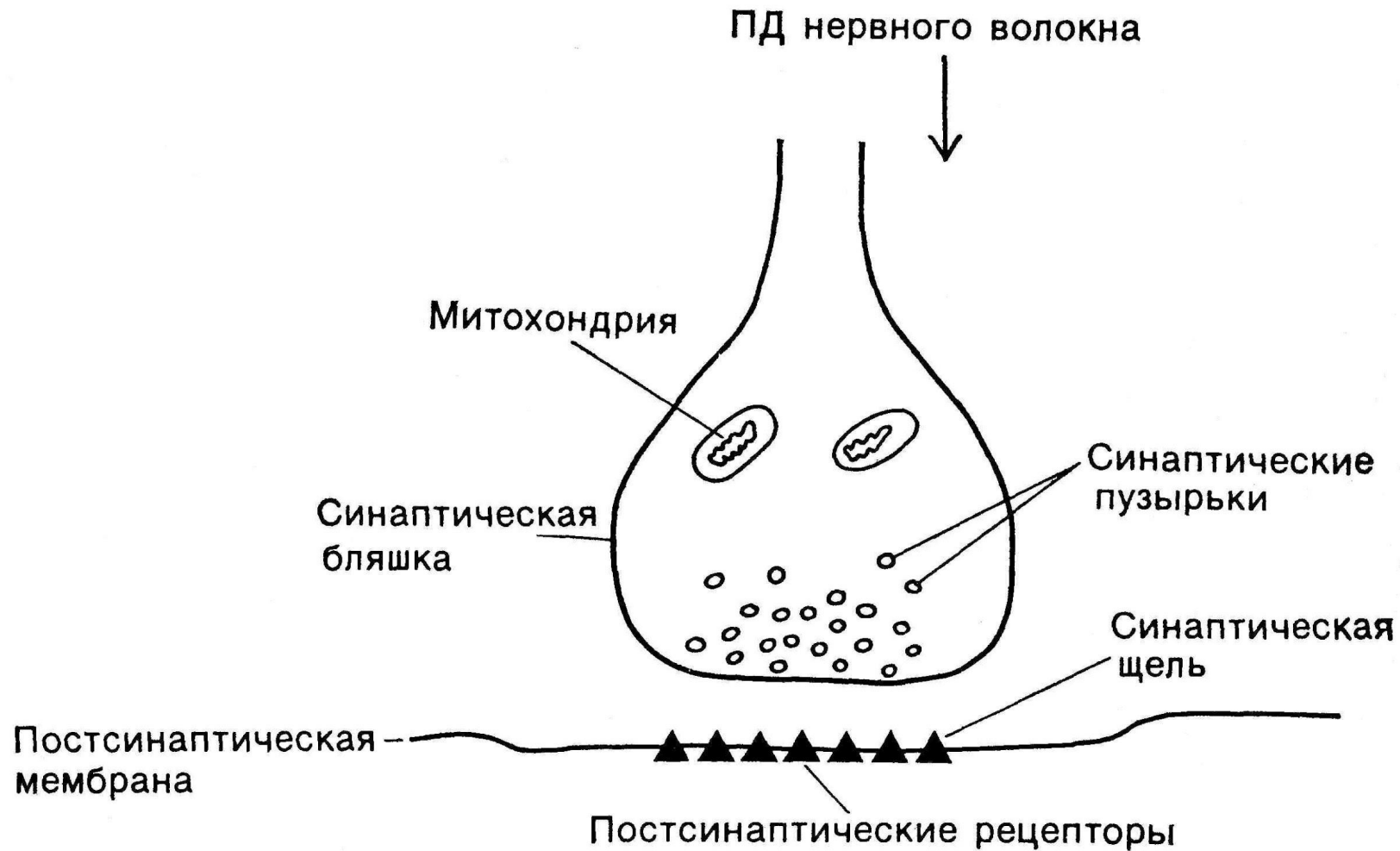


Строение нейрона





Передача возбуждения с одного
нейрона на другой
осуществляется при помощи
СИНАПСА



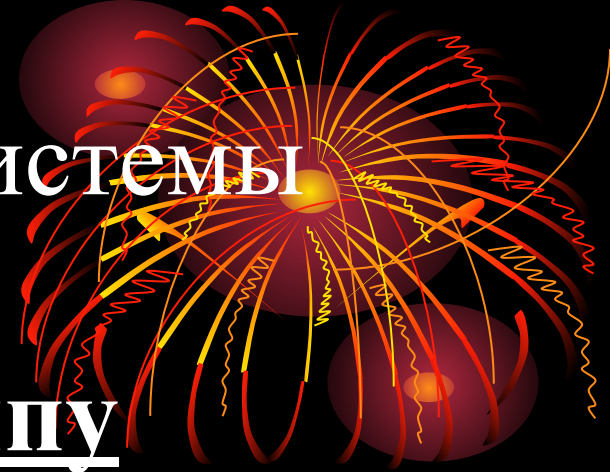
Строение синапса

В структуре синапса выделяют

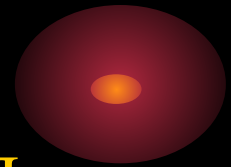
3 элемента:

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

Деятельность нервной системы осуществляется по рефлекторному принципу

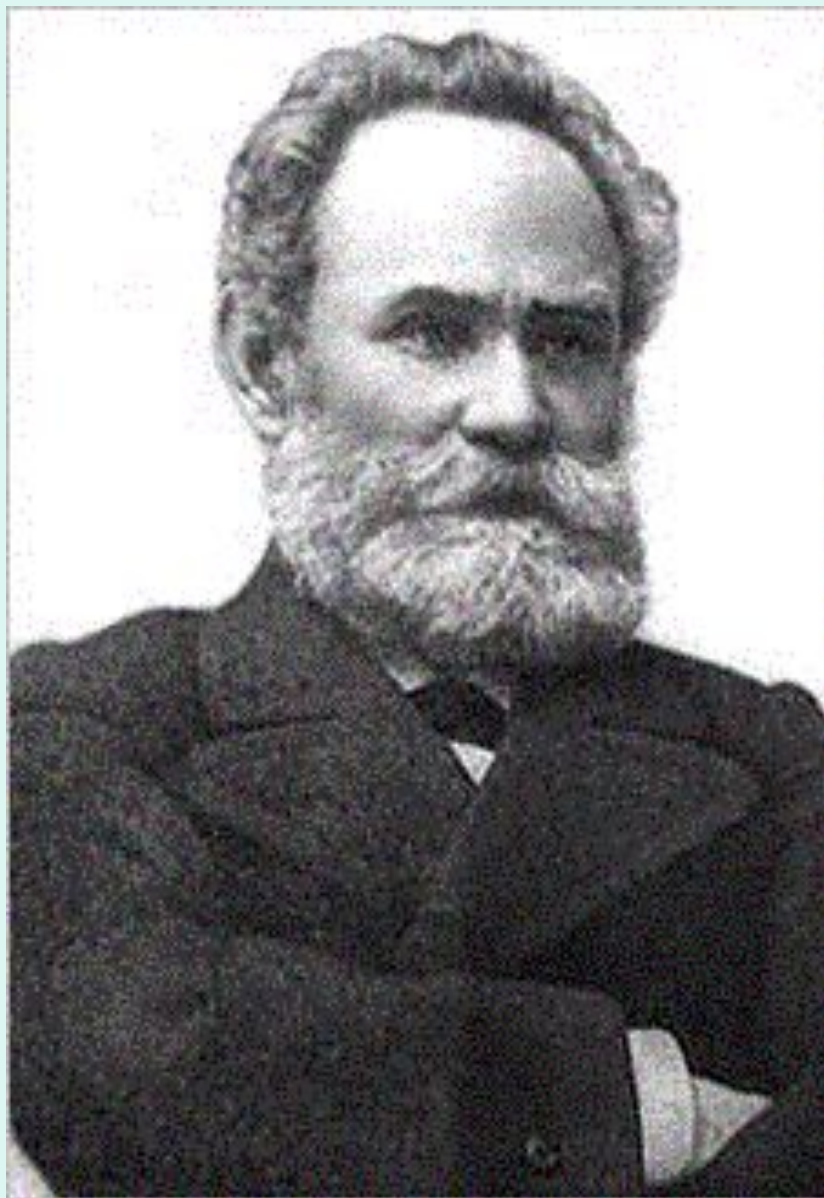


- РЕФЛЕКС (отражение) – это стереотипная закономерная реакция организма на раздражение, осуществляемая при непосредственном участии ЦНС в ответ на раздражение рецепторов.





РЕНЕ ДЕКАРТ

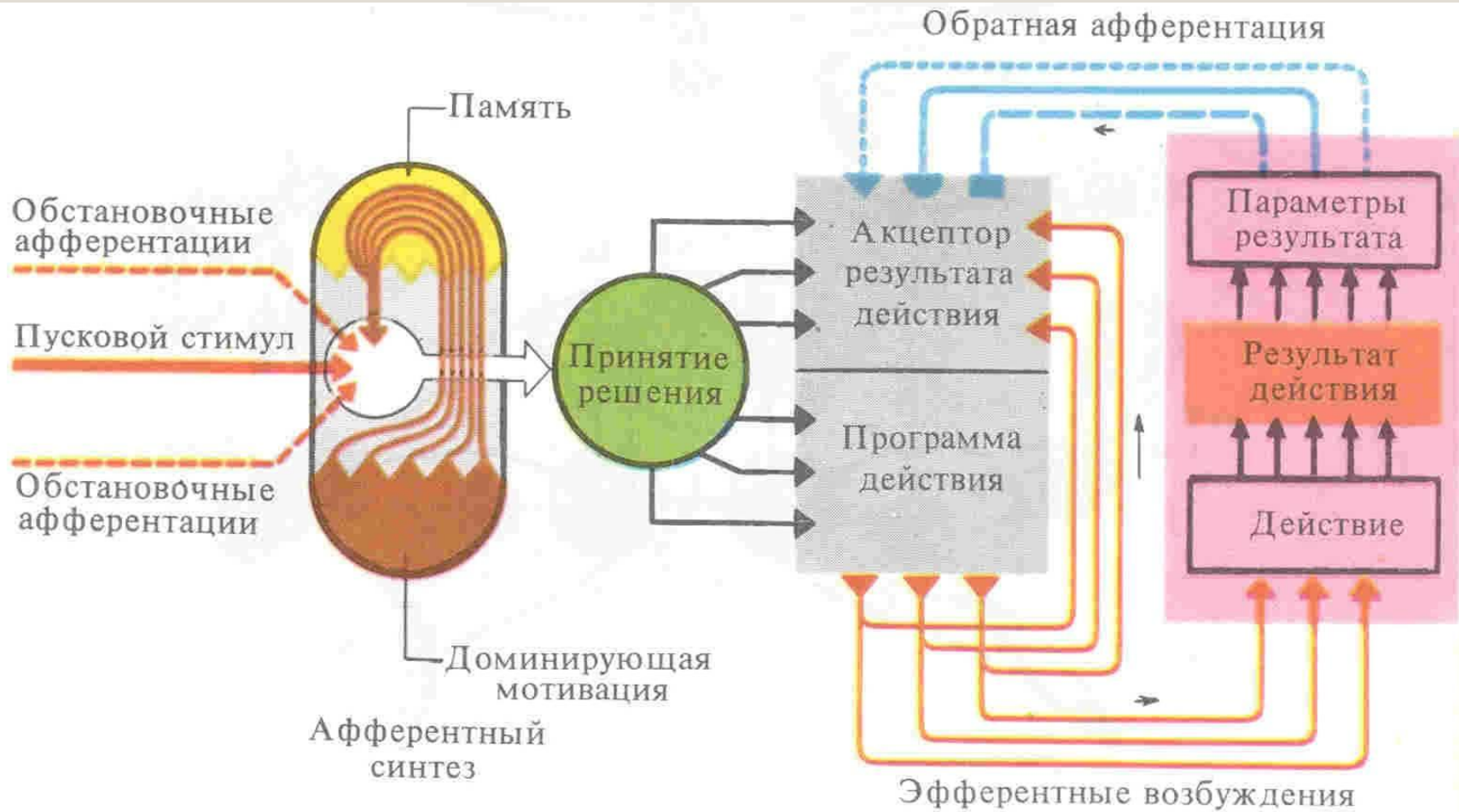


И.П.Павлов

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.

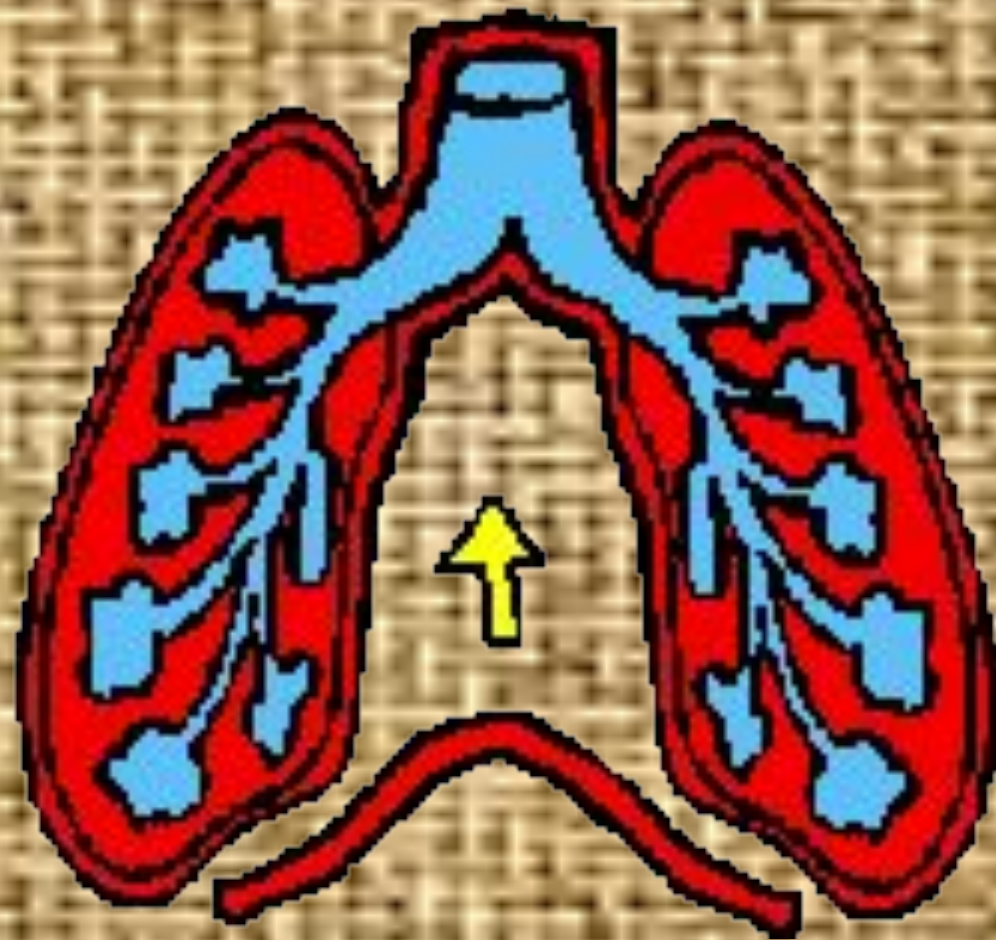
Причины газообмена

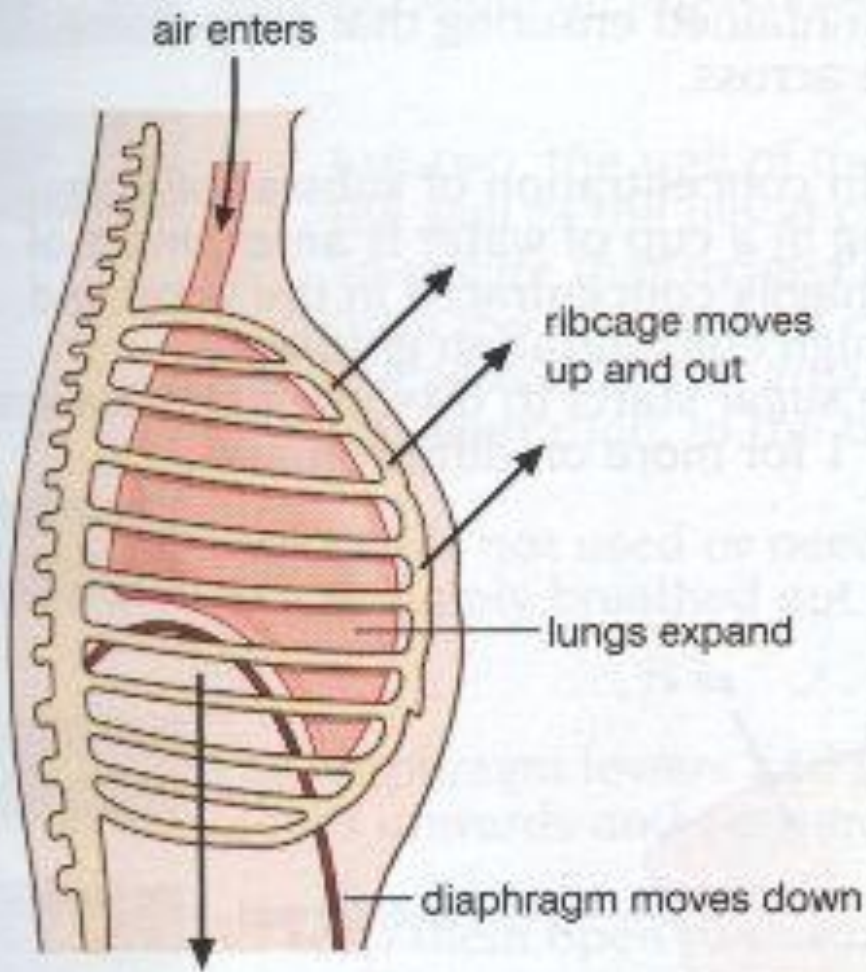
- Решающим фактором, обуславливающим непрерывность газообмена, является постоянство газового состава альвеолярного воздуха.
- Учитывая свойство газов диффундировать из области большего парциального давления в область с меньшим парциальным давлением, несложно понять направленность диффузии O_2 и CO_2 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:

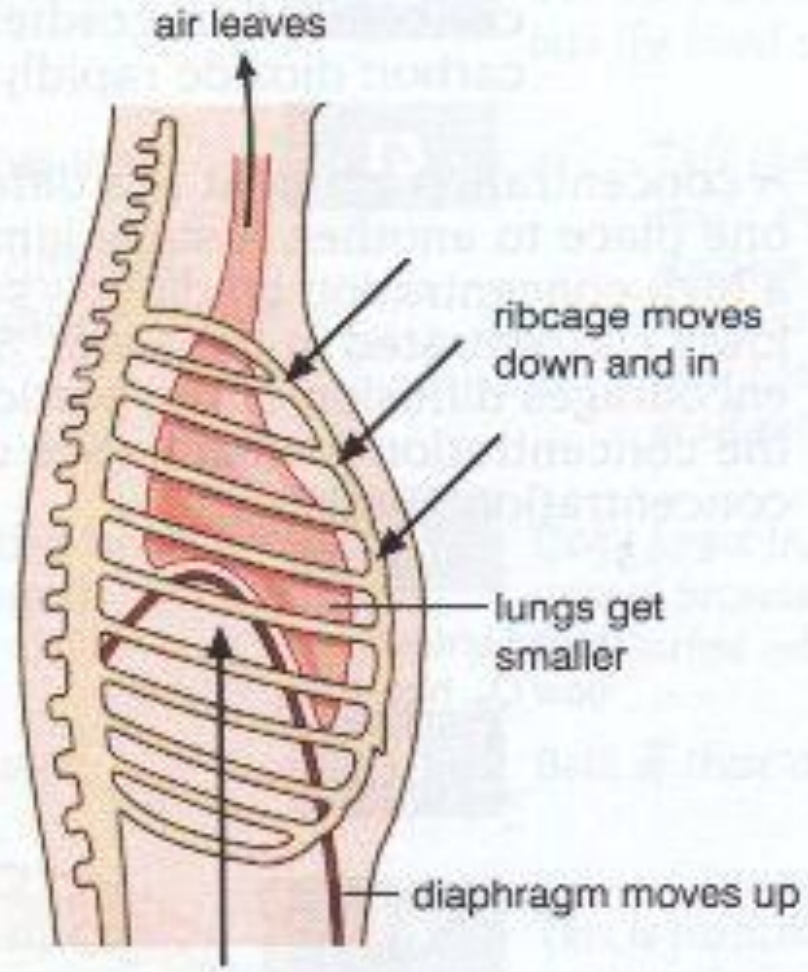
- 1. Конвективный, представляет собой механическое передвижение молекул O_2 и CO_2 с током воздуха или крови. Таким образом, осуществляется перенос газов в воздухе или крови на большое расстояние.
- 2. Диффузия. Механизм газообмена между разными средами организма. Диффузия осуществляется из области с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

Air Out

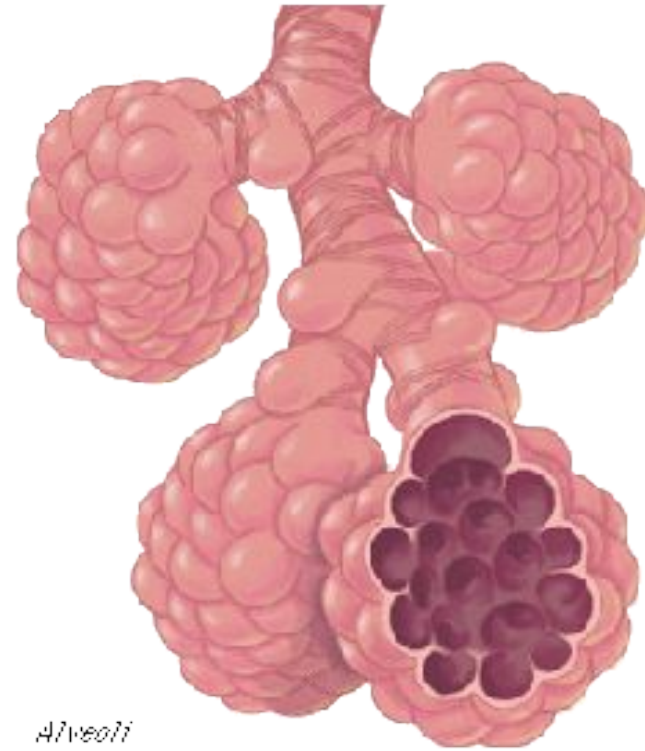
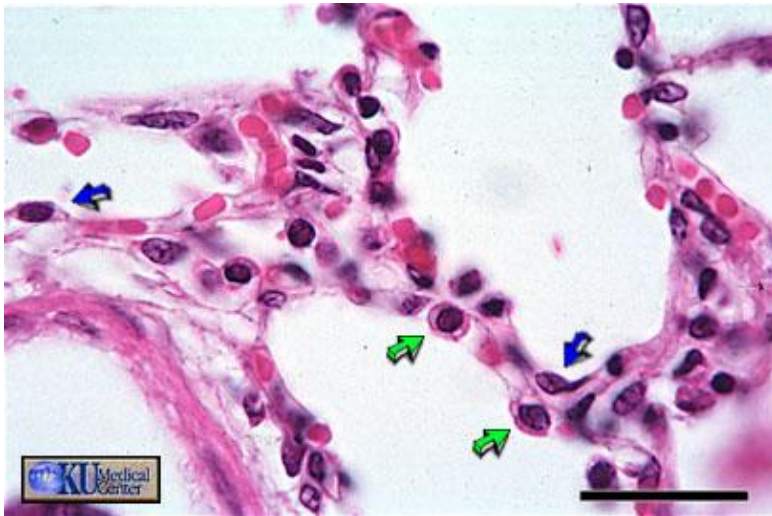




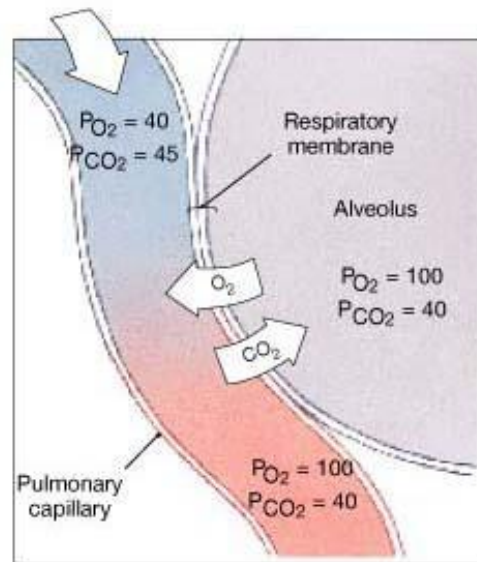
Inhalation



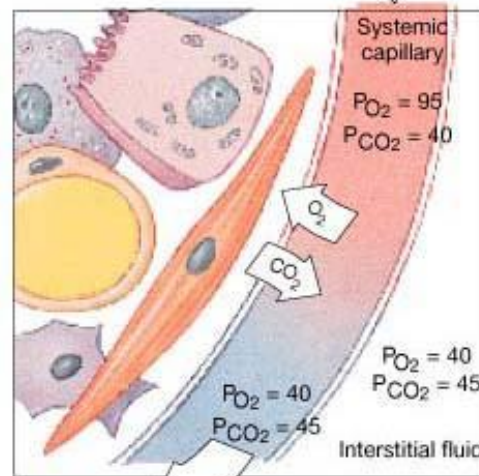
Exhalation



Alveoli



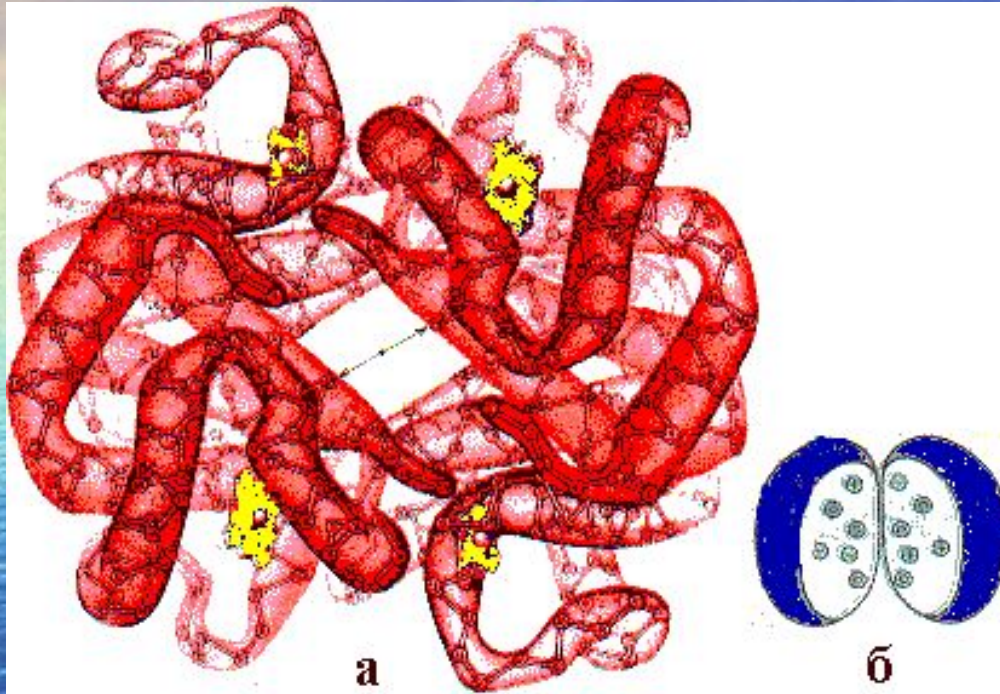
(a)

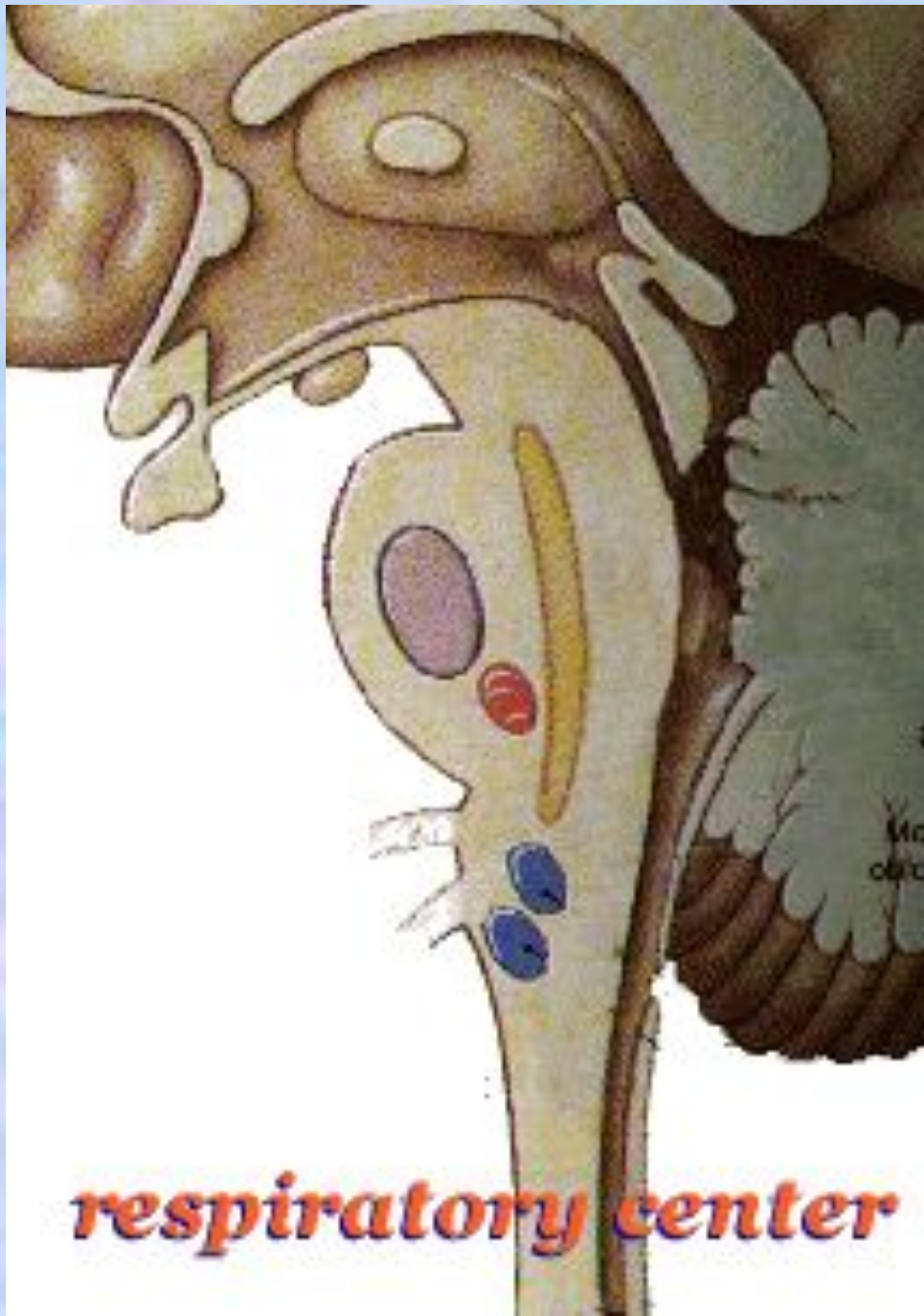


(b)

• **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.



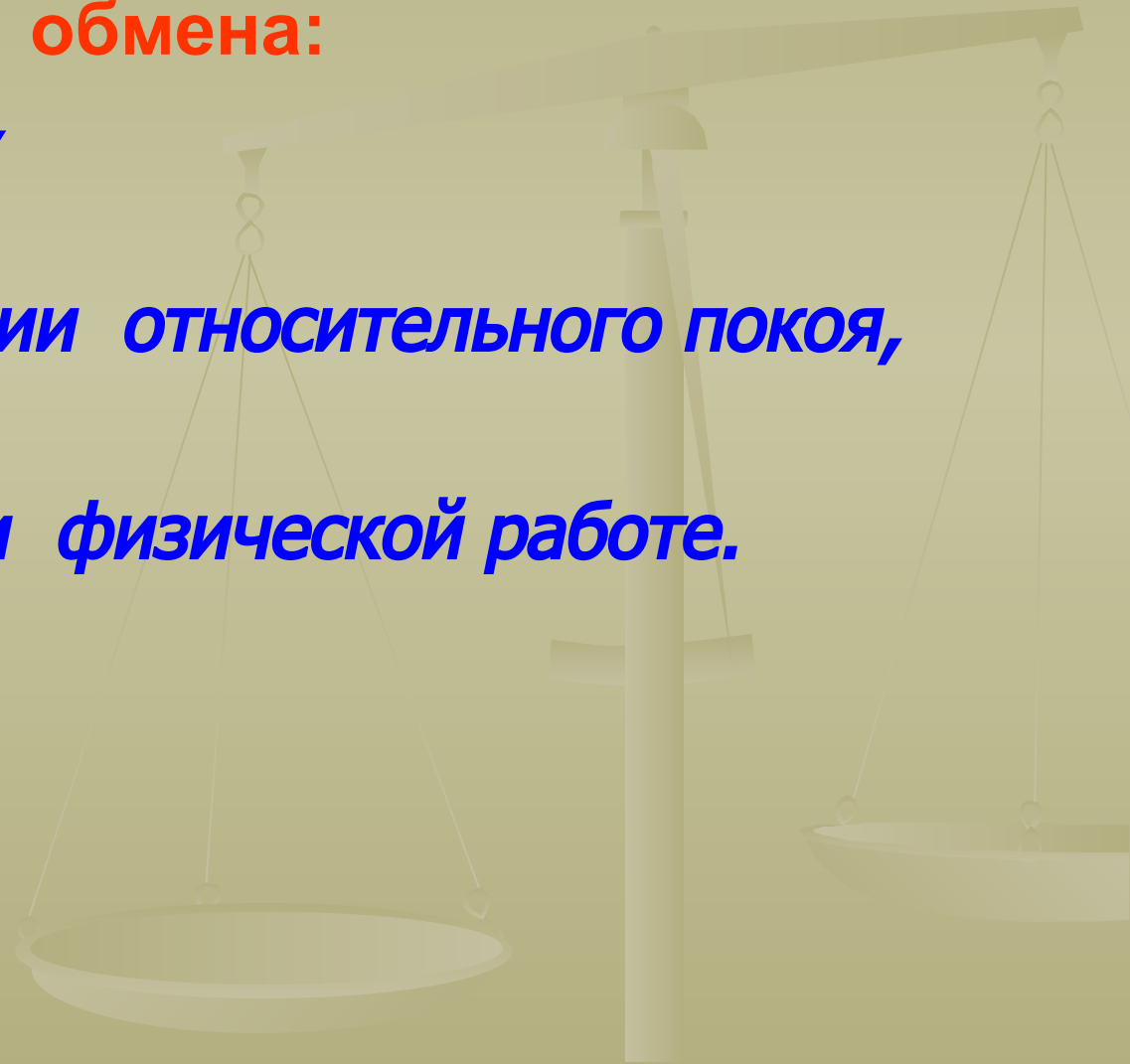


respiratory center

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**.

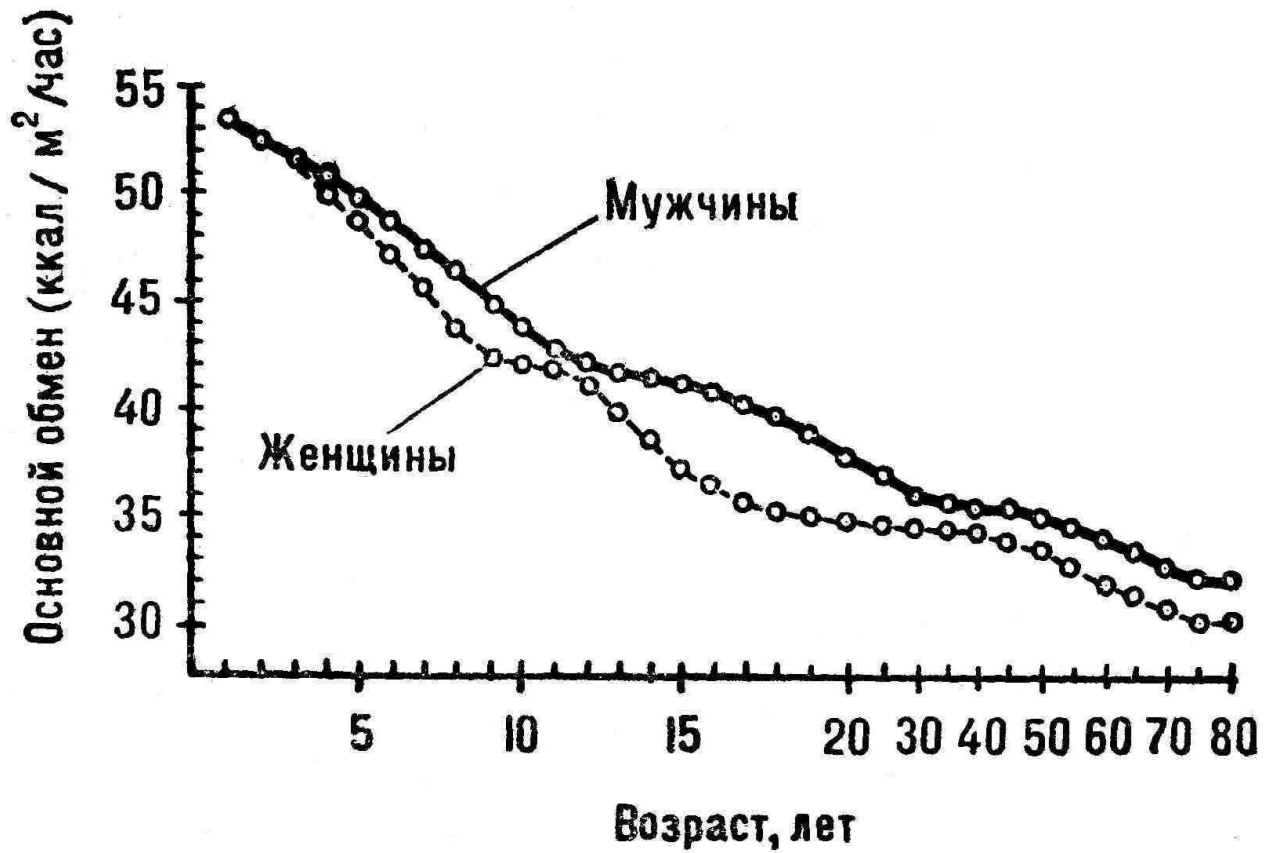
Из этой величины:

- **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^2 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 $50\text{—}55$ ккал на 1 м^2 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

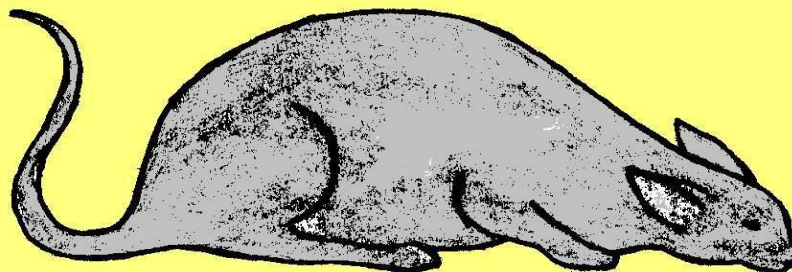
КОС
ВЕН
НО
Й
КАЛ
ЛОРИ
МЕТ

ПРЯМАЯ КАЛЛОРИМЕТРИЯ

ТЕРОМОИЗОЛЯЦИЯ

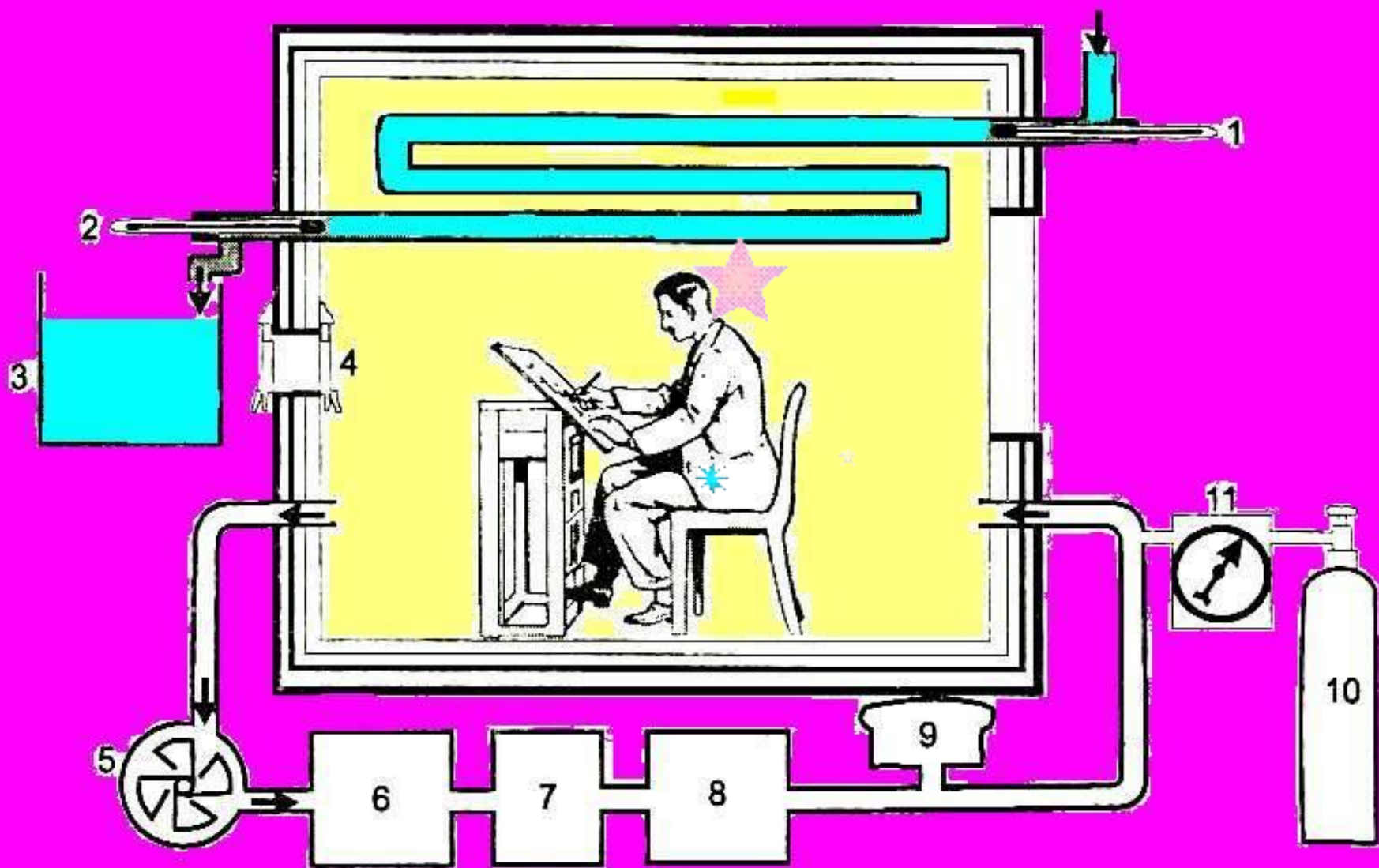
КУСКОВОЙ ЛЕД

КАМЕРА ДЛЯ МЕЛКОГО
ЖИВОТНОГО



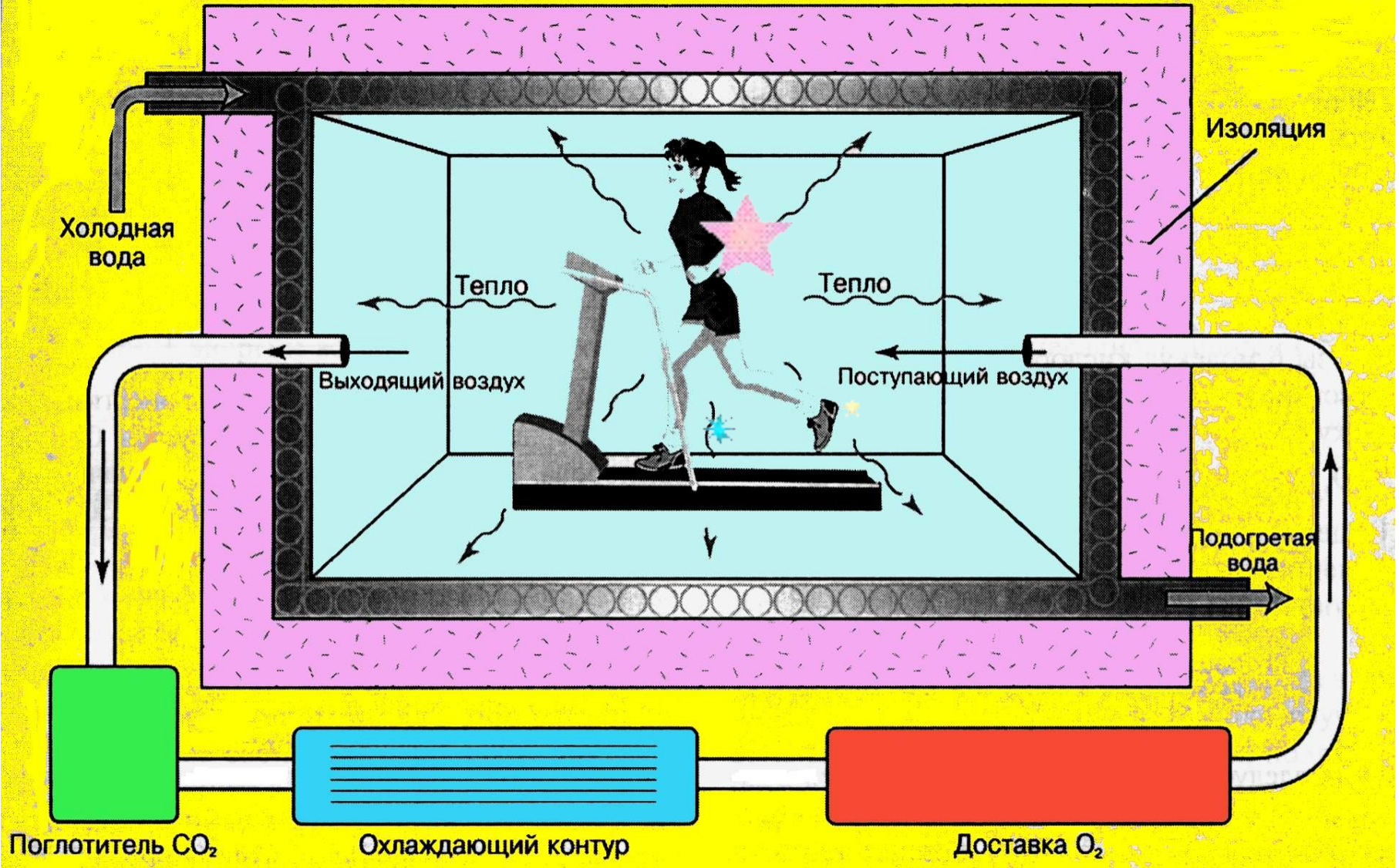
ВОДА ОТ
РАСТАЯВШЕГО
ЛЬДА

ПРЯМАЯ КАЛЛОРИМЕТРИЯ



ПРЯМАЯ КАЛЛОРИМЕТРИЯ

КАЛОРИМЕТР



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**

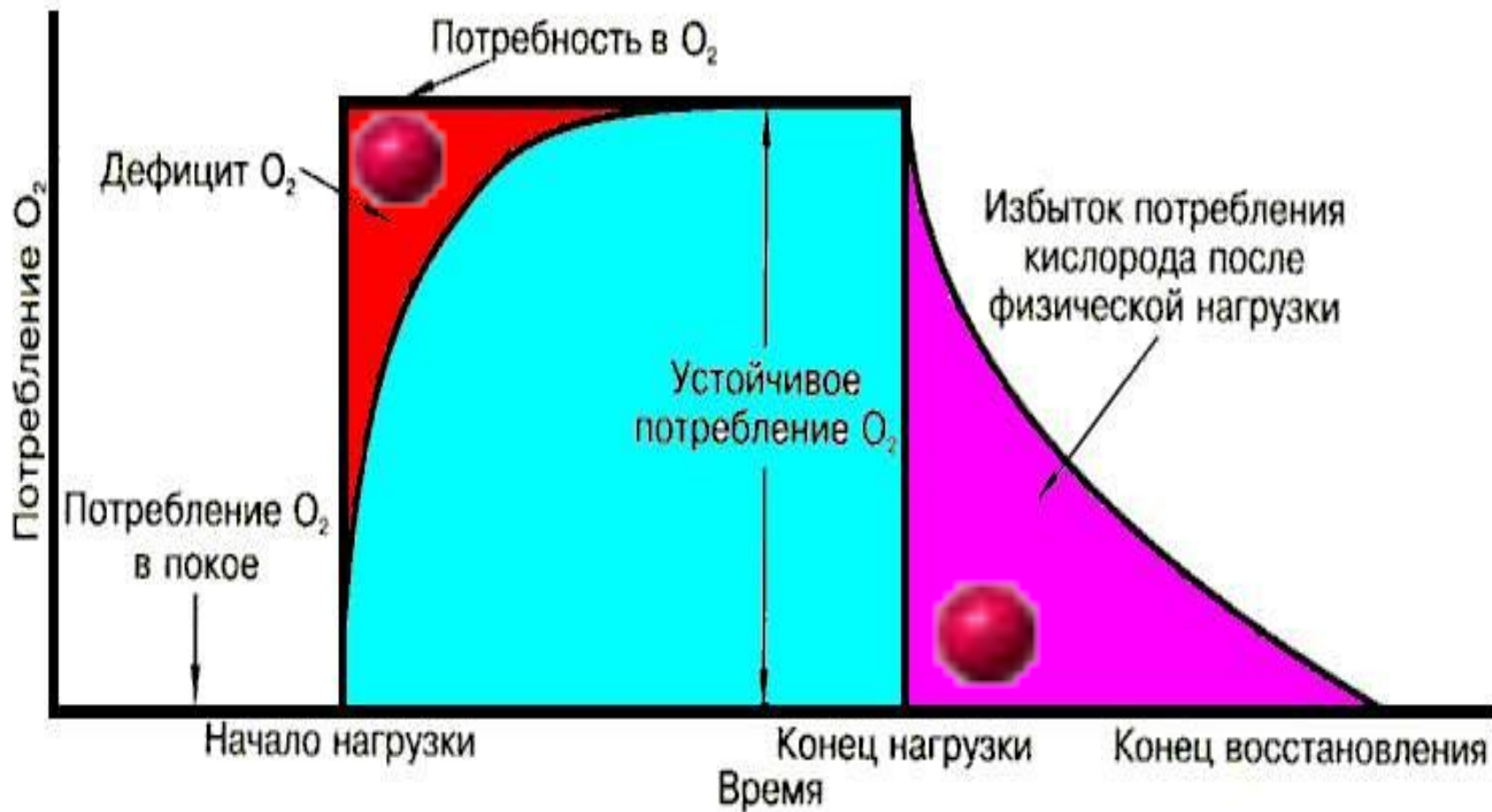
ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАКСИМАЛЬНОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ КИСЛОРОДА (МПК)



РАСЧЕТ УРОВНЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ КИСЛОРОДА по ЧСС

ЧСС, уд/мин	% МПК
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
I	Работники умственного труда	2400-2800
II	Работники легкого физического труда	2550-3000
III	Работники среднего по тяжести труда	2700-3200
IV	Работники тяжелого физического труда	3200-3700
V	Работники особо тяжелого немеханизированного труда	до 4500

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

МОЩНОСТЬ РАБОТЫ	СКОРОСТЬ ЭНЕРГОТРАТ
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